

ARBETSRAPPORT

FRÅN SKOGFORSK NR 721 2010



Bränsleförbrukningen i skogsbruket

Torbjörn Brunberg

Ämnesord: Bränsleförbrukning, energiförbrukning, skogsbruk.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

Skogforsk skall tillföra svenskt skogsbruk tillämpbara kunskaper, tjänster och produkter som bidrar till ett lönsamt, hållbart bruk av skogen, så att näringsens konkurrenskraft stärks och viktiga samhällsmål uppnås. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar 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.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Innehåll

Bakgrund	2
Material och metoder	2
Bränsleförbrukningen i dagsläget	2
Skogsvård	3
Plantor	3
Markberedning	3
Röjning	3
Gödsling	3
Drivning	3
Drivning inom 10 år	5
Drivning bortom 10 år	7
Flisning av Grot	8
Vidaretransport	8
Framåtblick	10
Drivmedel	11
Referenser	12
Muntliga uppgifter	12

Bakgrund

Under mitten av 1960-talet inleddes mekaniseringen av skogsbruket på allvar. Sedan dess har utvecklingen av maskiner och fordon gått snabbt. Detsamma gäller utvecklingen av system och arbetsmetoder. Detta har resulterat i en kraftfull produktivitetsutveckling, som i sin tur inneburit att kostnadsökningen framgångsrikt har kunnat bromsas. Skogsbruket har därmed lyckats med sin huvuduppgift, att förse svensk skogsindustri med högkvalitativa råvaror till konkurrenskraftiga priser. Under de senaste årtiondena har också bränsleförbrukningen per producerad enhet minskat. Med ett ökat fokus på miljön och med stigande drivmedelspriser har arbetet med att sänka bränsleförbrukning och emissioner intensifierats ytterligare.

I denna utredning beskrivs översiktligt skogsbrukets bränsleförbrukning och förslag på hur den skall minskas. Vi har också gjort en framåtblick och en bedömning av potentiella möjligheter till ytterligare förbättringar. Arbetet har utförts med medverkan av Magnus Thor.

Material och metoder

Utgångspunkten för denna utredning har varit att bestämma bränsleförbrukningen i dagsläget samt att föreslå åtgärder som kan minska förbrukningen i framtiden. En svårighet har då varit att det saknas offentlig, systematiskt insamlad statistik. Detta gäller även statistikinformation från enskilda företag. Viss information om bränsleförbrukningen för de tunga operationerna drivning och vidaretransport har dock tagits fram under senare år. Uppgifterna för skogsvårdåtgärderna och grothanteringen har dock inte alls samma kvalitet och har samlats in genom muntlig kontakt med specialister inom respektive område.

Bränsleförbrukningen i dagsläget

I tabell 1 beskrivs en sammanställning av den beräknade bränsleförbrukningen år 2008.

Tabell 1.
Beräknad bränsleförbrukning 2008.

	M ³ f,ha	1 000 m ³ bränsle		
Plantor, planterad areal (ha)	168 549	13,5	13	
Markberedning, ha	185 557	4,6		
Röjning, ha	369 719	3,7		
Gödsling, ha	59 609	0,7	9	
Avverkning, m ³ fub	69 000 000	67,6		
Skotning, m ³ fub	69 000 000	50,4	118	
Skotning av grot, ha	62 215	4,4	4	
Flisning av grot, ha	62 215	7,7	8	153
Vidaretransport, virke, m ³ fub	69 000 000	158,7		
Vidaretransport, grot, ha	62 215	7,7	166	166 319

Som framgår av tabellen åtgår merparten (89 %) av bränslet vid drivningen och vidaretransporten varför tyngdpunkten av de föreslagna åtgärderna är koncentrerade till dessa arbetsoperationer.

SKOGSVÅRD

Skogsvården representerar enligt tabell 1 endast 7 % av den totala förbrukningen fram till industrin. Ungefär hälften av detta förbrukas vid plantskolorna.

Plantor

Enligt Yvonne Aldentun som gjort en utredning om energiåtgången för plantframställningen går det åt ca 80 liter bränsle per planterad hektar i skogen. Det mesta av bränslet förbrukas i de växthus som plantorna drivs upp i. Variationen i förbrukning mellan plantskolorna är mycket stor och beror i huvudsak på hur stora plantorna skall bli. Små plantor kräver mindre utrymme och växttid medan de större kräver det motsatta. Den allmänna trenden är att de utsatta plantorna blir mindre och mindre, varför energiåtgången minskar över tiden. I takt med att bränslet blir dyrare är det också möjligt att ersätta fossila bränslen med förnyelsebara såsom flis och pellets.

Markberedning

Statistiken över hur mycket bränsle som åtgår vid markberedning är bristfällig. Skattningen är dock att skotarna drar ca 25 liter/G15-tim d.v.s. väsentligt mycket mer än en vanlig skotare och förklaringen är att detta arbete är mycket tungt. Hittills har tvåradiga markberedningsaggregat varit de vanligaste men trenden är att dessa byts ut mot fyrradiga. Mått som bränsleförbrukning i l/tim medför detta att förbrukningen stiger hos dragarna. Den markberedda arealen per tidsenhet ökar dock väsentligt varför bedömningen är att bränsleförbrukningen per producerad enhet kommer att minska i framtiden.

Röjning

Motormanuell röjning är ett väl etablerat arbete som utförs med en röjsåg. Endast ca 1 % av den totala förbrukningen går åt för detta arbete. Under den närmaste framtiden förutses inte någon förändring av arbetsmetodiken liksom möjligheten till bränslebesparing.

Gödsling

Gödslingen görs antingen med traktor eller med flyg. Oavsett på vilket sätt gödslet sprids så verkar bränsleåtgången vara densamma. Uppgifterna om hur mycket bränsle som går åt varierar dock inom vida ramar. I de här beräkningarna har 11 l/ha använts som ett uppskattat värde. Inom den närmaste framtiden förutses inte någon förändring av bränsleåtgången per hektar.

DRIVNING

Drivningen d.v.s. avverkning och skotning står för ca 38 % av den totala förbrukningen. En större del av detta går åt för avverkningen (22 %) och skotningen (16 %) står för resten.

Metod- & teknikutveckling

Skogforsk och tidigare Skogsarbeten har allt sedan grundandet för mer än 50 år sedan arbetat med metod- och teknikutveckling inom skogsbruket. Maskintillverkarna har utvecklat nya maskiner och brukarna har tillgodogjort sig den nya tekniken. Detta har resulterat i att produktiviteten i skogsbruket ökat från ca 4 m³/dagsverke vid mekaniseringens början i mitten av 1960-talet till ca 20 m³/dagsverke i dag.

Effektivare metoder bidrar också till lägre bränsleförbrukning per producerad enhet. Exempelen på detta är många. Först kom övergången från motormanuell till mekaniserad kvistning-kapning och senare även till mekaniserad fällning. Därefter ersattes tre maskiner i kedjan från stubbe till bilväg (en fällare, en kvistare-kapare och en skotare) med två (en skördare och en skotare) och i morgon görs kanske hela jobbet av en enda maskin (drivaren). När tre basmaskiner för drivning ersättes av två eller kanske t.o.m. enbart en maskin, minskar även bränsleförbrukningen.

Metodutveckling runt konceptet drivaren innebär en fortsättning på denna inriktning. Vidareutveckling och vardagsrationalisering av befintliga system får inte heller underskattas.

Modell för bränsledeklaration

Bränsleförbrukningsmätningar är ständigt återkommande inslag i Skogforsks studier och tester. Detta har stimulerat tillverkarna att förbättra design samt trimma hydraulsystem och drivlinor. Som ett stöd för brukarna (köparna), och samtidigt en press på tillverkarna, har modeller för deklaration av skotarnas och skördarnas bränsleförbrukning baserade på standardiserade testprotokoll (Brunberg & Granlund, 2005) utvecklats inom den Tekniska Samverkans-Gruppen (TSG-rekommendation 2005-1; 2005-2). På så sätt skall maskintillverkarna kunna deklarerat jämförbar drivmedelsåtgång i sin marknadsföring, som redan sker för personbilar enligt Konsumentverkets regler. En intensifierad samverkan mellan brukare, forskare och maskintillverkare avseende bränsledeklaration kan förväntas stimulera tillverkarna till ständiga förbättringar på detta område.

Effektivare motorer

Dieselmotorn i skogsmaskinerna har utvecklats parallellt med dem för vägfordon och följer de miljöregler som gäller för arbetsmaskiner. Maskintillverkarna har anpassat motorerna och hydraulsystemen till varandra, så att man kunnat minska motorns arbetsvarvtal, vilket minskar bränsleförbrukningen.

Motortillverkarna arbetar målmedvetet för att uppfylla allt hårdare miljökrav för dieselmotorer i arbetsmaskiner. Typiska utvecklingslinjer är mellankylning, högre insprutningstryck, noggrann styrning av insprutningen, flerventilteknik och avgasrecirkulation. Tillsammans med bra bränslen och efterbehandling av avgaserna når man med sådana motorer verkningsgrader nära 50 % och väsentliga minskningar av de skadliga beståndsdelarna i avgaserna. Inom detta område har Skogforsk, JTI (Jordbrukstekniska institutet), Vägverket och SMP (Svensk Maskinprovning) samarbetat i ett projekt rörande emissioner från de areella näringarna. De strängare emissionsbestämmelserna har dock medfört att

motorerna måste köras på ”fetare” blandning. Detta gör att emissionerna minskar, men bränsleförbrukningen vid ett givet varvtal ökar något.

Effektivare hydraulsystem

En mycket stor del av en skogsmaskins energiförbrukning går till hydraulsystemet. Tyvärr har det visat sig att dessa system har stora energiförluster. Skogforsk och tidigare Skogsarbeten har under en följd av år i olika sammanhang (bl.a. Skogforsk/Skogsarbeten testar programmet) genom avancerade mätningar uppskattat systemens verkningsgrad. Även om denna, tack vare brukarnas krav, förbättrats under åren har vi ännu bara kommit strax under 60 % (Westman, M., 2000).

Minskad spårbildning

Spårdjupsprov har genomförts löpande sedan 1978. När maskinernas hjul sjunker ner i marken skapas, förutom negativa konsekvenser för skogsproduktionen, också ett rullmotstånd som ökar energiåtgången. Flera tekniker har provats för att minska spårbildningen. I första hand har markkontaktytan ökat genom att använda fler hjul och bredare däck.

Variabelt ringtryck (CTI = Central Tyre Inflation) är ursprungligen en militär teknik som testats på vägfordon, men även på skotare. Våra försök pekar på stora möjligheter att minska spårbildningen och därmed bränsleförbrukningen (Granolund, 1999).

Planering

Valet av avverkningsstidpunkt har stor betydelse för spårbildning och energiförbrukning och därmed för miljöbelastningen. Den omfattande terrängkörningen som skotarna utför vid hopsamling och utkörning av alla de sortiment som skördarna lämnar efter sig i högar i beståndet, kan också planeras bättre. Skotarnas rutter (körmonster) kan optimeras till gagn för bränsleförbrukning, emissioner och markpåverkan. Tester som gjorts i samarbete med institutionen för optimeringslära vid Linköpings Universitet pekar på att körningsarbetet kan minskas med i storleksordningen 10 % (Arvidsson et al., 1999).

(Larsson, M. & Myhrman, D. 2001), (Myhrman, D. et al., 2001)

Drivning inom 10 år

Nya kraftsystem

Liksom för andra fordon, som utnyttjar förbränningsmotorer ser man i dag ingen tydlig väg till en helt miljövänlig teknik.

Mycket lovande är bränslecellstekniken. Den innebär att elström genereras från vätgas och syre. Restprodukten är rent vatten. Strömmen driver elmotorer som har hög verkningsgrad och som inte ger utsläpp. Det finns flera prototypfordon med bränslecelldrift.

För eldrift från batterier eller svänghjul ser man just nu ingen bra lösning för tunga fordon. För lätta fordon har tekniken använts sedan förra sekelskiftet. Den otillräckliga kapaciteten har inte förbättrats tillräckligt sedan dess.

Hybridtekniken, d.v.s. både förbränningsmotor och elmotor med batterier, finns i serietillverkning på bilar och i prototyp för tunga fordon. Som vid all förbränning får man avgasemissioner och energieffektiviteten har inte varit tillfredsställande.



Figur 4.
Hybridskotare, prototypmaskin.

El-Forest är en prototypmaskin för terrängtransport av virke. Maskinen som väger 8 ton har en dieselmotor på 40 hk och en lastkapacitet på 12 ton (maskinen presenterades på Elmia Wood 2005). Denna driver tre generatorer som i sin tur driver elmotorer i varje hjul, totalt 6 stycken. Stora lastbilsbatterier lagrar energin. Dessa laddas av dieselmotorn och då maskinen kör i utförsbackar. El-Forest utnyttjar energin på ett betydligt bättre sätt jämfört med en konventionell skotare. Bland annat har man inte de friktionsförluster på 10–15 % som finns i vanliga skotare. Bränsleförbrukningen kan minskas till ca 4 l/h jämfört med nuvarande 8 l/h (uppgifter från tillverkaren).

Effektivare hydraulik

System och komponenter

Branschen finansierar ett doktorandarbete vid Institutet för Tillämpad Hydraulik. Arbetet syftar till att finna system- och komponentlösningar som minskar energiförlusterna i hydrauliken och därmed bränsleförbrukningen i maskinerna. I första hand måste de höga förlusterna som finns så snart motorn är i gång, utan att maskinen utför något arbete, minskas. Utveckling behövs här både avseende arbetshydraulik och transmission.

Oljors funktion

För att förbättra hydraulsystemets egenskaper och öka livslängden pågår f.n. ett branschfinansierat projekt vid SMP. Syftet är att säkerställa miljöanpassade oljors funktion i hydraulsystemen under krävande förhållanden och under lång tid.

Systemoptimering

Skogsmaskinernas kranar och bearbetningsutrustning är relativt komplexa system, där mekanik och hydraulik måste samverka optimalt. Skogsforsks tester pekar på stora möjligheter att förbättra denna samverkan. Vid exempelvis hel-

eller delautomation kan de olika kranfunktionerna optimeras, så att den energi som behövs för ett visst arbete kan minimeras.

Studier på engreppsskördare har visat att slirningen mellan matarvalsar och stam kan uppgå till ca 50 % (Hallonborg, 2005). Då frammatningen under kvistning kräver hög effekt är det angeläget att minska slirningen. En slirningskontroll av samma typ som finns på många bilar vore ett värdefullt komplement.

Energiåtervinning

Arbetet i skogen innebär att redskap och gods höjs och sänks vid hanteringen. För att lyfta åtgår energi, vilken i dag förloras när man sänker. Flera försök har gjorts att hitta tekniker för att få tillbaka energin vid sänkningen, men man har hittills inte lyckats fullt ut (Löfgren & Brunberg 1997). Nya vägar måste sökas för att åstadkomma praktiskt fungerande regenerativa hydraulsystem för kranar m.m.

Högre lastkapacitet och -utnyttjande

Bränsleförbrukningen för en skotare påverkas inte särskilt mycket av hur mycket last den bär (Löfgren et al. 1997). För att hålla den specifika förbrukningen (l/m^3 fub) nere är det därför viktigt att den tillgängliga lastvikten (lastkapaciteten) maximeras i förhållande till den egna vikten (tjänstevikten) samt att lastkapaciteten kan utnyttjas oavsett sortiment. Försök har visat att med lämplig vågutrustning kan såväl överlast som underlast undvikas. Variabla lastutrymmen och komprimering av lätta sortiment (energisoriment) ger också högre lastutnyttjande.

Bättre fordonsdynamik och markkontaktorgan

Fortsatt forskning inom fordon-markområdet avseende t.ex. det dynamiska samspelet mellan fordonet och terrängen och mellan det enskilda hjulet och markytan kan minska bränsleförbrukningen genom ytterligare minskat rullmotstånd. Gående maskiner är också ett koncept som teoretiskt sett skulle kunna minska både markpåverkan och energiåtgång.

Utbildning av förare

Praktisk erfarenhet visar att bränsleförbrukningen hos skogsmaskiner i hög grad är beroende av förarens sätt att köra. Med utbildning i energisnål körteknik kan bränsleförbrukningen minskas. Exempel på detta är att undvika att olja går på överströmning eller att inte samköra funktioner med mycket olika trycknivåer. Bättre instrumentering, som exempelvis visar momentan och specifik förbrukning, kan också hjälpa föraren att köra bränsleeffektivare.

(Larsson, M. & Myhrman, D. 2001), (Myhrman, D. et al., 2001)

Drivning bortom 10 år

På lång sikt kommer tekniska genombrott som är svåra att förutse. Följande utvecklingsscenarier är rimliga och bör studeras närmare:

Eldrift med bränsleceller är tänkbart. Batterier eller svänghjulslagring är sannolikt inget alternativ då det inte finns någon laddningsmöjlighet i skogen. Vätgasen kan driva en förbränningsmotor direkt, men då kvarstår problemen med de skadliga ämnena i avgaserna.

Arbetsfunktionerna kan vara eldrivna. Elmotorer i drivhjul, matarvalsar och för kapning av stammen är möjligt. Rätlinjiga funktioner, som i dag är hydrauliska, kan utföras el-hydrauliskt eller med någon form av linjärmotor. Teknik för allt detta finns redan i dag, men behöver anpassas till skogsbrukets krav.

Del- och helautomatiska maskiner. Maskiner som optimerar arbetsfunktioner och förflyttningar är ett intressant utvecklingsscenario. De helautomatiska (autonoma) maskinerna har inga förare ombord. Via kartor, orienteringssystem och ordersystem utför den självständigt ett planerat arbete, dockar med andra maskiner för transport och uppför sig som en robot. Eventuellt övervakas ett eller flera system av en centralt placerad operatör. Dessa maskiner kan byggas lättare, delvis beroende på avsaknaden av hytt, och blir därmed också mindre energikrävande. Vidare kan de med hjälp av avancerade sensorer orientera sig fram över terrängavsnitt med bästa bärighet, vilket minskar spårbildning och därmed även energiåtgång.

(Larsson, M. & Myhrman, D. 2001), (Myhrman, D. et al., 2001).

FLISNING AV GROT

Flisning av Grot kan göras antingen på avlägget i skogen eller vid en terminal av en stationär flisare. Den beräknade bränsleåtgången avser en mobil flisare vid bilväg. Verksamheten är i förhållande till drivning och vidaretransport en ganska ny företeelse och har ännu inte funnit sina former. Eftersom det är en ny verksamhet finns det troligen en outnyttjad potential för att reducera bränsleförbrukningen i framtiden.

VIDARETRANSPORT

Vidaretransporten står för merparten (52 %) av bränslebalansen i skogsbruket.

Större och lättare fordon

Den maximalt tillåtna bruttovikten på allmän väg har ökat från 51,4 till 60 ton. Övergången genomfördes etappvis samtidigt med att Vägverket rustade upp broarna för att klara de högre vikterna. För att klara de högre vikterna ökade även tjänstevikterna något och var i slutet av 1990-talet ca 19 ton. Skogforsk har tillsammans med branschen arbetat målmedvetet för att minska tjänstevikterna. Detta har medfört att både fordonstillverkare och påbyggare numera lägger ner betydande arbete på att använda nya och lättare material. Det senaste året har tendensen att övergå till lättare fordon blivit mycket tydlig och de modernaste fordonen väger i dag ca 2 ton mindre än i slutet på 1990-talet. Detta innebär i sin tur mer nyttolast, vilket också innebär minskad bränsleförbrukning per transporterad enhet.

Miljöklassade motorer

Fordonen som används för transport av rundvirke är moderna. Vi konstaterar att av skogsbrukets fordon är 97 % av Euroklass 3 eller bättre. Redan ett år efter det att Euroklass 3 började gälla d.v.s. 2001, uppfyllde 65 % av rundvirkesbilarna miljökraven. Detta kan jämföras med 41 % av alla lastbilar över 16 ton.

Effektivare organisation

Ett mycket effektivt sätt att spara både pengar och miljö är s.k. lägesbyten. Lägesbyten sker antingen genom att virkesorganisationen köper virke av annan virkesorganisation nära den industri som skall försörjas, eller genom att aktörerna byter volymer med varandra.

Exempel: Under 2002 köpte Mellanskog 460 00 m³ fub i syfte att göra lägesbyten. Medeltransportavståndet för detta virke var 85 km. Genom att därigenom ersätta virke från egna medlemmar, som hade ett uppskattat medeltransportavstånd på 150 km, sänktes transportavståndet med 65 km. På grund av möjligheterna till ruttkörning blev besparingen 120 km per lass. För den aktuella volymen åtgick ca 11 200 lass, vilket gav en besparing på 1 344 000 km.

Virkesbytesvolym inom Mellanskogs verksamhetsområde har dock varit konstant eller minskat något den senaste 10-årsperioden, framför allt för timmer (Algotsson, pers. komm. 2005; Berggren, pers. komm. 2005). Det är sågverkens ökade specialisering på träslag och dimensioner samt fokuseringen på minskade lager som bidragit till detta.

Bättre planeringsverktyg

Dagligen hanteras stora volymer virke i svensk skogsnäring, vilket ställer stora krav på robusta och effektiva planeringsverktyg i hela kedjan från skog till industri. Flera företag har genomfört stora investeringar för att effektivare kunna styra virkesflödena. Två exempel är StoraEnso's SCOOP och Sveaskogs VALS. Dessa system har olika funktioner och upplägg, men gemensamt är att de håller ordning på affärer och virke. Bättre kontroll på virkesflödet innebär bättre förutsättningar att sänka transportavstånden och analysera alternativ till lastbilstransporter. Stora investeringar har också gjorts för att t.ex. effektivisera transportplaneringen.

Förarutbildning

Föraren körsätt har en tydlig påverkan på bränsleförbrukningen. Genom att fokusera på bränsleförbrukningen med hjälp av speciell instrumentering och utbildning i sparsam körning, kan förare få motivation och kunskap att sänka bränsleförbrukningen. I ett projekt (Transmit) uppnåddes en långsiktig sänkning av bränsleförbrukningen med 5–8 procent. En förbättring som för hela skogsbruket skulle motsvara ca 10 000 m³ diesel eller 80 miljoner kr.

Även vägarnas standard har stor inverkan på bränsleförbrukningen. Studien visade tydligt att bra vägar ger en lägre bränsleförbrukning, vilket innebär mindre miljöbelastning (Forsberg & Löfroth, 2002).

I ett annat projekt (Reduce) installerades i två lastbilar för rundvirkestransport DV4-utrustning för omedelbar återkoppling av bränsleförbrukning och emissioner till chauffören. Allt samlades i en databas. Totalt omfattande denna ca 100 000 mils körning och ca 240 000 ton virke (Löfroth & Wählberg, 2004).

Trots att förarna tidigare fått utbildning i Heavy Ecodriving, och att de bedömdes hålla hög nivå beträffande bränslesnålt körsätt, sänktes bränsleförbrukningen initialt efter utbildning och installation av DV4. Likaså minskade spridningen i bränsleförbrukning mellan de olika förarna. En av bilarna hade sänkt bränsleförbrukningen med 22 % per månad på en referenssträcka (E6an).

Rapportering och återkoppling är således av största vikt för att skapa och bibehålla motivation och förståelse hos chaufförerna. Av dessa rapporter som åkeriledning (eller motsvarande) med jämna mellanrum diskuterade med fordonsförarna, framgår hur envar förare ligger till i förhållande till tidigare period, och andra förare av samma bil. Det går även att göra jämförelser med andra bilar. Onödig bränsleförbrukning specificerades på delkomponenter, exempelvis tomgångskörning, bortbromsad energi och för hög hastighet.

CTI på skogsbilar

Skogforsk arbetar med ett stort implementeringsprojekt som syftar till att införa CTI (Central Tyre Inflation = variabelt ringtryck) på virkesfordon. Avsikten med projektet är att öka nyttolasten under perioder då vägarna har dålig bärighet.

Med CTI kan föraren variera däcktrycket på ett fordon. När man sänker däcktrycket ökar däckens anliggningsyta och då minskar marktrycket. Ett virkesfordon med CTI kan därför köra med fullt lass på vägar som annars skulle ha begränsad framkomlighet.

En av de positiva effekterna är att bränsleförbrukningen per ton och km minskar. Andra positiva effekter är att föraren har en bra kontroll på däckstrycket samt att det ger säkrare körning och lägre olycksfallsrisk (Granlund, 1999).

Genom att utrusta en viss andel av virkesfordonen med CTI skulle skogsbruket kunna minska transportkostnaderna. Dessutom minskar behovet av stora virkeslager inför tjällossningen.

Framåtblick

Bättre väginformation och planeringsverktyg

Skogsnäringen har varit drivande i utvecklingen av den Nationella VägData-Basen (NVDB). NVDB är en förutsättning för att kunna utveckla moderna transportplaneringsverktyg för skogsnäringen och samhället i övrigt. Genom utvecklingen av olika transportplaneringsverktyg kan transportarbetet effektiviseras. Virkesflöden kan optimeras och flyttas över till järnväg, där så är lämpligt, samt styras mer effektivt. Vidare kan andelen lastkörning öka och felkörningen minska, samtidigt som trafiken styrs till de vägar som är bäst lämpade.

Detta är ett område som Skogforsk i dag arbetar intensivt inom. Skogforsk har redan i dag verktyg som testas i samarbete med skogsföretag och transportörer:

- FlowOpt är ett verktyg för strategisk analys och optimering av virkesflöden. Flera analyser har gjorts som visar på stora potentialer i insparade körsträckor.
- RuttOpt är ett verktyg för daglig planering av hela fordonsflottor. De första praktiska testerna visar på mycket intressanta resultat.

Större fordon

Ett sätt att minska bränsleförbrukningen och miljöpåverkan per transporterad enhet är att öka lastvikten. Med den i dag tillåtna fordonslängden (25,25 m) och dragbil med semitrailer, vore det möjligt att lasta på ytterligare en virkes-trave. Detta skulle innebära ytterligare ca 15 ton. Bruttovikten blir då ca 80 ton jämfört med dagens maximala 60 ton. För att inte öka belastningen på vägarna krävs nämligen ytterligare en eller två hjulaxlar. Miljöbelastningen och bränsleförbrukningen skulle i så fall kunna minska med drygt 20 % per transporterad enhet.

DRIVMEDEL

Syntetisk diesel framställd av skogsråvara, eller annan råvara som innehåller kol, kan på sikt ersätta fossila bränslen i drivning och transporter och därmed medverka till ett mer miljövänligt skogsbruk.

Skogforsk har testat ett syntetiskt bränsle (EcoPar) i ett par skogsmaskiner, både sommar och vinter. Det fungerade lika bra som vanlig diesel, och det gick inte att se några negativa effekter på bränsleförbrukning, bränslefilter, tätningar eller slangar. I provbänk var utsläppen av koloxid, kväveföreningar och kolväten lägre än för diesel, miljöklass 1 (MK1). En miljöanalys visar att bränslen gjorda på skogsråvara är bättre för miljön när man försöker värdera riskerna för klimatförändring, övergödning, försurning och marknära ozon. De priser som i dag gäller för EcoPar är i nivå med diesel MK1. Den framtida konkurrenskraften hänger på hur det syntetiska bränslet kommer att beskattas. Om det får samma skatt som diesel MK1 kanske skogsbruket redan om några år kör skogsmaskiner och lastbilar med bränsle från den svenska skogen.

Referenser

- Aldentun, Y. 1999. Livscykelinventering av fyra plantskolor. Skogforsk. Resultat nr 9, 1999.
- Arvidsson, P.-Å., Erikson, P., Eriksson, I., Rönnqvist, M., Westerlund, A. & Igeklint, P. 1999. Smartare vägval i skotning – bra för både ekonomi och miljö, Skogforsk, Resultat, Nr 22, 1999.
- Brunberg, T., m.fl. 2005. Standardiserad bränslemätning för skotare och skördare, Resultat Nr 10. Skogforsk.
- Forsberg, M. & Löfroth, C. 2002. Resultat Nr 18, Transmit. Skogforsk.
- Forsberg, M. 2001. Skotningsplanering. Arbetsrapport, Nr 486. Skogforsk
- Frej, J. & Tosterud, A. 1989. Det storskaliga skogsbrukets system och metoder – Drivning, skogsvård och vägar 1987–1992. Redogörelse Nr 6. Stiftelsen Skogsarbeten.
- Granlund, P. 1999. Bra affärer med CTI på virkesbilar. Resultat Nr 4. Skogforsk.
- Hallonborg, U., m.fl. 2005. Dragkraft och virkesskador med fyra typer av matarvalsar.
- Larsson, M. & Myhrman, D. 2001. FoU för minskad miljöpåverkan av skogsbrukets arbetsmaskiner – nuäge och förslag till framtida FoU-insatser. Skogforsk, Stencil 2001-03-02.
- Löfgren, B. & Brunberg, T. 1997. Bränslebesparingsåtgärder på kranar.
- Löfgren, B., Berg, S. 2003. Resultat Nr 15. Syntetiskt bränsle. Skogforsk.
- Löfgren, B., m.fl. 1999. Skotartest 98. Resultat Nr 2, Skogforsk.
- Löfroth, C. & Wåhlberg af, A. Resultat, Nr 16, 2004. Bränslesnål körning. Skogforsk.
- Löfroth, C. & Rådström, L. Bränsleförbrukning och miljöpåverkan vid drivning och vidaretransport. Skogforsk. Stencil 2006.
- Myhrman, D., Norén, O. & Larsson, M. 2001. FoU för minskad bränsleförbrukning och miljöpåverkan av jord- och skogsbrukets maskiner. Skogforsk. Stencil 2001-03-09.
- Nordlund, S. 1996. Drivningsteknik och metodutveckling i storskogsbruket. Resultat Nr 4. 4 s. Skogforsk.
- SCB Statistik över inregistrerade lastbilar, 2005.
- Skogsåkarnas hemsida, www.skogsakarna.se, 2005-06-07.
- TSG-rekommendation 2005-1, 2005-2. Skogforsk.
- Westman, M. 2000. ITH – Energiförbrukning i hydraulsystem på engresppsskördare.
- VSV Frakts hemsida, www.vsv.se 2005-06-08.

Muntliga uppgifter

(Algotsson, pers. komm. 2005; Berggren, pers. komm. 2005)

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2009

År 2009	
Nr 669	Almqvist, C., Eriksson, M. & Gregorsson, B. 2009. Cost functions for variable costs of different Scots pine breeding strategies in Sweden. 12 s.
Nr 670	Andersson, M. & Eriksson, B. 2009. HANDDATORER MED GPS. För användning vid röjningsplanläggning och röjning. 25 s.
Nr 671	Stener, L.G. 2009. Study of survival, growth, external quality and phenology in a beech provenance trial in Rånna, Sweden. 12 s.
Nr 672	Lindgren, D. 2009. Number of pollen in polycross mixtures and mating partners for full sibs for breeding value estimation. 15 s.
Nr 673	Bergkvist, I. 2009. Integrerad avverkning av grotbuntar. 21 s.
Nr 674	Rosvall, O. 2009. Kompletterande strategier för det svenska förädlingsprogrammet. 26 s.
Nr 675	Arlinger, J., Barth, A. & Sonesson, J. 2009. Förstudie om informationsstandard för stående skog. 21 s.
Nr 676	Nordström, M. & Möller J. J. 2009. Den skogliga digitala kedjan – Fas 1. 38 s.
Nr 677	Möller J.J., Hannrup, B., Larsson, W., Barth, A. & Arlinger, J. 2009. Ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle baserat på skördardata. 36 s.
Nr 678	Enström, J. & Winberg, P. 2009. Systemtransporter av skogsbränsle på järnväg. 27 s.
Nr 679	Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. – Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E, Bracke C16.A och LogMax 4000, Mellanskog, Färila. 43 s.
Nr 680	Iwarsson Wide, M. 2009. Jämförande studie av olika metoder för skogsbränsleuttag. Metodstudie – uttag av massaved, helträd, kombinerat uttag samt knäckkvistning i talldominerat bestånd, Sveaskog, Askersund. 25 s.
Nr 681	Iwarsson Wide, M. 2009. Teknik och metod Ponsse EH25. – Trädbränsleuttag med Ponsse EH25 i kraftledningsgata. 14.
Nr 682	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag med Bracke C16. – Bränsleuttag med Bracke C16 i tall respektive barrblandskog. 14 s.
Nr 683	Thorsén, Å. & Tosterud, A. 2009. Mer effektiv implementering av FoU-resultat. – En intervjuundersökning bland Skogforsks intresenter. 58 s.
Nr 684	Rytter, L., Hannerz, M., Ring, E., Högbom, L. & Weslien, J.-O. 2009. Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar – Med hänsyn till miljö och sociala värden. 94 s.
Nr 685	Bergkvist, I. 2009. Skördarstorlek och metod i förstagallring av tall och gran – studier av prestation och kvalitet i förstagallring. 29 s.
Nr 686	Englund, M. 2009. Röststyrning av aggregatet på en engreppsskördare – En Wizard of Oz-studie. 32 s.
Nr 687	Lindgren, D. 2009. Polymix breeding with selection forwards. 14 s.
Nr 688	Eliasson, L., Nordén, B. 2009. Fyra olika studier med A-gripen. 31 s.
Nr 689	Larsson, F. 2009. Skogsmaskinföretagarnas kundrelationer, lönsamhet och produktivitet. Under bearbetning. 44 s.
Nr 690	Jönsson, P., Löfroth, C. & Englund, M. 2009. Förarstol för stående arbetsställning – en pilotstudie. 12 s.
Nr 691	Brunberg, T., Lundström, H. & Thor, M. 2009. Gallringsstudier hos SCA vintern och sommaren 2009. 26 s.
Nr 692	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2009. Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverkning – Studie från avverkning hos Sca Skog AB. 11 s.
Nr 693	Nordén, B. & Eliasson, L. 2009. En jämförelse av ett Hugglinkssystem med en traktormonterad flishugg vid flisning på avlägg. 9 s.
Nr 694	Hannrup, B. et al., 2009. Utvärdering av ett system för beräkning och geografisk visualisering av avverkade kvantiteter skogsbränsle. 42 s.
Nr 695	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med BRACKE C16. 14 s.
Nr 696	Iwarsson Wide, M. 2009. Skogsbränsleuttag i vägkanter. Prestationsstudie – uttag av Skogsbränsle i vägkant med ponsse dual med EH 25. 15 s.

Nr 697	Almqvist, C. & Wennström, U. 2009. Granfröplantageskötselresa 2009-08-31–200-09-03. Noter från besök i respektive plantage. 22 s.
Nr 698	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.1 Initial analysis of drivers and barriers. 41 s.
Nr 699	Wilhelmsson, L. m.fl. 2009. D3.2 Existing models and model gap analyses for wood properties. 54 s.
År 2010	
Nr 700	Hannerz, M. & Cedergren, J. 2010. Attityder och kunskapsbehov – förädlad skogsodlingsmaterial. 56 s.
Nr 701	Rytter, R.M. 2010. Detektion av röta i bokved – resultat av mätthöjd, riktning och tidpunkt. 10 s.
Nr 702	Rosvall, O. & Lindström, A. 2010. Förädlings effekter i Sveriges skogar - kompletterande scenarier till SKA-VB 08. 31 s.
Nr 703	von Hofsten, H. 2010. Skörd av stubbar – nuläge och utvecklingsbehov. 18 s.
Nr 704	Karlsson, O. & Nisserud, F. 2010. Utveckling av en dynamisk helfordonsmodell för skotare. 73 s.
Nr 705	Eliasson, L. & Johannesson, T. 2010. Förröjningens påverkan på grotskotning – En studie av produktivitet, ekonomi, grotkvalitet hos SCA skog. 9 s.
Nr 706	Rytter, L. & Stener L.G. 2010. Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2010 för Energimyndighetens projekt 30346. 23 s.
Nr 707	Bergkvist, I. 2010. Utvärdering av radförbandsförsök anlagda mellan 1982-1984. 16 s.
Nr 708	Hannrup, B. & Jönsson, P. 2010. Utvärdering av sågmotorn F11-iP med avseende på uppkomsten av kapsprickor – en jämförande studie. 28 s.
Nr 709	Iwarsson Wide, M., Belbo, H. 2010. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag i mycket klen skog Skogsbränsleuttag med Naarva-Gripen 1500-40E och Log Max 4000, Mellanskog, Simeå 28 s.
Nr 710	Englund, M., Löfroth, C. & Jönsson, P. 2010. Inblandning av rött ljus i LED-lampor – Laboratoriestudier av hur människor uppfattar tre olika ljusblandningar. 7 s.
Nr 711	Mullin, T.J., Hallander, J., Rosvall, O. & Andersson, B. 2010. Using simulation to optimise tree breeding programmes in Europe: an introduction to POPSIM™. 28 s.
Nr 712	Jönsson, P. 2010. Hydrauliskt dämpad hytt – ett lyft för arbetsmiljön? 14 s.
Nr 713	Eriksson, B. & Sonesson, J. 2010. Tredje generationen skogsbruksplaner – Slutrapport DELproj 4 – Arbetsgång vid planläggning. 23 s.
Nr 714	Sonesson, J. 2010. Nya arbetssätt i skogsbruksplanläggning. 20 s.
Nr 715	Eliasson, L. 2010. Huggbilar med lastväxlersystem. 13 s.
Nr 716	Eliasson, L. & Granlund P. 2010. Krossning av skogsbränsle med en stor kross – En studie av CBI 8400 hos Skellefteå Kraft. 6 s.
Nr 717	Stener, L.G. 2010. Tillväxt, vitalitet och densitet för kloner av hybridasp och poppel i sydsvenska försök. 46 s.
Nr 718	Palmquist, C. & Sandberg, J. & Vibrationskomfort och ergonomi på förarstolar i skotare. 98 s.
Nr 719	Thor, M. 2010. Avverkning och hantering av virke och avverkningsrester vid angrepp av tallvedsnematoder i svensk skog. 42 s.
Nr 720	Fogdestam, N. 2010. Studier av Biotassu Griptilt S35 i gallring. 11 s.
Nr 721	Brunberg, T. 2010. Bränsleförbrukningen i skogsbruket. 12 s.
Nr 722	Brunberg, T. 2010. Rätt begrepp. 25 s.
Nr 723	Löfroth, C. & Svenson, G. 2010. ETT – modulsystem för skogstransporter – Delrapport för de två första åren. 130 s.
Nr 724	Rytter, L. & Lundmark, T. 2010. Slutrapport för Energimyndighetens projekt 30658. Trädslagsförsök med inriktning på massaproduktion. – Tree species trial with emphasis on biomass production. 24 s.
Nr 725	Rytter, R.M. & Högbom, L. 2010. Slutrapport för Energimyndighetens Projekt 30659. Markkemi och fastläggning av C och N i produktionsinriktade bestånd med snabbväxande trädslag – Soil chemistry and C and N sequestration in plantations with fast-growing tree species. 64 s.