



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 811–2013

En simulering av en integrerad skördare för förpackad flis vid energiuttag i gallring

Simulation of an integrated harvester for pre-packaged chips during energy harvest in early thinning

Lars Eliasson

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 811–2013

I Arbetsrapporter redovisar Skogforsk resultat och slutsatser från aktuella projekt. Här hittar du bakgrundsmaterial, preliminära resultat, slutsatser och färdiga analyser från vår forskning.

Titel:

En simulering av en integrerad skördare för förpackad flis vid energjuttag i gallring.

Simulation of an integrated harvester for pre-packaged chips during energy harvest in early thinning.

Bildtext:

Fotomontage av en möjlig flisbuntare.

Ämnesord:

Energigallring, Flisning,
Systemanalys.
Energy wood thinning,
chipping, system analysis.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2013
ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se



Lars Eliasson, docent. Arbetar på skogforsk med teknik och metodutveckling inom skogsbränsleområdet.

Abstract

There is potential to reduce costs and environmental impact if collection of forest fuel can be integrated with the work of a roundwood harvester. A number of ideas have been suggested for how this type of integration can be done, such as installing a logging residue bundler on the harvesting unit in the Besten ('the Beast') system. One of the more innovative and ambitious ideas is to install a chipping and packaging unit on a harvester. In this concept the machine would produce both saw timber logs and chips packaged in a plastic casing in the shape of cylindrical logs. Both products would then be forwarded to the landing and transported by logging trucks to the customers.

Skogforsk has simulated the use of such a machine in early thinnings. In the model, machine performance was based on existing data for multi-tree handling harvesters working in early thinnings, the capacity of a suitable chipping unit, estimated packaging times. Stand data was taken from stands suitable for energy wood harvest in early thinnings where no saw logs are harvested. The simulations showed that the machine would not be a competitive alternative to a more traditional harvesting system using a harvester and forwarder, and where partly-delimited tree sections are chipped on the landing and transported to the customer by truck.

Förord

Studien har finansierats av programmet ”Effektivare skogsbränslesystem – Program 2011–2014”, vilket ingår i Energimyndighetens temaprogram ”Uthållig tillförsel och förädling av bibränsle”. ”Effektivare skogsbränslesystem” finansieras av Energimyndigheten, Skogsbruket, Bränsleanvändarna och Skogforsk.

Uppsala 2014-03-03

Lars Eliasson

Innehåll

Inledning.....	4
Material och metoder.....	5
Basscenario	5
Övriga scenarier	5
Beståndsdata	6
Ekonomiska kalkyler	8
Resultat	8
Jämförelser med andra system	12
Diskussion	14
Slutsats	16
Referenser.....	16

Sammanfattning

Integrerade lösningar där rundvirkesavverkningen integreras med tillredning av skogsbränsle har en stor potential för att sänka kostnaderna och minska miljöbelastningarna. Ett antal idéer finns för hur integreringen bör ske, exempelvis att ett bunningsaggregat monteras på avverkningsenheten i ett bestensystem eller att en skördare utrustas med en flishugg som producerar flis av topparna på träden och packar den i stockformade standardförpackningar. För att belysa ekonomin i ett sådant system så har en integrerad maskins arbete simulerats vid uttag av energiflis i tidiga förstagallringar. Simuleringarna har baserats på momenttider från studier av skördare i energigallring och tekniska prestanda för en lämplig hugg. Under de förutsättningar som använts i simuleringen är den integrerade maskinen inte ett konkurrenskraftigt alternativ till konventionella avverkningsmaskiner vid uttag av energisortiment eller massaved i tidiga gallringar.

Inledning

Integrerade lösningar där rundvirkesavverkningen integreras med tillredningen av skogsbränslet har en stor potential för att sänka kostnaderna och minska miljöbelastningarna (Bergkvist, 2009). Ett antal idéer finns för hur integreringen bör ske, exempelvis att ett bunningsaggregat monteras på avverkningsenheten i ett bestensystem eller en skördare med en flishugg som producerar flis packad i standardiserade flisstockar (fliskorvar) av topparna på träden. En prototyp, Flispac, av den senare maskinen har tagits fram av Bruuns Innovation AB. För att belysa ekonomin i ett sådant system har arbetet för en integrerad maskin som producerar förpackad flis har simulerats. Effekterna av det nya sortimentet flisstockar i bränslekedjan har också utvärderats. En integrering av uttagen av rundvirke och skogsenergi kan tänkas förskjuta den ekonomiska sortimentsgränsen mellan rundvirke och energi jämfört med utfallet vid separat rundvirkes och skogsbränsleuttag.

Huvudmålet vid projektstarten var att visa på effekterna av en integrerad avverkning på:

1. Kostnader- och intäkter i rundvirkes- och skogsbränslehanteringen från avverkning till kund.
2. Effekter på sortimentsfördelningen i olika bestånd.
3. Utnyttjandet av de olika maskinerna i systemen.

I syfte att beskriva i vilka typer av bestånd integrerade uttag av rundvirke- och energisortiment är fördelaktigt gentemot en normal rundvirkesavverkning med efterföljande grotuttag. Under arbetets gång har intresset för en integrerad maskin fokuserats på energiuttag i röjningsgallringar och projektet har därför begränsats till simulering av en maskin för energiuttag i klen gallring. Detta har gjort att målet ändrats till att i första hand visa på effekterna på kostnader och intäkter vid en integrerad avverkning vid enbart uttag av skogsbränsle.

Material och metoder

Den integrerade maskinen har modellerats utifrån tidsstudiedata från liknande operationer samt tekniska prestanda och tillverkarnas uppskattningar där tidsstudiedata saknats. Tider för kranarbete inklusive fällning/sammanföring har hämtats från Iwarsson Wide och Belbos studier av energiuttag med skördare försedda med ackumulerande engreppsaggregat (Iwarsson Wide & Belbo, 2009 a och b). Tiden för maskinflyttningar mellan uppställningsplatser kommer också från Iwarsson Wides studier medan medelhastigheten vid terrängkörning till lossningsplats baseras på prestationsnormerna för skotning (Brunberg, 2004). Tiden för flisning är hämtat från Laimets produktdatablad för skruvflishuggen HP-25. Tiderna för bytet av plastrullar i maskinen är uppskattade utifrån erfarenheter av liknande arbeten, d.v.s. det finns inget bakomliggande studiedata.

BASSCENARIO

Bascenariot är ett realistiskt alternativ som baseras på studier av befintliga avverkningsmaskiner- och tekniska data för flishuggen- och plastningsenheten. Krancykeltiden, d.v.s. tiden för kran ut, fällning- och intagning, är satt lika med krancykeltiden från Iwarsson-Wides studie av ackumulerande avverkningsaggregat i energiuttag. I genomsnitt görs 3 krancykler per uppställningsplats, och 2,5 träd avverkas i varje krancykel. Tiden för förflyttning av maskinen mellan uppställningsplatser är i genomsnitt 0,3 minuter. Flishuggen antas mata in träden med en inmatningshastighet av 25 m per minut. Plasten på en rulle antas räcka till i medeltal 8 fliskorvar, eftersom det sitter 2 rullar i maskinen måste de bytas efter ca 16 fliskorvar. Varje fliskorv väger 330 kg och har en torrsvikt på 175 kg TS. Bytet av plastrullar från det att maskinen slutar producera till att den åter är i produktion antas ta 10 minuter. När maskinen har producerat 8 fliskorvar transporteras dessa till närmaste basväg (40 m med hastigheten 45 m/minut) där de lossas en och en. Lossningen inklusive byten mellan aggregat och grip antas ta i medeltal 7 minuter. Därefter kör maskinen tillbaka till den plats den slutade avverka på och fortsätter med avverkningsarbetet.

ÖVRIGA SCENARIER

Utöver basscenariot har ett antal andra scenarier testats (Tabell 1). Förutom scenarierna i tabellen så har BAS-scenariot körts med olika torrsvikt på fliskorvarna, förutom den normalt antagna vikten på 175 kg TS har vikterna 160 och 190 kg TS per fliskorv testats. Dessutom har basscenariot och Snabb R24 testats utan att maskinen skotar fliskorvarna till basvägen och i stället lägger av dem där lastutrymmet blev fullt.

Tabell 1.

De testade scenarierna. För variablerna Ackumulering, Krancykler per uppställningsplats, Fliskorvar per rulle, Bytestid och Lossningstid, anges det förväntade värdet då fördelningar använts i modellen.

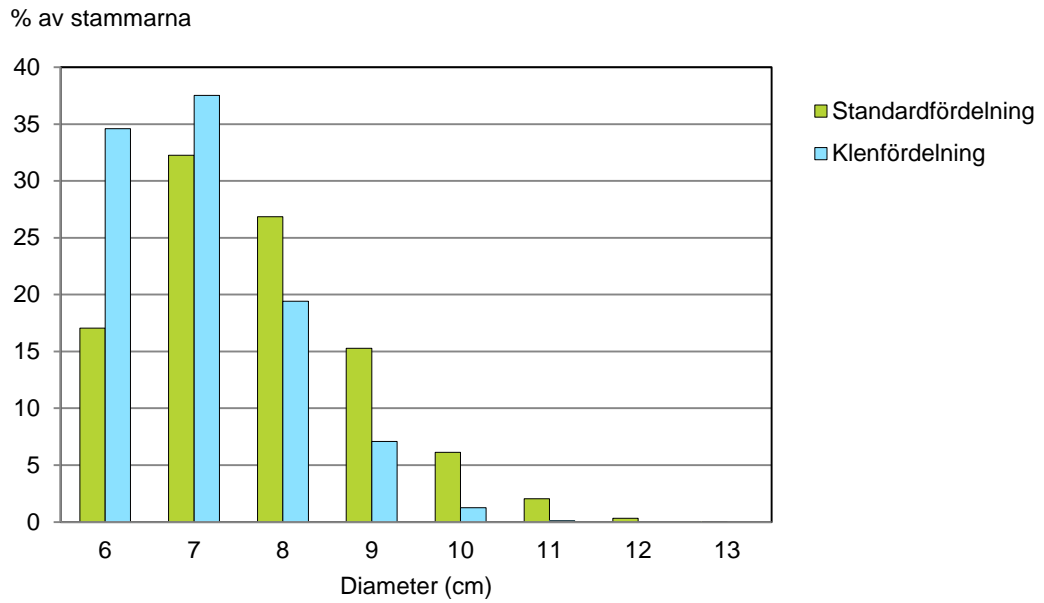
Scenarium	Relativ krantid	Akkumulering	Krancykler per uppställningsplats	Inmatningshastighet (m/min)	Fliskorvar per rulle	Bytestid	Lossning
BAS	1,0	2,5	3,0	25	8	10,0	7,0
Bas K90	0,9	2,5	3,0	25	8	10,0	7,0
Bas K90	1,25	2,5	3,0	25	8	10,0	7,0
Bas M50	1,0	2,5	3,0	50	8	10,0	7,0
Bas M75	1,0	2,5	3,0	75	8	10,0	7,0
Bas R24	1	2,5	3,0	25	12	10,0	7,0
Långsam	1,25	2,5	3,0	15	8	10	7,0
Snabb	0,9	2,5	3,0	75	8	10,0	7,0
Snabb R24	0,9	2,5	3,0	75	12	10,0	7,0

BESTÅNDSDATA

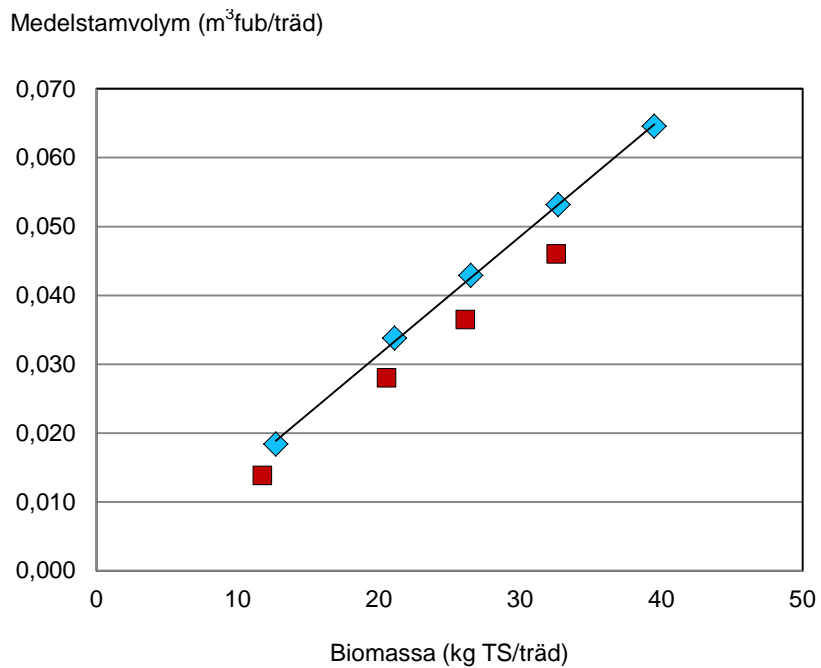
Vid genereringen av uttaget från bestånden har 2 diameterfördelningar använts dels en ”standardfördelning” som hämtats från Iwarsson, dels en ”klenfördelning” där en större del av träden ligger nära minimigränsen (Figur 1).

Diameterfördelningarna avser den grundtyvägda medeldiametern per krancykel, vilket gör att träd mindre än minimimedeldiameter hanteras av maskinen. Torrvikterna har beräknats med Marklunds (1988) funktioner som summan av stambiomassan och biomassan hos de levande grenarna. I biomassan ingår inte vikten av barr och döda grenar. Volymen har beräknats med Brandels (1990) funktioner varpå Ollas (1980) funktioner använts för att beräkna gagnvirkesvolymen. Sambandet mellan biomassamedelstam och volymmedelstam framgår av Figur 2, observera att sambandet beror på diameterfördelningarna.

Biomassan har omräknats till MWh med omräkningstalet 4,627, vilket enligt WE-calc är omräkningstalet för färsk flisad trädflis i VMF Qberas område (Mellansverige). En ökning av torrhalten till 55 % höjer omräkningstalet till 4,751 men eventuella torkeffekter under komprimeringsprocessen har ej tagits med i kalkylerna.



Figur 1. Fördelning av medeldiametern per krancykel för standardfördelningen (röda staplar) och klenfördelningen (blå staplar) med 6 cm minimi-medeldiameter.



Figur 2. Sambandet mellan medelträdvikt (kg TS) och medelstamvolym (m³fub gagnvirke >5 cm) för standardfördelningen (blå romber) och klenfördelningen (röda fyrkanter).

EKONOMISKA KALKYLER

Timkostnaden för maskinen har beräknats till 1 535 kr per arbetsplatstimme exklusive plast till lindningsenheten. Beräkningen baseras på Gösta Bruuns skattade slutpris på sin maskin, 6 500 000 kr samt jämförbar livslängd och reparationskostnad som en normal mellanskördare och en något högre bränsleåtgång (20 l per timme). Maskinen förutsätts vara på arbetsplatsen 90 % av den totalt schemalagda tiden, de övriga 10 % åtgår till flyttar mellan trakter och service. Avbrott hanteras av simuleringsmodellen.

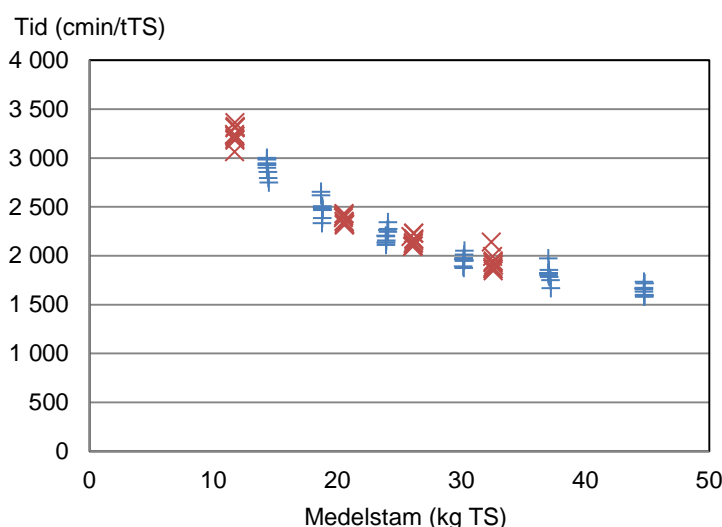
Det har antagits att det åtgår 0,7 kg plast per fliskorv och att plasten kostar 30 kr/kg, vilket ger en plastkostnad på 21 kr per fliskorv.

Vid beräkningarna av avverkningsnetton har 2011 års medelpris för flis 214 kr/MWh använts och massapriset har satts till 300 kr/m³ fub.

Skotningskostnaden har antagits vara något lägre för fliskorvarna än för rundvirke i gallring på grund av att de ligger samlade i relativt stora högar. Transporten av fliskorvarna från avlägg till industri har antagits vara likvärdig med transport av rundvirke. För jämförelse systemen har kostnader hämtats från 2010 års statistikuppgifter för klenträdsavverkning (Brunberg, 2011), samt Iwarssons studie av energigallring (Iwarsson Wide, 2011). Detta innebär att kostnaden för flisning och transport baseras på ett medeltal av de system som användes 2010 och inte det bästa möjliga systemvalet.

Resultat

Liksom tidsåtgången för en skördare är starkt beroende av medelvolymen på de avverkade träden är den integrerade maskinens tidsåtgång per producerat ton TS fliskorvar starkt beroende av medelvikten på de avverkade träden (Figur 3). Detta är inte förvånande då de två maskinerna har liknande arbetsmönster.



Figur 3.

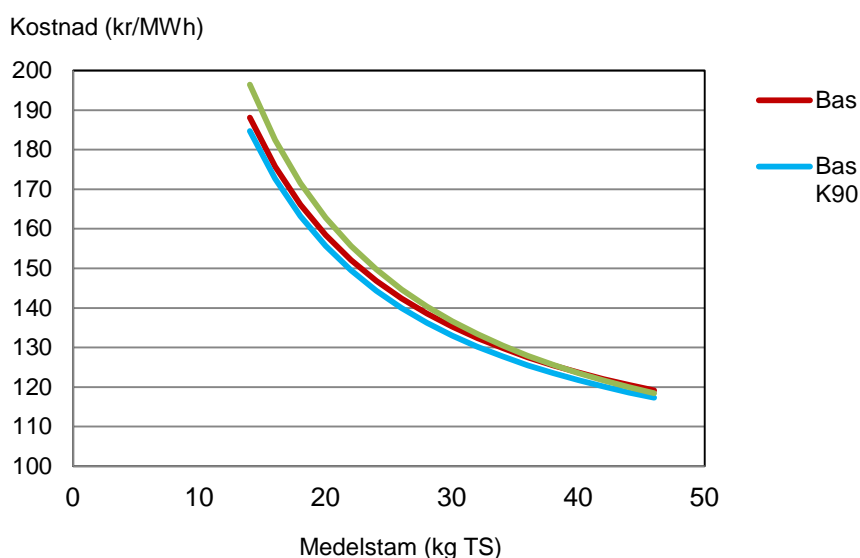
Tidsåtgång per ton TS beroende av medelstorleken på de avverkade träden. + representerar standardfördelningen, x representerar klenfördelningen.

Enligt grundkalkylen kostar maskinen 1 535 kr per timme exklusive plasten till fliskorvarna. Plasten är i sig en stor kostnadspost och kostar 30 kr per kilo och då det åtgår 0,7 kg per fliskorv blir kostnaden i basfallet 120 kr per ton TS flis, vilket motsvarar 25,93 kr per MWh. Då den totala produktionskostnaden för fliskorvarna i basscenariot är ca 147 kr per MWh vid en medelstam på 25 kg TS (Figur 4), d.v.s. 0,04 m³ fub, utgör plastkostnaden drygt 17 % av totalkostnaden.

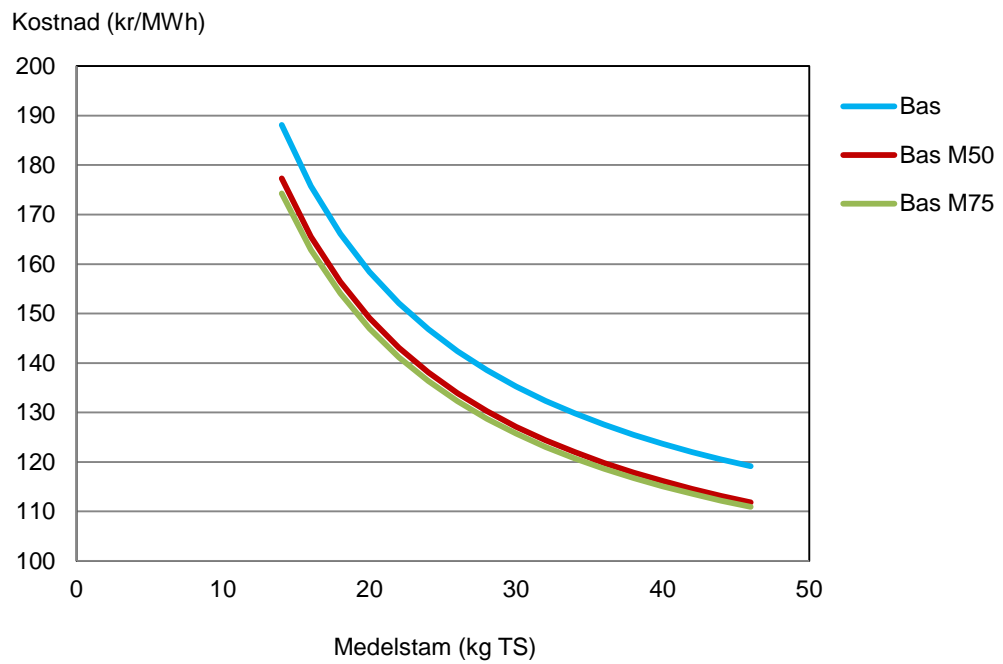
Från Figur 4 framgår också att en ökad snabbhet i kranarbetet inte påverkar kostnaden annat än marginellt. Ett långsammare kranarbete skulle öka kostnaden något för de klenare bestånden. Däremot skulle en ökning av huggens matningshastighet till 50 m/minut sänka kostnaden med drygt 8 kr per MWh (Figur 5).

En ökning av bytesintervallet för plastrullarna i maskinen från i medeltal var 16e till var 24e fliskorv ger en mindre kostnadssänkning i klen skog som ökar ju grövre skogen blir (Figur 6). Ändrar man vikten hos de producerade fliskorvarna får man en tydlig ändring i kostnaden per MWh (Figur 7). Den beror dels på att bytesintervallet för plastrullarna ändras relativt den producerade torrvikten men också på att plastkostnaden per kg TS ändras. Om torrvikten per fliskorv sänks till 160 kg blir plastkostnaden 28,40 kr per MWh och om den ökas till 190 kg blir plastkostnaden 23,90 kr per MWh.

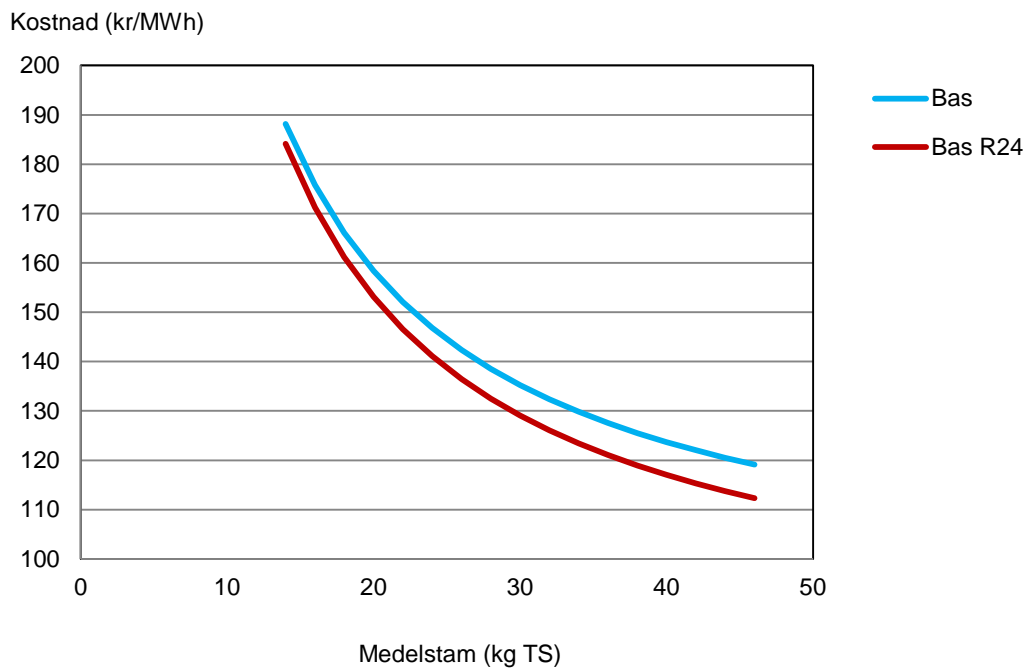
För att utvärdera hur en väl respektive mindre väl fungerande maskin fungerar jämförs scenarierna Snabb, Snabb R24, och Långsam med basscenariot i Figur 8. De snabba scenarierna medför en avsevärd kostnadssänkning mot basscenariot men kräver mer av föraren då han förväntas arbeta 10 % snabbare med kranen än en högpresterande skördarförare i energigallring. En ytterligare kostnadssänkning kan erhållas om föraren lägger av fliskorvarna där lastutrymmet blir fullt och inte skotar dem till basvägen (Figur 9). Detta medför å andra sidan att skotningskostnaden kommer att öka något.



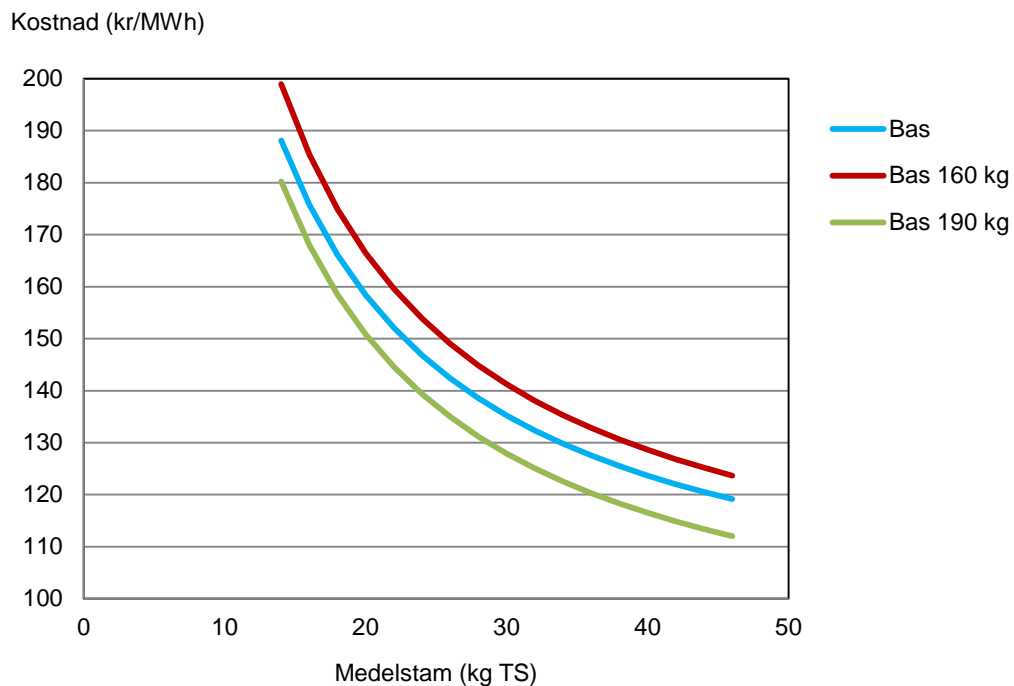
Figur 4. Basscenario med varierad kranhastighet, Kranhastigheten 90, 100, 125 % av den studerade föraren i Iwarssons studie av energigallring.



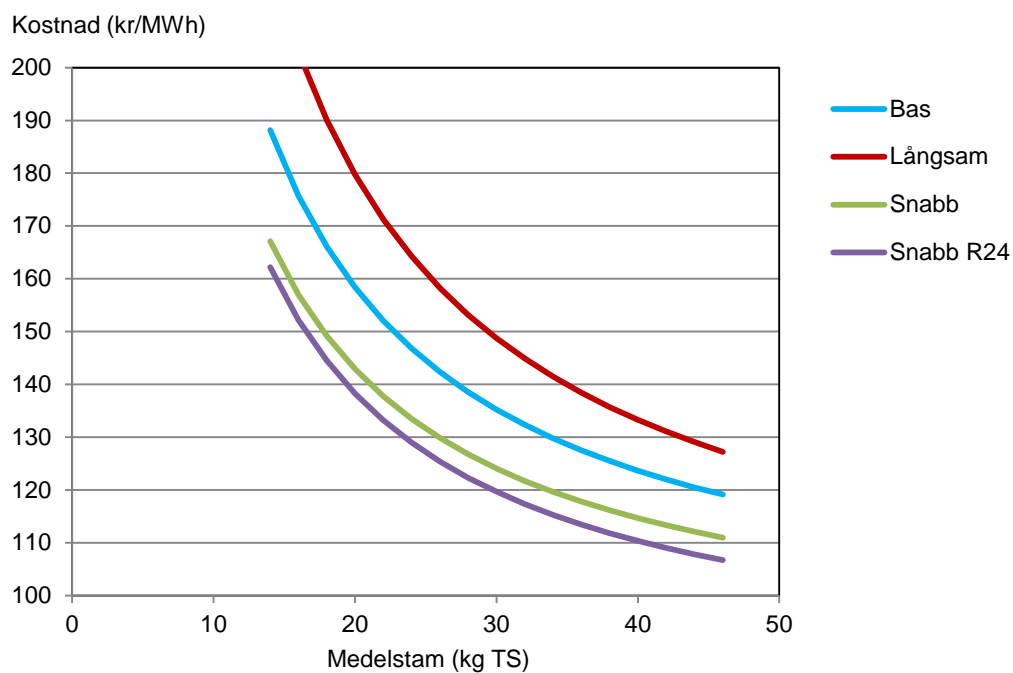
Figur 5.
 Basscenario med varierad matningshastighet på huggen, Bas = 25 m/min, Bas M50 = 50 m/min, samt Bas M75 = 75 m/min.



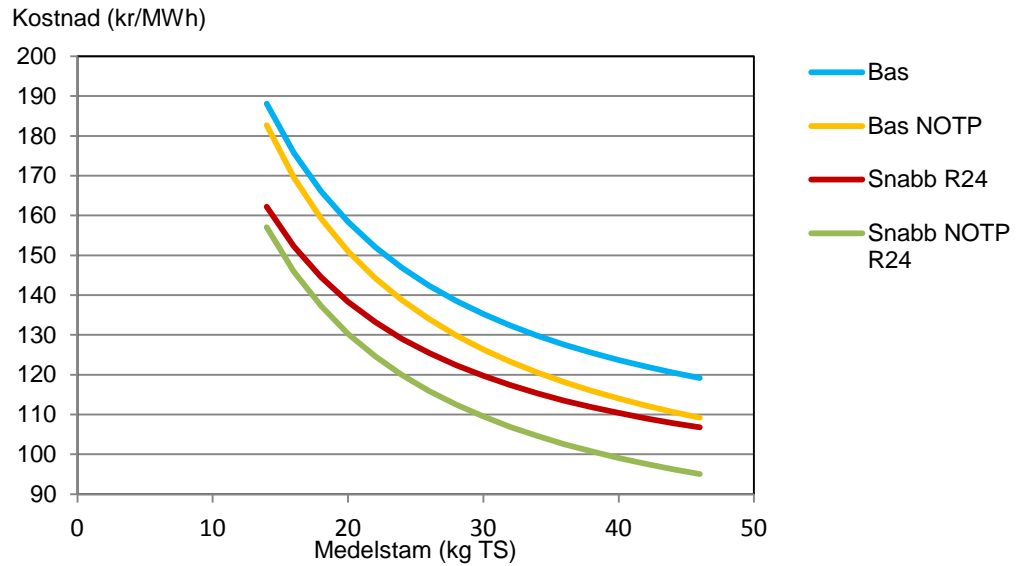
Figur 6.
 Basscenario med varierad antal fliskorvar mellan byte av plastrullarna i maskinen, Bas = 16 producerade fliskorvar mellan rullbyte, Bas R24 = 24 producerade fliskorvar mellan rullbyte.



Figur 7.
 Basscenario med varierad vikt per korv. Bas = 175 kg TS per korv, Bas 160 kg = 160 kg TS per fliskorv,
 Bas 190 kg = 190 kg TS per korv.



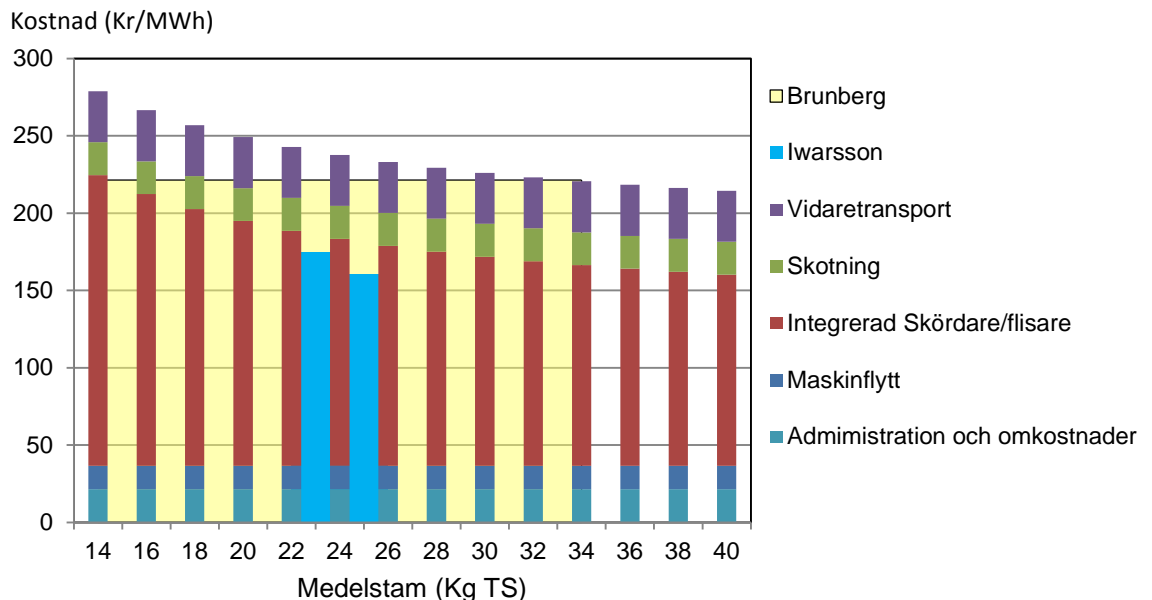
Figur 8.
 Kostnadsjämförelse av de välpresterande scenarierna Snabb och Snabb R24 med basscenariot samt det långsamma scenariot.



Figur 9. Kostnadsjämförelse av scenarier med och utan framkörning av fliskorvarna till basväg. Obs! brytpunkten på Y-axeln är 90 och inte 100 kr/MWh som i de övriga diagrammen.

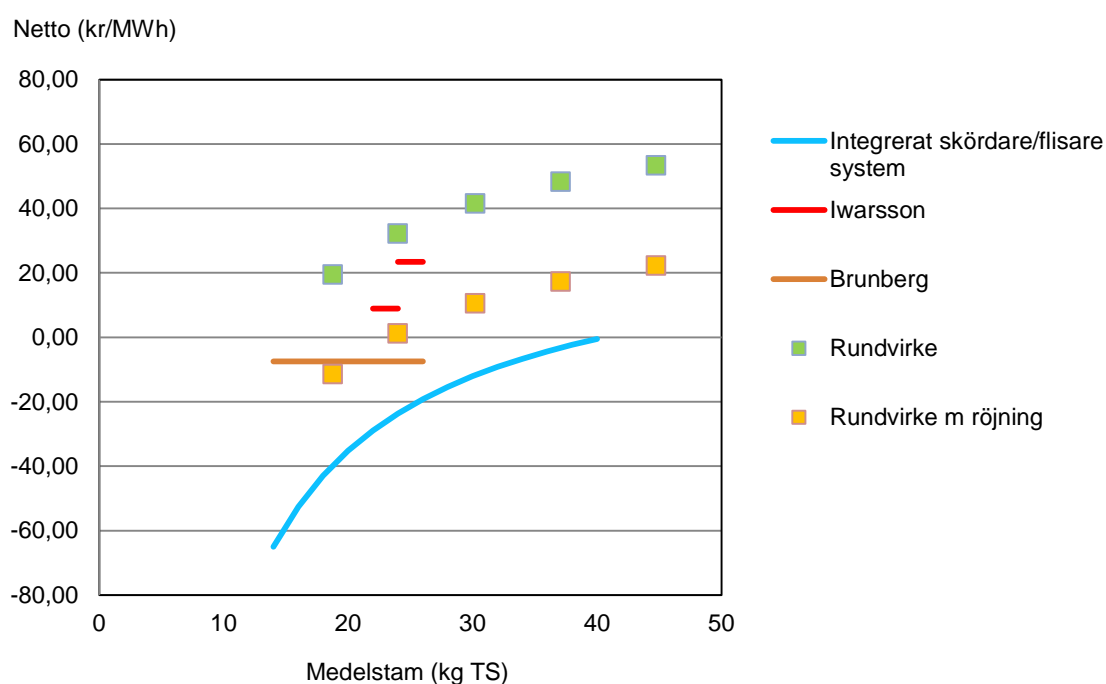
JÄMFÖRELSE MED ANDRA SYSTEM

Den totala kostnaden per MWh är högre för det integrerade maskinsystemet än den beräknade kostnaden för ett konventionellt skördarsystem vid uttag av delkvistad energived baserat på Iwarsson Wides (2011) studie (Figur 10). Jämför man med den uppgivna medelkostnaden enligt skogsbränsleenkäten blir alternativet med den integrerade maskinen dyrare för medelstammar upp till ca 32 kg TS (~0,054 m³ fub).



Figur 10. Kostnadsjämförelse mellan basscenariot för den integrerade skördaren för förpackad flis och 2010 års statistikuppgifter för klenträdsavverkning (Brunberg, 2011), samt Iwarssons studie av energigallring (Iwarsson Wide, 2011). I samtliga fall ingår administration, maskinflyttar, skotning och vidaretransport.

För att kunna jämföra det simulerade systemet med konventionella skördarsystem i rundvirkesavverkningar så måste även intäktssidan tas med. Det visar sig att ett konventionellt massavedsuttag som föregåtts av en röjning som kostar 3 000 kr per ha ger ett positivt netto från ca 24 kg TS per stam (Figur 11). Vid denna medelstam ger ett konventionellt energiuttag ett netto på mellan 10 och 20 kr per MWh beräknat från Iwarsson Wides (2011) data, medan systemet med den integrerade maskinen enligt basscenariot orsakar en förlust på ca 20 kr MWh. Noterbart är att totalkostnaden för klenträdsuttag enligt 2010 års statistik (Brunberg 2011) är så hög att den orsakar en förlust innan eventuell markägarersättning. Oavsett medelstam så når inte scenariot för den integrerade skördaren/flisaren upp till samma lönsamhet som något av de två konventionella gallringsscenarierna. När man passerat 35 kg TS per stam får nettot i rundvirkesavverkningen ses som något underskattat då det i dessa bestånd bör gå att ta ut både klentimmer och massaved.



Figur 11. Avverkningsnetto innan markägarersättning per MWh vid ett bränslepris på 214 kr/MWh och ett massavedspris på 300 kr per m³fub. Nettot beräknat på statistiken för 2010 års uttag har plottats som en linje i det troliga området för den avverkade medelstammen.

Diskussion

Den simulerade maskinen är tänkt att integrera arbetet för de två kostsammaste maskinerna vid uttag av energisortiment i gallring, skördaren och flishuggen. Vid rena energiuttag rationaliserar maskinen bort kvistning/kapningsmomentet i skördarfasen till en kostnad av en något längre intagningsstid eftersom allt material måste matas in i flishuggen. För flishuggsdelen rationaliseras inget effektivt flisningsarbete bort eftersom det som begränsar kapaciteten på en flishugg vid flisning av träddelar oftast är huggens kapacitet. Å andra sidan uppkommer tidsförluster vid flisningen på grund av att man måste vänta på förpackningsenheten och att kranarbetet i avverkningsfasen begränsar inmatningen. Däremot kan man minska transporttiderna för den producerade flisen speciellt om fliskorvarna läggs av direkt när lastutrymmet är fyllt. Då maskinen är dyrare per timme än en skördare och inte presterar avsevärt mer och en separat flishugg med samma kostnad per timme producerar avsevärt mer flis per timme kräver konceptet antingen avsevärda kostnadsbesparingar vid terräng- och vägtransport samt för mottagaren eller att priset för förpackad flis blir högre än för normal skogsflis.

Jämfört med skotning av delkvistade energisortiment går det att öka vikten per skotarlass vid skotning av förpackad flis då lastvikten regelmässigt är låg vid skotning av klent virke. Buntad grot har ungefär samma dimensioner som de simulerade flisstockarna och specialbyggda lastbilar för bunttransport har ca 15 % högre maximal lastvikt än en flisbil. Däremot kan en bil för delkvistad energived komma upp i likvärdiga lastvikter som specialbilen för bunttransport. För att få effektiva transporter krävs att lastningstiderna för flisstockarna kan jämföras med den för rundved, men krävs det att man arbetar försiktigt för att stockarna inte ska gå sönder vid lastningen kan man snabbt förlora de fördelar man har av en något högre lastvikt. I beräkningarna för det normala skördarsystemet vid avverkning av delkvistade träddelar har flisningskostnaden tagits från skogsbränsleenkäten (Brunberg, 2012). Hade i stället bästa alternativ, transport av delkvistad energived med virkesbil och flisning med en stor trumhugg på terminal, valts hade flisningskostnaden sjunkit med ca 30 %.

Ett högre pris från mottagaren kan motiveras av enklare vedgårdshantering, jämnare kvalitet eller ett högre energivärde. Då flisen är hermetiskt försluten i stockarna bör fukthalten hållas relativt konstant vilket gör att kunden vet hur fuktig flisen är. Den osäkerhet som finns för hur den förpackade flisen påverkas av långtidslagring gör att en lagringsstudie av inplastad flis bör göras för att man ska få en rimlig bedömning av energivärdet efter lagring. Även om ingen aerob nedbrytning förekommer så påverkas flisen av anaeroba processer under lagringen.

Enligt Gösta Bruun uppstår en torkeffekt i då flisen komprimeras, vilket kan ge torrare flis än de 50 % som har använts i beräkningarna. Det finns belägg för att komprimering kan ge en sådan effekt i litteraturen (Yoshida m.fl. 2010). En ökning av torrhalten till 55 % ökar energiinnehållet per ton TS med 2,7 procent vilket gör att de presenterade kostnaderna per MWh kan sänkas med 2,6 %. Torrhalten påverkar troligen inte jämförelserna i Figur 11 och 12 speciellt mycket då samma torrhalt (50 %) har använts för de studier resultaten har jämförts med. Vid uttag av virke från energigallringar i form av träddelar eller delkvistad energived kan man förvänta sig en viss, ibland avsevärd, torkning under den tid då materialet ligger i vält. Årsmedel-torrhalten för leveranser av träddelar och delkvistad energived var 2010 ca 63 %.

I simuleringarna har förutsatts ett integrerat system som flisar och gör fliskorv av hela uttaget. I en simulering av ett kombinerat uttag av timmer och flis eller timmer, massaved och flis ökar kranarbetstiden med upparbetningstiden för de stockar som produceras. Redan i nuläget är kranarbetet en begränsande faktor för den teoretiska prestationen om man räknar med en matningshastighet på huggen som når eller överstiger 50 m per minut. Vid ett timmeruttag blir kranarbetet helt klart begränsande även vid lägre matningshastigheter. Den flisade längden på trädbuntarna minskar då med längden på det uttagna timret samtidigt som den i krancykeltiden ingående tiden för kvistning och kapning ökar med längden på det uttagna rundvirket.

Det är inte troligt att krancykeltiderna går att minska i någon större omfattning då de är baserade på rena studietider av en erfaren förare som arbetat med flerträdshalterande teknik i energigallringar av klen förstagallringsskog. Det är snarare så att de använda tiderna kan vara något optimistiska. Flishuggens prestation verkar inte vara någon flaskhals för den integrerade maskinens arbete. Däremot är plasthanteringen i själva förpackningsenheten en stor flaskhals och tiden mellan bytena av plastrullarna borde vara betydligt längre. Med de använda förutsättningarna måste man byta rullar i maskinen 1 gång per timme om man har en medelstamvikt på 25 kg TS. Förutom att det innebär att 1/6 av arbetstiden används för byten av plastrullar så innebär det också att man måste ha plats för minst 14 extrarullar på maskinen för att inte behöva åka till avlägget för att hämta fler under skiftet. Problemet accentueras av att intervallen mellan rullbytena blir tätare ju högre maskinens produktivitet blir, därmed ökar även den relativa tiden för rullbyten med produktiviteten. En liknande effekt uppstår då maskinen skall transportera fliskorvarna till närmsta basväg. Då intervallet mellan dessa transporter bara är 8 fliskorvar är effekten på transporttiden ännu större. Det är därför rekommendabelt att inte transportera fliskorvarna mer än nödvändigt utan de bör läggas av så nära den punkt där lastutrymmen blivit fullt som det är möjligt.

Om man ska få maskinen lönsam så måste kostnaderna per producerad fliskorv sänkas. Maskinkostnaden på 1535 kr per timme exklusive plast är rimlig och givet maskinens pris och dess komplexitet torde det inte gå att sänka den. Dessutom har maskinutnyttjandet förutsatts att vara 2 240 arbetsplatstimmar per år vilket givet säsongvariationerna i skogsbränslebranschen måste anses vara mycket högt. Däremot är kostnaden för plasten runt fliskorvarna är i dagsläget en relativt stor del (ca 17 %) av produktionskostnaden och här borde det finnas en möjlighet att sänka mängden plast eller kostnaderna för plasten. Det är också eftersträvänsvärt att minska antalet stopp för att sätta i nya plastrullar. Simuleringsmodellen har gett en uppfattning om vad en rimlig prestationsnivå borde vara, men man får komma ihåg att maskinen bara är på ett idestadium. De gjorda skattningarna bedöms vara realistiska eller till och med lite optimistiska, vilket gör att det inte är troligt att prestationsnivån blir mycket högre om en maskin av denna typ skulle produceras.

Slutsats

Med de förutsättningar som använts i simuleringen är för den integrerade skördaren för förpackad flis är den inte ett konkurrenskraftigt alternativ till konventionella avverkningsmaskiner för uttag av bränsle eller massaved i tidiga gallringar.

Referenser

- Bergkvist, I. 2009. Är det dags för kombinerade grot- och rundvirkeskördare. Skogforsk, Uppsala, Sweden. Resultat Nr. 16, 4 s. ISSN: 1103–4173.
- Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd. Tall, gran och björk. SLU, Inst. F. Skogsproduktion, Garpenberg. Rapport Nr. 26, 183 s. ISBN 91-576-4030-0.
- Brunberg, T. 2004. Underlag till produktionsnormer för skotare. Skogforsk, Uppsala. Redogörelse Nr. 3 11 s. ISSN 1103–4580.
- Brunberg, T. 2011. Skogsbränsle: sortiment, metoder och kostnader 2010. Skogforsk, Resultat Nr. 8, 2 s.
- Iwarsson Wide, M. 2011. Var går gränsen? Massaved och/eller energiuttag i klen gallring. Skogforsk, Resultat Nr. 9, 4 s.
- Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009a. Flerträdshantering och matarhjul ger effektiv avverkning i klen skog. Skogforsk, Resultat Nr. 14, 4 s.
- Iwarsson Wide, M. & Belbo, H. 2009b. Jämförande studie av olika tekniker för skogsbränsleuttag. Skogsbränsleuttag med Naarva-gripen 1500–40e, Bracke c16.a och Log max 4000, Mellanskog, Färila. Skogforsk, Arbetsrapport nr. 679, 39 s.
- Marklund, L.G. 1988. Biomassafunktioner för Tall, Gran och Björk i Sverige. SLU, Inst. f Skogstaxering. Rapport nr 45, 73 s. ISBN 91-576-3524-2.
- Ollas, R. 1980. Värdering av stående skog – Några nya utbytesfunktioner. Sägverken: 59–65.
- Yoshida, T., Sasaki, H., Takano, T. & Sawabe, O. 2010. Dewatering of high-moisture wood chips by roller compression method. Biomass and bioenergy 34: 1053–1058.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2012

2012

- Nr 758 Ljöfroth, C. & Svenson, G. 2012. ETT – Modulsystem för skogstransporter – En trave Till (ETT) och Större Travar (ST). 151 s. ETT – Modular system for timber transport One More Stack (ETT) and Bigger Stacks (ST). p. 156.
- Nr 759 von Hofsten, H., Johannesson, T. & Aneryd, E. 2012. Effekter på stubbskördens produktivitet beroende på klippningsgraden. Impact of stump splitting on harvest productivity 22 s.
- Nr 760 Jönsson, P. & Englund, M. 2012. Air-Hawk-luftkudde. Ergonomiskt hjälpmedel för skogs- och jordbruksmaskiner. 22 s.
- Nr 761 Rosvall, O. & Lindgren, D. 2012. Inbreeding depression in seedling seed orchards. – Inavelsdepression i fröplantsplantager. 14 s.
- Nr 762 Hannrup, B. & Lundgren, C. 2012. Utvärdering av Skogforsks nya barkfunktioner för tall och gran – En uppföljande studie. – Evaluation of Skogforsk's new bark equations for Scots pine and Norway spruce. 26 s. 26 s.
- Nr 763 Englund, M. 2012. LED-ljus i aggregatet – En pilotstudie. – LED lighting on the harvester head. – A pilot study. 6 s. 5 s.
- Nr 764 Bhuiyan, N., Arlinger J. & Mölller, J.J. 2012. Kartunderlag för effektivare grotskotning genom export av shapefiler. – Map support for forwarding of logging residues through export of shape files. 22 s.
- Nr 765 Brunberg, T. & Lundström, H. 2012. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 1170E hos Holmen Skog vintern 2012. – Study of multiple tree handling in clear cutting with John Deere 1170E together with Holmen Skog in the winter of 2012. 7 s.
- Nr 766 Löfgren, B., Englund, M., Jönsson, P., Wästerlund, I. & Arvidsson, J. 2012. Spår djup och marktryck för skotare med och utan band samt styrbar boggi. 15 s. – Rut depth and ground pressure for forwarder with and without tracks. 18 s.
- Nr 767 Eriksson, B. 2012. Utveckling i outsourcad skogsvård. – Improving productivity and quality in out sourced silviculture 14 s.
- Nr 768 Fogdestam, N., Granlund, P. & Eliasson, L. 2012. Grovkrossning och sällning av stubbar på terminal. – Coarse grinding of stumps and sieving of the produced hog fuel. 9 s.
- Nr 769 Hannerz, M. 2012. Vem besöker Kunskap Direkt och vad tycker de? – Who visits Knowledge Direct (Kunskap Direkt) and what do they think of it? 38 s.
- Nr 770 Barth, A., Sonesson, J., Thor, M., Larsson, H., Engström, P., Rydell, J., Holmgren, J., Olofsson, K. & Forsman, M. Beståndsmätning med mobila sensorer i skogsbruket. – Forest measurements with mobile sensors in forestry. 32 s.
- Nr 771 Skutin, S.-G. 2012. Lönsamhet för CTI på virkesfordon. Profitability for CTI on roundwood haulage vehicles. – Cost-benefit analysis of using CTI on roundwood haulage vehicles 25 s.
- Nr 772 Sonesson, J., Mohtashami, S., Bergkvist, I., Söderman, U., Barth, A., Jönsson, P., Mörk, A., Jonmeister, T. & Thor, M. 2012. Beslutsstöd och metod för att minimera markpåverkan vid drivning. – Slutrapport från projekt ID 0910/143-10. – Decision support and methods to minimise ground impact in logging – Final report of project ID 0910/143-10. 22 s.

- Nr 773 Barth, A., Sonesson, J., Larsson H., Engström, P., Rydell, J., Holmgren, J., Olofsson, K., Forsman, M. & Thor, M. 2012. Beståndsmätning med olika mobila sensorer i skogsbruket. – Use of mobile sensors in forestry to measure stand properties. 32 s.
- Nr 774 Brunberg, T. 2012. Studie av flerträdshantering i slutavverkning med John Deere 1270E hos SCA Skog hösten 2012 – Study of multiple tree handling in clear cutting with John Deere 1270E together with SCA Skog in the autumn of 2012. 10 s.
- Nr 775 Eliasson, L., Granlund, P., von Hofsten, H. & Björheden, R. 2012. Studie av en lastbils monterad kross-CBI 5800 – Study of a truck-mounted CBI 5800 grinder. 16 s.
- Nr 776 Eliasson, L., Granlund, P., Johannesson, T., von Hofsten, H. & Lundström, H. 2012. Flisstorlekenes effekt på en stor skivhuggs bränsleförbrukning och prestation – Effect of target chip size on performance, fuel consumption and chip quality for a large disc chipper. 12 s.
- Nr 777 Eliasson, L., Granlund, P., Lundström, H. 2012. Effekter på bränsleförbrukning, prestation och fliskvalitet av klenträd vs bränsleved som råvara vid flisning med en stor skivhugg. – Effects of raw material on performance, fuel consumption and chip quality for a large disc chipper. 12 s.
- Nr 778 Friberg, G. & Jönsson, P. 2012. Kontroll av noggrannheten av GPS-positionering hos skördare. – Measuring precision of GPS positioning on a harvester. 9 s.
- Nr 779 Bergkvist, I. & Lundström, H. 2012. Systemet ”Besten med virkeskurir” i praktisk drift – Erfarenheter och Utvecklingsmöjligheter – Slutrapport från utvecklingsprojekt i samarbete med Södra skog och Gremo.– The ‘Besten with forwarders’ unmanned logging system in practical operation – experiences and development potential. Final report from development project in collaboration with Södra skog and Gremo 25 s.
- Nr 780 Nordström, M. 2012. Validering av funktioner för beräkning av kvantitet skogsbränsle vid stubbskörd – en pilotstudie. – Validation of functions for calculating the quantity of forest fuel in stump harvest – a pilot study. 33.
- Nr 781 Fridh, L. 2012. Utvärdering portabla fukthaltsmätare – Evaluation of portable moisture meters. 28 s.
- Nr 782 Johannesson, T., Fogdestam, N., Eliasson, L. & Granlund, P. 2012. Effekter av olika inställningar av den eftersträvade flislängden på prestation och bränsleförbrukning för en Bruks 605 trumhugg. – Effects of chip-length settings on productivity and fuel consumption of a Bruks 605 drum chipper.
- Nr 783 Hofsten von, H. & Johannesson, T. 2012. Skörd av brutna eller frästa stubbar – en jämförande tidsstudie. – Harvesting split or ground stumps – a comparative time study. 18 s.
- Nr 784 Arlinger, J., Nordström, M. & Möller, J.J. 2012. StanForD 2010. Modern kommunikation med skogsmaskiner. – StanForD 2010. – Modern communication with forest machines. 16 s.
- Nr 785 Arlinger, J., Nordström, M., Arlinger, J. & Möller, J.J. 2012. StanForD 2010. Modern communication with forest machines StanForD 2010. – Modern kommunikation med skogsmaskiner. p. 16.

2013

- Nr 786 Grönlund, Ö. & Eliasson, L. 2013. Knivslitage vid flisning av grot. Effects of knife wear on performance and fuel consumption for a small drum chipper. 11 s.
- Nr 787 Sonesson, J. & von Hofsten, H. 2013. Effektivare fältarbete med nya datakällor för skogsbruksplanering. – Greater efficiency in field work using new data sources for forestry planning. Final report to Stiftelsen Skogsällskapet, Project no. 0910-66/143-10 LOMOL. 19 s..
- Nr 788 Bhuiyan, N., Arlinger, J. & Möller, J.J. 2013. Kvalitetssäkring av beräkningsresultat från hprCM och konvertering av pri- till hpr-filer. – Quality assurance of calculation results from hprCM and conversion of prifiles to hpr files. 24 s.
- Nr 789 Brunberg, T. 2013. Bränsleförbrukningen hos skördare och skotare 2012. – Fuel consumption in forest machines 2012. 12 s.
- Nr 790 Eliasson, L. & Lundström, H. 2013. Skotning av hyggstorkad grot. – Skotare med Hultdins biokassett. – Forwarding of dried logging residue: study of Hultdins Biokassett 10 s.
- Nr 791 Andersson, G. & Frisk, M. 2013. Skogsbrukets transporter 2010. – Forestry transports in 2010. 91 s.
- Nr 792 Nordström, M. & Möller, J.J. 2013. Kalibrering av skördarens mätsystem. – En kartläggning av nuläge och utvecklingsbehov. A review of current status and development needs. 15 s.
- Nr 793 Lombardini, C., Granlund, P. & Eliasson, L. 2013. Bruks 806 STC. 0150 – Prestation och bränsleförbrukning. – Performance and fuel consumption of the Bruks 806 STC chipper. 9 s.
- Nr 794 Fridh, L. 2013. Kvalitetssäkrad partsmätning av bränsleved vid terminal. – Quality-assured measurement of energy wood at terminals. 32 s.
- Nr 795 Hofsten von, H. & Brantholm, M.-Å. 2013. Kostnader och produktivitet i stubbskörd. – En fallstudie. Productivity and costs in stump harvest systems-A case study 9 s.
- Nr 796 Brunberg, T. & Iwarsson Wide, M. 2013. Underlag för prestationshöjning vid flerträdshantering i gallring. – Productivity increase after multi-tree handling during thinning. 6 s.
- Nr 797 Jacobson, S. & Filipsson, J. 2013. Spatial distribution of logging residues after final felling. – Comparison between forest fuel adapted final felling and conventional final felling methods. Trädresternas rumsliga fördelning efter slutavverkning – Jämförelse mellan bränsleanpassad och konventionell avverkningsmetod. 19 s.
- Nr 798 Möller, J. J., Arlinger, J. & Nordström, M. 2013. Test av StanForD 2010 implementation i skördare.
- Nr 799 Björheden, R. 2013. Är det lönsamt att täcka groten? Effekten av täckpappens bredd på skogsbränslets kvalitet. – Does it pay to cover forest residue piles? Effect of tarpaulin width on the quality of forest chips. 16 s.
- Nr 800 Almqvist, C. 2013. Metoder för tidig blomning hos tall och gran. – Slutrapport av projekt 40:4 finansierat av Föreningen skogsträdsförädling. – Early strobili induction in Scots pine and Norway spruce. – Final report of Project no. 40:4, funded by the Swedish Tree Breeding Association. 26 s.

- Nr 801 Brunberg, T. & Mohtashami, S. 2013. Datoriserad beräkning av terrängtransportavståndet. – Computerised calculation of terrain transport distance. 8 s.
- Nr 802 Johan Sonesson, Lars Eliasson, Staffan Jacobson, Lars Wilhelmsson & John Arlinger. Analy ses of forest management systems for increased harvest of small trees for energy purposes in Sweden. – Analys av skogsskötselsystem för ökat uttag av klenträäd som bränslesortiment 32 s..
- Nr 803 Edlund, J., Jonsson, R. & Asmoarp, V. 2013. Fokusveckor 2013 – Bränsleuppföljning för två fordon inom ETTdemo-projektet, ST-kran och ST-grupp. – Monitoring fuel consumption of two rigs in the ETTdemo project, ST-crane and ST-group. 22 s.
- Nr 804 Iwarsson-Wide, M., Olofsson, K., Wallerman, J., Sjödin, M., Torstensson, P. O., Aasland, T., Barth, A. & Larsson, M. 2013. Effektiv volymuppskattning av biomassa i vägkanter och ungskogar med laserdata. – Effective estimate of biomass volume on roadsides and in young forests using laser data 40 s.
- Nr 805 Iwarsson-Wide, M., L., Bäfver, Renström, C. & SwedPower, P. 2013. Fraktionsfördelning som kvalitetsparameter för skogsbränsle – Kraft- och värmeverkens perspektiv. 38 s.
- Nr 806 Englund, M. & Jönsson, P. 2013. LED-lampor i såglådan – En pilotstudie. – LED lamps in the saw box – A pilot study. 8 s.
- Nr 807 Nordlund, A., Ring, E., Högbom, L. & Bergkvist, I. 2013. Beliefs among Formal Actors in the Swedish Forestry Related to Rutting Caused by Logging Operations. – Attityder och åsikter med koppling till körskador inom olika yrkesgrupper i skogsbruket 18 s.
- Nr 808 Arlinger, J. & Jönsson, P. 2013. Automatiska tidsstudier i skogsmaskinsimulator. – Driftuppföljning och produktionsdata enligt StanFord 2010. Automatic time-studies in forest machine simulators – Operational monitoring and production data according to StanForD 2010. 10 s.
- Nr 809 Englund, M., Mörk, A. & Jönsson, P. 2013. Skotartävling på Elmia – Kran- och motorinställningars påverkan på bränsleförbrukning och tidsåtgång. Forwarder contest at Elmia. – Effect of crane and engine settings on fuel consumption and speed of work. 9 s.
- Nr 810 Eliasson, L., Lombardini, C., Lundstruöm, H. & Granlund, O. 2013. Eschlböck Biber flishugg – Prestation och bränsleförbrukning – Rangering av fliscontainrar med en John Deere 1410 containerskyttel.
- Nr 811 Eliasson, L. 2013. En simulering av en integrerad skördare för förpackad flis vid energiuttag i gallring. – Simulation of an integrated harvester for pre-packaged chips during energy harvest in early thinning. 16 s

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, 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.

Från Skogforsk nr. 811–2013



www.skogforsk.se