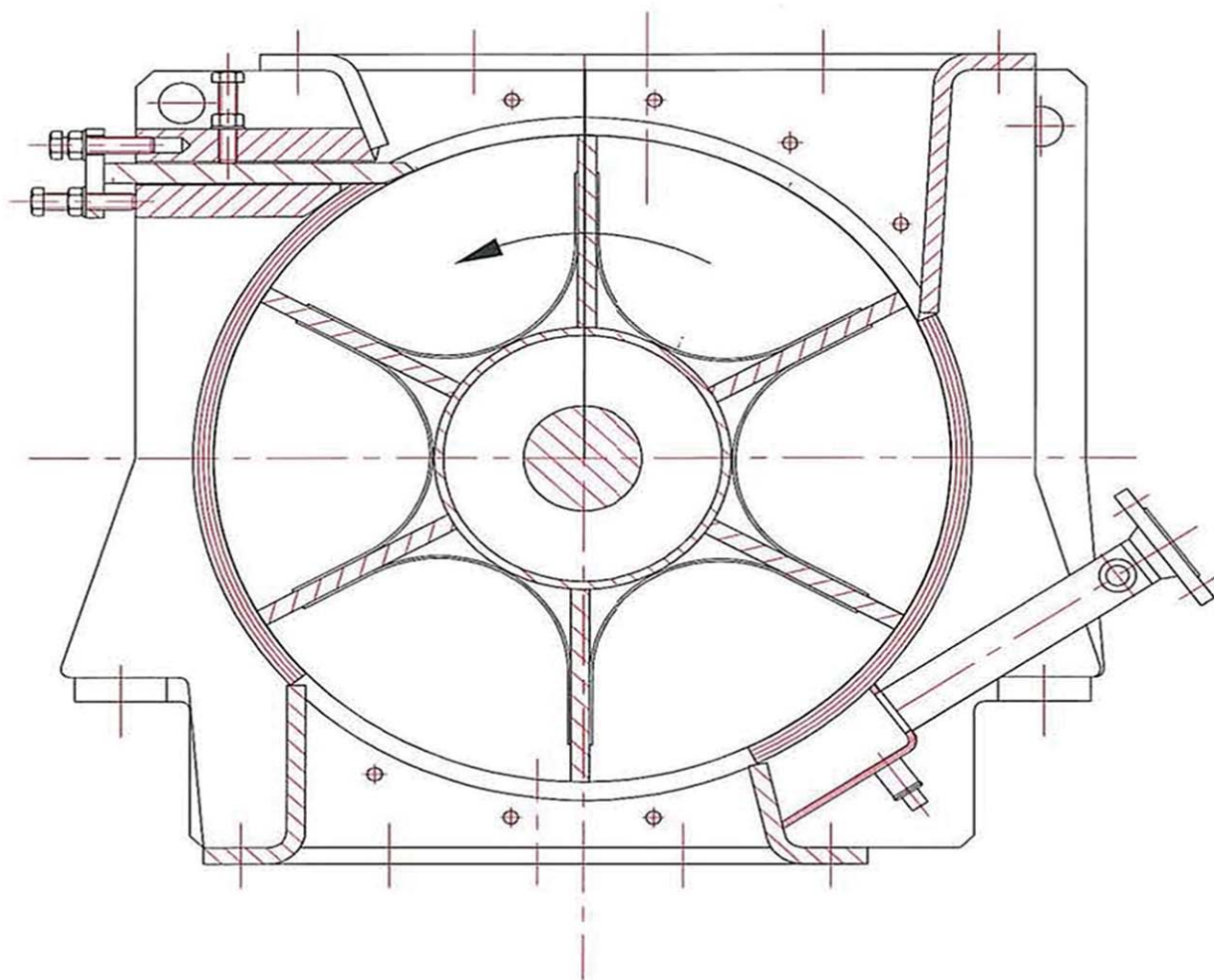




Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 847–2014

Grövre bränsle en omöjlig uppgift?

Larger fuel chips – an impossibility?

Tomas Johannesson och Rolf Njurell

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 847-2014

I serien Arbetsrapport finns bakgrundsmaterial, metodbeskrivningar, resultat, analyser och slutsatser från både pågående och avslutad forskning.

Titel:

Grövre bränsle en omöjlig uppgift?
Larger fuel chips – an impossibility?

Bildtext:

Principskiss av robust cellmatare.

Principle sketch of a robust
revolving feeder.

Ämnesord:

Skogsbränsle, sönderdelning,
fraktionsfördelning, cellmatare,
bränslekvalitet, bränslehantering.

Forest fuel, comminution, chip size
distribution, revolving feeder,
fuel quality, fuel handling.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2014

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



Tomas Johannesson, arbetar med forskning och skogsbränslerelaterad utbildning på Skogforsk sedan 2007. Ämnesområdet består främst av kvalitets- och effektivitetshöjande åtgärder inom produktionskedjan. Tomas arbetar även med planerings- och tillståndsfrågor som rör skogsbränsleavlägg.



Rolf Njurell, arbetar som seniorkonsult med i första hand hanteringsteknik och förbränning av fasta bränslen. Rolfs erfarenhet grundas på arbete hos ledande leverantörer i branschen samt de senaste 15 åren som konsult.

Abstract

Size and distribution is an important quality variable for the buyers of wood chips. It also has an impact for chipping contractors hence it affects productivity and fuel consumption for the operation. For wood chips which are to be stored for buffer, the chip size affects the dry matter losses. Therefore it is important to identify paths for use of a coarser chip size. However, by tradition there has been a fear to use coarse wood chips since it might cause an unacceptable number of oversize wood chips and thereby increase the risk for malfunctions for the fuel feeding system. This study was performed as a survey to find technical solutions and confirm attitudes among users of wood chips and manufacturers of fuel handling equipment. The result from the study shows a positive response from several manufacturers and a possibility that use and handling of wood chips can be simplified and more efficient. Thereby the cost for producing and use of wood chips could be lowered.

Innehåll

Sammanfattning.....	2
Inledning.....	2
Bränsledefinitioner.....	2
Metod.....	3
Resultat	4
Torrhaltsmätning vid ankomstk kontroll	4
Bränslemottagning, transport och lagring.....	4
Torkning av bränsle.....	6
Förbränning.....	6
Matning till panna.....	7
Diskussion	10
Förslag till fortsatt arbete.....	10
Referenser.....	11
Bilaga 1 Brev till tillverkare och användare	13

Sammanfattning

Detta projekt påbörjades under hösten 2012 som en enkätundersökning i syfte att klargöra och kartlägga vilka förutsättningar och vilka attityder som finns kring frågan om en ökad målfraktion på den bränsleflis som i dag används vid olika förbränningsanläggningar.

Hos förbrukare av skogsbränslen och tillverkare av utrustning för bränslehantering finns sedan tidigare en upparbetad kunskap kring detta. Samtidigt finns det anledning att tro att man vid planering av nya anläggningar inte alltid beaktar det faktum att bränslekostnaden skulle kunna reduceras genom att använda en något grövre bränsleflis, men då till en något högre installationskostnad.

Resultatet visar på en positiv inställning hos flera utrustningstillverkare och den samlade bilden visar på att det troligtvis går att effektivisera och förenkla hanteringen av skogsbränsle och därigenom sänka produktionskostnaderna.

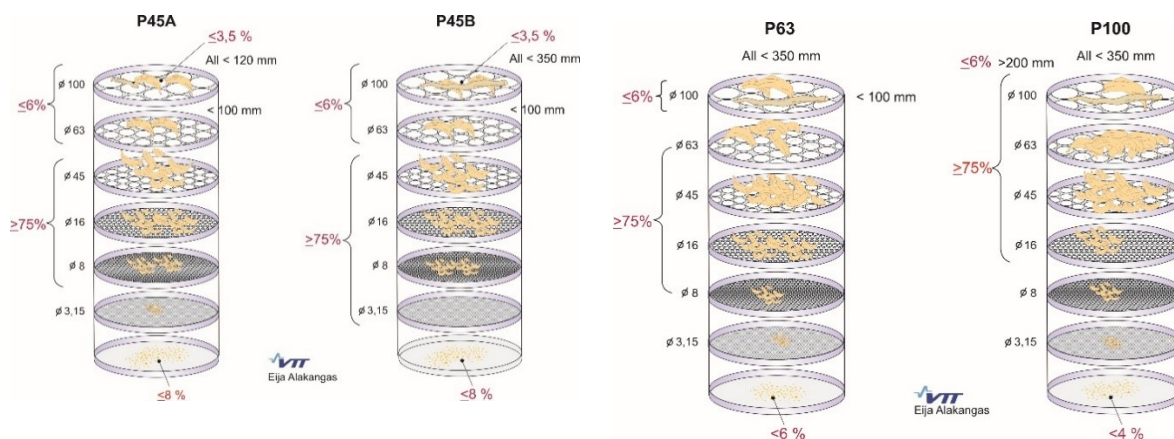
Inledning

Skogsbränslehantering och dess olika kostnadsposter från skogen till förbrukare, och därefter via bränslehanteringssystem och förbränningsprocess till levererad energi är en komplex verksamhet. Det har över tid framförts en rad har det under en längre tid framkommit olika förbättringsförslag för flera av de moment som ingår i den totala processen, att från skoglig biomassa skapa en förädlad energi i form av hetvatten eller ånga. En av de största kostnadsposterna är kostnaden för sönderdelning av skogsråvara, normalt grot, träd- delar, eller rundved, som skall användas som bränsle. Tidigare studier från Skogforsk (Eliasson, L. m.fl., 2014) påvisar vissa kostnadssänkningar vid sönderdelningsarbetet i de fall målfraktionen ökas utifrån de ”traditionella bränslenormerna”. Det har även påvisats att en ökad målfraktion leder till minskade substansförluster vid lagring (Anerud, E., 2014) samt att man från tillverkarhåll i många fall ser det som tänkbart att elda en grövre fraktion (Bäfver, L. och Renström, C., 2013).

Detta tillsammans har lett till frågeställningen om vad som är den ”känsliga flaskhalsen” och svaret har ofta från brukarhåll varit att grövre bränslefraktioner bedöms kunna öka antalet driftstörningar.

BRÄNSLEDEFINITIONER

I resonemanget kring bränslefraktioner diskuteras vanligen endast flisens storlek och fördelning. Detta är ofta en parameter i avtalet mellan leverantör och kund, då och pannorna konstruerats för ett optimum vid en viss fraktionsstorlek. Det vanligaste fraktionsmålet i svenska avtal är P45B där 75 vikt % ska ligga under 45 mm storlek (Figur 1).



Figur 1.

Figuren beskriver olika bränsledefinitionerna. Källa: Eija Alakangas VTT.

Projektet syftar att kartlägga möjligheterna till att öka målfraktionen från P45 till P100, d.v.s. en ökad andel flis i de grövre fraktionerna.

Metod

Studien påbörjades hösten 2012 genom en enklare frågeställning (Bilaga 1), riktad mot tillverkare och användare för att undersöka möjligheten att öka fraktionsstorleken, vilket kan påverka alla delar av en pannanläggning.

Av de 17 företagen som ingick i undersökningen svarade 10 stycken. Dessa representerades av:

- Sex olika förbrukare.
- Sex tillverkare av bränslehanteringsutrustning.
- Två tillverkare av mätutrustning.
- Tre tillverkare av torkutrustning.

I enkäten ställdes bl.a. frågan var storleksgränsen för bränslefraktionerna går för respektive operation samt i en del fall vilka konsekvenserna blir med en ökad fraktionsstorlek.

Samtliga delområden enligt nedan är representerade och sammanställda i respektive delområden. Till svaren har lagts författarnas egna erfarenheter.

Delområden som undersökts i frågeställningen:

- Torrhaltsmätning vid ankomstkontroll.
- Bränslemottagning, transport, beredning och lagring.
- Torkning av bränsle.
- Förbränning inklusive bränslematning.

Resultat

TORRHALTSMÄTNING VID ANKOMSTKONTROLL

Enkätsvaren anger att nuvarande teknik och inställningar baseras på dagens bränslefraktioner, oklart vilka. Valideringar som utförts pekar inte på att en något ökad målfraktion skulle komma att ha någon negativ inverkan.

Torrhaltsmätningarna vid leveranstillfället har stor betydelse då de ofta utgör underlag för ersättning. Däremot har torrhaltsmätning för andra ändamål t.ex. feed-forward-reglering av förbränning, styrning av tork m.m. inte samma höga krav på noggrannhet.

Den vanligaste metoden för torrhaltsmätning vid leveransinmätning är den gravimetriska. Bränsleprovet vägs, torkas och vägs igen varefter torrhalten beräknas som:

$$\text{Torrhalt \%} = 100 \times \frac{\text{Flisens torra massa}}{\text{Flisens råa massa}}$$

Enligt standard skall torkning ske tills att ingen viktminskning uppstår vid en fortsatt torkning. Detta innebär att metoden är okänslig för en grövre fraktion under förutsättning att nödvändig torktid fastställs vid en ökad målfraktion.

En annan metod för torrhaltsmätning vid leveransinmätning är NIR-sonden, som har typgodkänts av VMK. Vid de anläggningar som finns i drift har det vid validering inte framkommit något som tyder på att fraktionsstorleken har någon inverkan på resultatet vid NIR-mätningar. Vid en framtida fraktionsökning kan dock extra kalibreringar bli befogade, samt att mätningen bör relateras till en målfraktion.

På marknaden förekommer ytterligare ett antal metoder för torrhaltsmätning. Ingen av dessa är dock ännu ackrediterade av VMK för mätning av leveransinmätning av VMF.

BRÄNSLEMOTTAGNING, TRANSPORT OCH LAGRING

Enkätsvaren anger att fraktionsstorleken i detta sammanhang kan ökas till P100 eller mer.

Huvuddelen av landets bränsleleveranser sker till större anläggningar. Redan vid en storlek på 50 MW dimensioneras inte mottagningskapaciteten efter anläggningens bränsleförbrukning, utan efter logistiska principer, som öppetider för mottagning och frånvaro av väntetider vid lossning. Det betyder att de flesta större anläggningar är dimensionerade för en relativt stor kapacitet. Detta medför att utrustningen är kraftigt dimensionerad och kapabel att hantera skrymmande bränslefraktioner.

Principen att undvika storlekskänsliga maskiner, som matningsskruvar m.m. innan bränsleberedningen gör att en fraktionsökning inte påverkar funktionen i denna del av bränsleförsörjningen.

Främmande föremål är ett större problem i denna del och är inte relaterat till fraktionsstorlek. Hopfruset bränsle som också är ett driftstörningsproblem bör teoretiskt sett minska med en grövre målfraktion.

Bränsleberedningen finns oftast omedelbart efter mottagning. Vid bränsleberedningen sällas överstora flisbitar bort, s.k. rejekt, och sönderdelas ytterligare en gång. Det betyder att pannanläggningen ytterst sällan förses med överstort bränsle. Ett modernt skivsåll, som är den viktigaste i beredningen, har en sållöppning i storleksordningen 35×140 mm. Vid påmatningsdelen är sållöppningen reducerad till att endast acceptera flis i godkänd storlek. Detta betyder att s.k. dykare, längre fraktioner som kan ”dyka” genom sållet minimeras.

Ingen publik utvärdering av skivsållens kapacitet eller förmåga till avskiljning är känd. Dock visar stickprov vid anläggningar på att många såll är kraftigt överdimensionerade. Av sållens designade kapacitet kan användningen vara så låg som 20–30 % av sållytans area.

Tänkbara effekter av en ökad målfraktion

- Vid en ökad bränslefraktion ökar bränslets grovlek, tjocklek per automatik. Det kan betyda att sållens öppningar i framtiden måste ökas i breddmåttet, för att acceptera en grövre fraktion samtidigt som huvuddelen av fraktionen sällas av tidigare och sållen kan göras kortare.
- Befintliga anläggningar som tar emot en grövre målfraktion kan få en ökad andel översällning och därmed en ökad belastning på rejekt-krossen.

Rejekt-krossen efter skivsållet är normalt överdimensionerad och har ofta kapacitet för att klara 30–40 % av det totala flödet samtidigt som överstort material vanligtvis endast utgör några procent av bränslevolymen.

Ett antal anläggningar finns och flera byggs för närvarande med beredningsstationen efter veckolagret. Det innebär att hanteringsutrustningen måste klara av överstort bränsle. En grövre fraktion bör i dessa fall inte skapa större problem förutsatt att anläggningen är konstruerad för att hantera osållat bränsle.

Transportörer till veckolagret har samma dimensioneringsgrund, d.v.s. samma kapacitet som transportörerna efter mottagningen. Samtidigt har andelen överstort bränsle reducerats i beredningen. Den grövre fraktionen kommer inte att påverka funktionen negativt.

TORKNING AV BRÄNSLE

Enkätsvaren var enhälliga, torkleverantörerna vill ha ett bränsle med målfraktionen P45, d.v.s. en relativt finhuggen flis.

Den tid det tar för fukten att diffundera från bränslet styr uppehållstiden för att nå önskat torkningsresultat. Ett grövre, tjockare bränsle behöver således längre uppehållstid vid samma energinivå än ett tunnare bränsle vid samma energinivå. Konsekvensen av grövre bränslefraktion i en tork blir således att man behöver använda större torkar eller högre torkenergi för att nå den önskade torkningseffekten. Leverantörernas dimensioneringsunderlag baseras i dag på fraktioner runt P45.

Torkning av bränsle till förbränningsanläggningar är relativt ovanligt. Pelletsanläggningar är dock alltid utrustade med någon form av tork. Vid pelletstillverkning kan man inte fullt ut tillgodogöra sig den grövre fraktionens eventuellt lägre kostnad då bränslet ändå skall sönderdelas för att kunna pressas till pellets.

Förgasningsanläggningar är även de utrustade med torkar. Här är problemet med en grövre fraktion mer påtagligt, den grövre fraktionen passar utmärkt för förgasning men på samma sätt som för en förbränningsanläggning ökar investeringen i torkutrustningen.

FÖRBRÄNNING

Enkätsvaren ger en stor spridning. En leverantör anger P45 generellt som mest optimalt medan flera andra anger ett typiskt värde på P63. En leverantör anger även att det skulle vara intressant att utvärdera grövre fraktioner utanför vad som specificeras i SS EN-14961-1. Man kan således anta att vid en med relativt små ändringar av designen vid nybyggnation av en anläggning så går det att nå en effektiv förbränning även med en målfraktion större än den som normalt används i dag.

Rosterpannor

Primärluftfördelningen sker allmänt genom uppdelning i olika register och inom ett register genom tryckfallet över rosten. Leverantörerna anser dock att det är viktigt med ett visst tryckfall över bränslebädden för att inte få luftgenomblåsning, s.k. sticklågor. Bränslets karaktär och fraktionsspridningen påverkar tryckfallet. Leverantörerna anser att det bör vara en relativt stor fraktionsspridning på rosten för att hålla en någotsånär tät bädd av bränsle.

Utöver några äldre rosterpannor vid pappers- och massabruk är de flesta rosterpannor små. De finns företrädesvis vid små värmeverk eller industrier. Bränslet är oftast flisad rundved och träavfall från snickerier mm. Dessa kommer inte att använda grot som bränsle och påverkas därför inte av en grövre fraktion. Halvstora rosterpannor som eldar grot kan om det finns behov även fortsättningsvis använda P45 som bränsle om det krävs för primärluftfördelningen eller av mekaniska skäl.

FB pannor

Större pannor vid värmeverk domineras i dag av FB-pannor (Fluidiserande Bädd). Primärluftfördelningen sker då med dysor som blåser in luft i en sandbädd. Erfarenheterna från dessa visar att fördelningen av bränsle över bädden inte alltid är optimal då bränsle med fin fraktion inte har samma fallhastighet som ett bränsle av grövre fraktion. De fina fraktionerna tendera ofta att åka med rökgaserna varvid förbränningen sker i pannans sekundärzon, eller i värsta fall ännu högre upp. I sådana fall kan en grövre fraktion med längre uppehållstid bidra till en jämnare bränslefördelning och därmed även bidra till en jämnare bäddtemperatur. En del leverantörer av FB-pannor antyder att P100 kan vara en bra fraktion. Gränsen för fraktionsstorleken går där den enskilda flisbiten faller igenom den fluidiserade bädden och matas ut med askan. Skall man kunna tillgodogöra sig den grövre fraktionen för längre uppehållstid måste sållet i beredningen anpassas.

MATNING TILL PANNA

Stokermatare som bl.a. används för matning till snedrostpannor via fyllda stup eller ”lock hopper”, system med dubbla spjäll, är mindre känsliga för grovt bränsle än skruvmatare, som används i FB-pannor.

Cyklonugnar och moderna rosterugnar som matas med skruvstoker är känsliga för grövre fraktioner. Kvantiteterna av grot till dessa är dock begränsad.

Den primära begränsningen för bränsleinmatning till FB-pannor är cellmatarna (Figur 2) som redan med dagens målfraktioner kan ge upphov till driftsstörningar. Cellmatarna fyller två funktioner. Den ena är att på ett kontrollerat sätt ge rätt bränslemängd till pannan och den andra är att verka som brandspjäll för att undvika s.k. bakbränder i inmatningssystemet. Om en av cellerna i cellmatarer överfylls med grov flis eller med långa grenbitar som ställer sig på högkant, kan i värsta fall materialet fastna mot kniven och därmed hindra cellmatarens rotation. Även skruvmatare och skruvtransportörer till FB-pannor utgör begränsningar. I flertalet fall och i alla nya anläggningar kan detta dock byggas bort, genom att bl.a. använda maskiner med större diameter och göra övergångar mer strömningsvänliga.

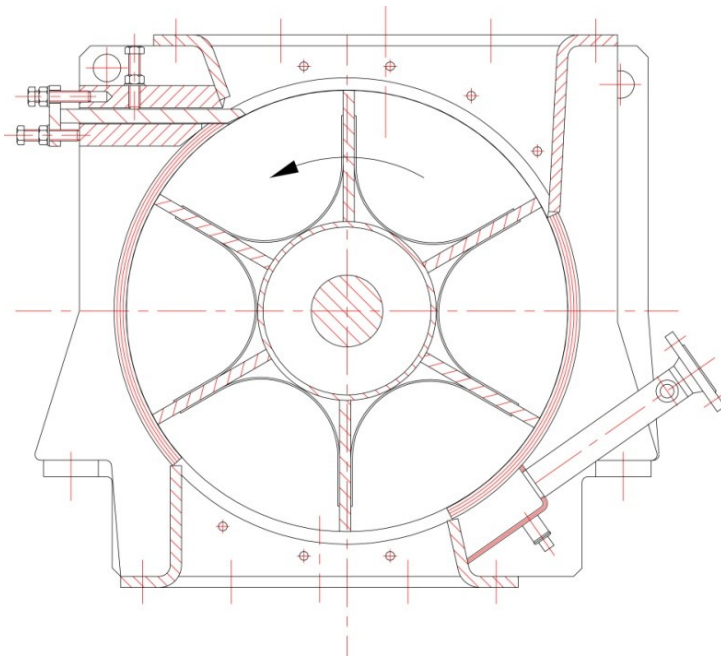
Cellmatarna har sitt ursprung från den tiden massaindustrin blåste flis och bark, s.k. pneumatisk transport. Dagens cellmatare, med ett undantag, har samma utformning som matare till pneumatiska transportörer. Man bör dock vara medveten om att kraven och utformningen av cellmatarna skiljer sig beroende på användningsområde.

En cellmatare har tre intressanta mått som är avgörande för dess funktion. Det ena är rotorns längd och det andra är dess diameter. Det tredje intressanta måttet är celldjupet. Rotorns diameter är avgörande för cellernas möjliga djup, som tillsammans med rotorns längd avgör den teoretiska volymen i varje enskild cell. Cellernas volym i kombination med rotorns reglerbara varvtal avgör hur mycket bränsle som matas in i pannan. Utläggning, dvs. varvtal och diameter, har i princip samma värden idag som hos de äldre cellmatarna.

Cellmatarna fylls ovanifrån via transportband eller matarskruvar. Oavsett fyllningsmetod så tenderar bränslet att landa i cellens mittpunkt och det är ovanligt att man lyckas fylla hela cellens teoretiska volym. Området ut mot rotorns sidor förblir tomt medan man ofta vid hög fyllnadsgrad får ”toppar” med material i cellen som skalas av mot rotorns kniv. I detta läge blir cellmataren känslig för grenbitar, stickor eller grov flis som kan orsaka att stopp i cellmatarens rotation vilket leder till driftstörningar för anläggningen.

Förslag till lösning:

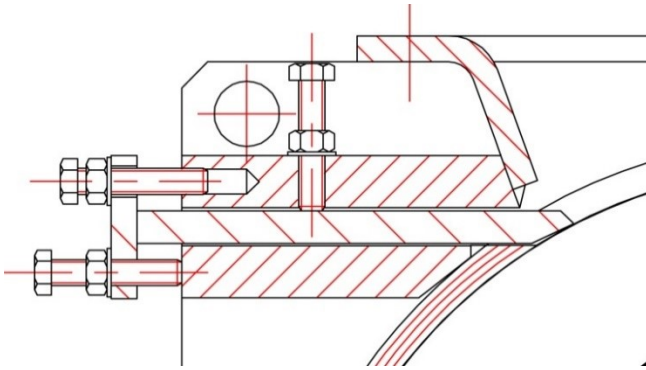
Genom att öka diametern radikalt samt korta cellmatarnas längd, kan fyllnadsgraden minskas och mer plats ges till utrymmet mellan bränslets yta och cellmatarens kniv, vilket ger mindre huggarbete. Samtidigt bör kniven utformas på samma sätt som i en trumhugg. Grenbitar och grov flis skall utan vidare kunna huggas upp i cellmataren. Med större masströghetsmoment bidrar cellmatarens rotor till huggarbetet.



Figur 2.
Vanlig typ av cellmatare.

Cellmataren enligt Figur 1 är 800 mm i diameter och 800 mm lång. Den stora längden gör att fyllnaden i cellerna blir ojämn i längsled. Bränslets tvärsnittsarea blir störst där den matande transportören lämnar bränslet och minskar sedan mot sidorna. Kapaciteten är ca 30 m³/h vid 30 rpm med en normal genomsnittlig fyllnadsgrad på 40 %.

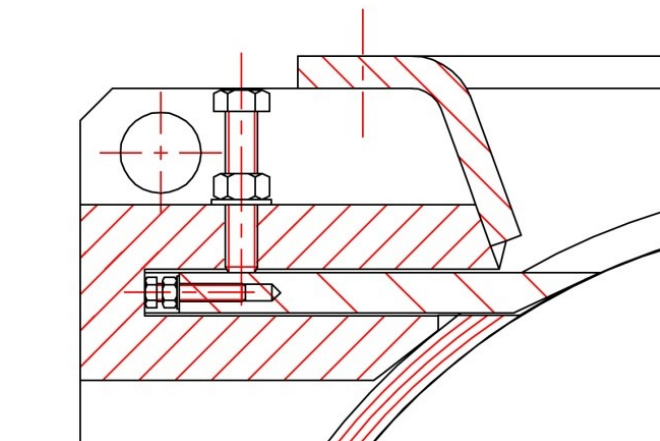
Ökas cellmatarens diameter till 1 600 mm och längden kortas till 500 mm kan samma kapacitet åstadkommas vid 15 rpm (samma periferihastighet) och 20 % fyllnadsgrad. Avståndet från bränslets överkant till kniven, som är den kritiska parametern, ökar radikalt.



Figur 3.
Cellmatarens knivkonstruktion i detalj.

Figur 3 visar knivkonstruktionen i cellmataren i Figur 2. Knivens egg är bortslipad och den har ingen skärande förmåga utan bränslet krossas. Man kan säga att kniven är utsliten innan den börjar användas.

Infästningen av knivkonstruktionen är ofta komplicerad med två justerskruvar som skall dras åt. Knivens position relativt rotorn mäts in indirekt. Hos andra cellmatare mäts knivens position in med bladmått från andra sidan maskinen, vilket innebär ett tidsödande arbete samtidigt som pannan inte opererar optimalt och kniven enligt figuren klarar bara ett mindre antal omslipningar.



Figur 4.
Modern lösning av knivkonstruktionen.

Figur 4 visar ett förslag av knivkonstruktion där eggen finns kvar och har skärande förmåga. Denna princip används på dagens trumhuggar. Stålet justeras efter omslipning i en jigg och kan monteras genom cellmatarens gavel. Ingen kontrollmätning behövs, vilket innebär att knivbyten kan ske betydligt snabbare.

Med den större cellmataren kan beredningsanläggningarna byggas betydligt enklare och ge en minskad risk för driftstörningar.

Diskussion

Bakgrunden till detta arbete var bland annat att ett flertal studier påvisat positiva effekter av en ökad målfraktion. De tydligaste effekterna ”utanför pannan” är att kostnaden för sönderdelning minskar med en ökad målfraktion (Johannesson, T. m.fl., 2012) samt att torkningsförlopp och substansförluster under lagring påverkas fördelaktigt av en ökad målfraktion (Anerud, E. 2014.) Dessa resultat tillsammans visar på en potential för kostnadsreduceringar för skogsbränslet. I förbrukarleden har man tidigare kunna ana en viss motvilja mot en ökad målfraktion då man historiskt sett förknippar detta med risk för driftstörningar.

I enkäten och i diskussionerna kring arbetet har det dock tydligt visat sig finnas ett etablerat intresse hos vissa förbrukare att öka målfraktionen. I arbetet presenteras även två lösningar som tillsammans eller var för sig skulle det göra det möjligt att öka målfraktionen utan att för den skull öka riskerna för driftstörningar.

- Vill man ha ett grövre bränsle levererat till anläggningen och därmed minska kostnaderna för sönderdelning och substansförluster?
- Vill man ha ett grövre bränsle ända in i pannan för att möjliggöra en mer optimal bäddtemperatur?

I det första fallet, kan de flesta befintliga anläggningarna komma ganska långt med att optimera den yttre bränslehanteringen, i form av skivsäll och rejekt-kross. I de fall man på anläggningen saknar denna utrustning så bör det beaktas att det är en relativt liten investering, sett till anläggningens livstid och möjligheten till en lägre bränslekostnad. Vill man dessutom ha möjlighet till en ökad målfraktion ända in i pannan, d.v.s. även via den inre bränslehanteringen, så är en mera robust cellmatare enligt förslaget i rapporten att föredra. Detta skulle även minska riskerna för driftstörning med dagens målfraktion. Kostnaden för en cellmatare enligt förslaget ligger rimligtvis i nivå med dagens modeller. Där- emot måste man beakta, att en ökad radie på cellmataren innebär en ökad bygghöjd. Även detta bör ge en positiv kalkyl sett till minskade bränslekostnader och färre driftstörningar.

FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE

För en framgångsrik utveckling av att storskaligt använda skogsbränsle på ett, för alla, effektivt och lönsamt sätt bör vissa utvecklingsfrågor utvecklas vidare. Dels bör begreppet bränslekvalitet försöka definieras. Kring detta pågår ett arbete av Skogforsk, vilket även syftar till att de olika kvalitéerna i form av torrhalt, storlek m.m. kommer att göras greppbara för både bränsleproducent och förbrukare. I övrigt saknas en dialog mellan tillverkare av bränslehanteringsutrustning, bränsleleverantörer och användare. Detta leder ofta till att vissa anläggningar inte har optimal design, eller storlek, på anläggningens utrustning.

Några av de punkter som identifierats i detta arbete som intressanta för vidare FoU är följande:

- Diskussion av begreppet målfraktion på marknaden.
- Framtagande av enklare fraktionsanalyser inklusive spån mängd för sönderdelningsutrustning.
- Utvärdering av olika skivsåll m.a.p. fraktion och ytbelastning.
- Utvärdering av ett skivsåll för grövre fraktioner.
- Konstruktion och tillverkning av en prototyp cellmatare.
- Kall provkörning av cellmatare med ökad målfraktion

Referenser

Anerud, E. m.fl. 2014. Skillnad i lagringsegenskaper för skogsbränsle sönderdelat mot olika målfraktioner. ESS slutrapport Nr 29506.

Bäfver, L. & Renström, C. 2013. Fraktionsfördelningen som kvalitetsparameter för skogsbränsle - Kraft och värmeverkens perspektiv. Skogforsk Arbetsrapport Nr. 805 29 s ISSN 1404-305X

Eliasson, L. & Johannesson, T. 2014. Effekten av olika bottensåll på prestation, bränsleförbrukning och flisens fraktionsfördelning för flishuggarna Kesla 645 och Eschlböck Biber 92. Skogforsk Arbetsrapport Nr 822, 16 s. ISSN 1404-305X

Eliasson, L., Granlund, P., Johanneson, T., von Hofsten, H. & Lundström, H. 2012. Flisstorlekens effekt på en stor skivhuggs bränsleförbrukning och prestation. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 776, 9 s. ISSN 1404-305X.

Eliasson, L., Granlund, P., Johannesson, T. & Nati, C. 2011. Prestation- och bränsleförbrukning för tre flishuggar. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 749, 17 s.

Johannesson, T., Fogdestam, N., Granlund, P. & Eliasson, L. 2012. Effekter av olika inställningar av den eftersträvade flislängden på prestation och bränsleförbrukning för en Bruks 605-trumhugg. Skogforsk, Arbetsrapport Nr. 782, 15 s.

Nati, C., Spinelli, R. & Fabbri, P. 2010. Wood chips size distribution in relation to blade wear and screen use. Biomass and Bioenergy 34 (5): 583–587.

Brev till tillverkare och användare

Sirs,

The fuel cost is the single highest cost for a CHP plant and the cost reduction possibility must always be on the agenda. The Swedish Forest Research Institute has through the ESS program (More effective forest fuel systems, a cooperation in between the forest and energy industry) launched a research project with the aim to optimize the forest fuel production. At this stage the project will investigate the possibility to reduce chipping cost by increasing the size of the fuel wood.

Chipping cost is not a straight proportional function of chip size. It do exist an optimum. Will this optimum comply with other process stages or have they other functional optimum in respect of fuel size?

All process stages will be investigated from chipping, transporting, automatic moisture control, fuel receiving and handling and boiler feeding including firing, combustion efficiency and emissions.

In my part of the project the limitation will be analyzed for the plant processes e.g. present size distribution of fuel for different types of boilers and the effect on combustion with increased fuel size. Also size limitation for handling and feeding etc. will be analyzed.

It is of big importance to have the process and equipment supplier involved in the project process. Therefor I kindly ask you to support our work with related information. The information can be your fuel size demand for your boilers, together with principal discussions of type what happens if? Your opinion on the combustion process with coarser fuel, where are the limitations? E.g. when will the fuel disturb the bed fluidization, will we have a more equalized bed temperature with longer retaining time or will we cause hot spot or a general increase of the bed temperature? What effect has the fuel size on a sloping grate, will coarser fuel cause fierce flames etc.

If you have done some research in the issue and there are results that can be published we will be glad to take part of that information.

Our report will be public and all information from you will be treated the way you wish.

This is the first step with possibility to be increased in a number of projects. In the present work the result will show influenced process stages and the limitations, as we will know them at the time. In the next step a deeper analyze of relevant parts will be carried out and if required simulating and full scale tests.

The companies which are taking part in the pre-study will be invited to participate in a reference board or as observer in future projects.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2013

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. 12 s.
- Nr 787 Sonesson, J. & von Hofsten, H. 2013. Effektivare fältarbete med nya datakällor för skogsbruksplanering.
- 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. 2013. Skotning av hyggestorkad grot. 11 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. 9 s.
- Nr 794 Fridh, L. 2013. Kvalitetssäkrad partsmätning av bränsleved vid terminal. – Quality-assured measurement of energy wood at terminals.
- Nr 795 Hofsten von, H. & Brantholm, M.-Å. 2013. Kostnader och produktivitet i stubbskörd – En fallstudie. 9 s.
- Nr 796 Brunberg, T. & Iwarsson Wide, M. 2013. Underlag för prestationshöjning vid flerträds-hantering i gallring – Productivity increase after multi-tree handling during thinning. 7 s.
- Nr 797 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? The effect of tarpaulin width on the quality of forest chips. 15 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 Sonesson, J., Eliasson, L., Jacobson, S., Wilhelmsson, L. & Arlinger, J. 2013. Analyses of forest management systems for increased harvest of small trees for energy purposes in Sweden.

- 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.
- Nr 812 Englund, M. 2013. Test av stolar och tillbehör med avseende på helkroppsvibrationer. Test of seats and associated equipment in terms of whole-body vibrations. 32 s.
- Nr 813 Enström, J., Athenasiadis, D., Grönlund, Ö. Öhman, M. 2013. Framgångsfaktorer för större skogs bränsleterminaler. – Success factors for larger energy wood terminals. 37 s.
- Nr 814 Wennström, U. 2013. Holmens fröbehov, produktion och genetisk kvalitet 2012-2060. – Holmen's seed requirements: production and genetic quality 2012–2060. 50 s.
- Nr 815 Hannrup, B., Andersson, M., Larsson, J., Sjöberg, J. & Johansson, A. 2013. Slutrapport för projekt "Beröringsfri diametermätning i skördare – Utveckling av skräpreducerande skydd". Final report of the project 'Hands-free measurement of stem diameter in harvesters. – Development of waste-reducing protection'. 71 s.
- Nr 816 Eriksson, E. & Täljeblad, M. 2013. Prekal – Självföryngring före slutavverkning. – Slutrapport Försök 1–6. Prekal. – Natural regeneration before final felling. Final report, Experiments 1–6. 28 s.

- Nr 817 John Arlinger, Torbjörn Brunberg, Hagos Lundström och Johan Möller. Jämförelse av JD1170E och JD1470E i slutavverkning hos SCA Skog AB hösten 2013. Comparison of JD1170E and JD1470E in final felling at SCA Skog AB, autumn 2013. 29 s.
- Nr 818 Bergkvist, I., Friberg, G., Mohtashami, S. & Sonesson, J. 2014. STIG-projektet 2010–2014. The STIG Project, 2010-2014. 19 s.
- Nr 819 Björheden, R. 2014. Studie av Fixteri FX15a klenträdsbuntare. – Study of Fixteri FX15a small-tree bundling unit. 21 s.
- Nr 820 Löfroth, C. & Brunberg, T. 2014. Bränsleförbrukningen hos rundvirkesfordon 2008 och 2013. Fuel consumption of roundwood vehicles in 2008 and 2013. 12 s.
- Nr 821 Jönsson, P., Hannrup, B., Gelin, O. & Löfgren, B. 2014. Utvärdering av sågenheten R5500 med avseende på kaptid och energiåtgång. Evaluation of the R5500 sawing unit in terms of bucking time and fuel consumption. 24 s.
- Nr 822 Eliasson, L. & Johannesson, T. 2014. Effekten av olika bottensäll på prestation, bränsleförbrukning och flisens fraktionsfördelning för flishuggarna Kesla 645 och Eschlböck. Biber-92. – Effects of sieve size on chipper productivity, fuel consumption and chip size distribution for the chippers Kesla 845 and Eschlböck Biber-92. 18 s.
- Nr 823 Eliasson, L., Lombardini, C., Granlund, P., Magagnotti, N. & Spinelli, R. 2014. Prestation och bränsleförbrukning för en lastbilsmonterad Pezzolato PTH 1200/820 flishugg. – Performance and fuel consumption of a truck-mounted Pezzolato PTH 00/820 chipper. 12 s.
- Nr 824 Iwarsson- Wide, M. Grönlund, Ö. 2014. Lastindikatorer och lastbärarvågar. 15 s. – Load indicators and weighing devices on load carriers 12 s.
- Nr 825 Sikström, U. 2014. Föryngring av gran under högskärm: Försöksverksamhet vid Bergvik Skog – Uppföljning 2013. – Regeneration of Norway spruce under shelterwood: Comparison of two types of thinning at the preparatory felling. 48 s.
- Nr 826 Englund, M. 2014. Mätning av mental arbetsbelastning – En metodstudie. 27. – Measurement of mental workload – A method study. 31 s.
- Nr 827 Jönsson, P., Björheden, R. & Eliasson, L. 2014. Destinering och lägesbyten för att effektivisera transporter av skogsflyg. – Destination and location exchange will reduce transportation distance. 11 s.
- Nr 828 Barth, A., Holmgren, J., Wilhelmsson, L. & Nordström, M. 2014. – Evaluation of single tree based estimates with terrestrial laser scanning in Sweden.
- Nr 829 Jacobson, S. Asktilförsel och dess påverkan på trädens tillväxt och näringsstatus. – Revision av sex fältförsök. – Effect of application of wood ash on tree growth and nutrient status-Revision of six field experiments 32 s.
- Nr 830 Björheden, R. 2014. Proceedings of the Nordic Baltic Conference OSCAR14. Solutions for Sustainable Forestry Operations, June 25-27, NOVA Park Conference, Knivsta, Sweden. – Proceedings från den Nordiska Baltiska konferensen OSCAR14 Solutions for Sustainable Forestry Operations, June 25–27, 2014, NOVA Park Conference, Knivsta, Sverige. 114 s.
- Nr 831 Widinghoff, J. 2014. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon. – Continual monitoring of fuel consumption and load utilisation of ETT- and ST-vehicles. 21 s.
- Nr 832 Fridh, L. 2014. Utvärdering av fukthaltsmätare METSO MR Moisture Analyzer. Evaluation of the METSO MR Moisture Analyzer. 8 s.

- Nr 833 Eliasson, L., Lundström, H. & Granlund, P. 2014. Bruks 806 STC. – En uppföljande studie av prestation och bränsleförbrukning. – A performance and fuel consumption when chipping logging residues of beech 10 s.
- Nr 834 Sonesson, J., Berg, S., Eliasson, L., Jacobson, S., Widenfalk, O., Wilhelmsson, L., Wallgren, M. & Lindhagen, A. SLU. Konsekvensanalyser av skogsbrukssystem. – Täta förband i tallungskogar. 105 s.
- Nr 835 Eliasson, L. 2014. Flisning av bränsleved och delkvistad energived med en stor trumhugg–CBI6400. – Chipping of stem wood and partly delimbed energy wood using a large drum chipper, CBI 6400, at a terminal. 12 s.
- Nr 836 Johansson, F., Grönlund, Ö., von Hofsten, H. & Eliasson, L. 2014. Huggbilshaverier och dess orsaker. – Chipper truck breakdowns and their causes. 12 s.
- Nr 837 Rytter, L. & Lundmark, T. 2014. Trädslagsförsök med inriktning på biomassaproduktion – Etapp 2. – Tree species trial with emphasis on biomass production. 20 s.
- Nr 838 Skutin, S.-G. 2014. Simulering av TimberPro drivare med lastanordning i slutavverkning. – Drivare med automatisk lastning och nytt arbetssätt. Simulation of TimberPro harwarder with loading device in final felling. – Harwarder with automatic loading and new method of working. 19 s.
- Nr 839 Fridh, L. 2014. Evaluation of the METSO MR Moisture Analyser. – Utvärdering av fukthaltsmätare METSO MR Moisture Analyzer. s. 8.
- Nr 840 Andersson, G. & Svenson, G. 2014. Viktsutredningen del 2. Vägning för transportvederlag.
- Nr 841 Mullin, T. J. 2014. OPSEL 1.0: a computer program for optimal selection in forest tree breeding. – Opsel 1.0: Dataprogram för optimalt urval i skogsträdsförädlingen s. 20.
- Nr 842 Persson, T. & Ericsson, T. 2014. Projektrapport. Genotyp – Miljösamspel hos tall i norra Sverige. – Projektnummer 133. 12 s.
- Nr 843 Westin, J., Helmersson, A. & Stener, L.-G. 2014. Förädling av lärk i Sverige – kunskapsläge och material. 55 s.
- Nr 844 Hofsten von, H., Nordström, M. & Hannrup, B. 2014. Kvarlämnade stubbar efter stubbskörd. – Stumps left in the ground after stump harvest 15 s.
- Nr 845 Pettersson, F. 2014. Rönjings- och gallringsförbandets samt gödslingsregimens (ogödslat/gödslat) effekter i tallskog på skogsproduktion och ekonomi. – Effects of spacing (pre-commercial thinning and thinning) and fertilisation regime (unfertilised/fertilised) on production and economy in Scots pine forest. 69 s.
- Nr 846 Pettersson, F. 2014. Behovet av borttillförsel vid kvävegödsling av barrskog på fastmark. – Boron additive needed in nitrogen fertilisation of coniferous forest on mineral soil. 32 s.
- Nr 847 Johannesson, T. 2014. Grövre bränsle en omöjlig uppgift? – Larger fuel chips-an impossibility. 13 s.
- Nr 848 Johannesson, T. 2014. Biomass Harvest and Drying Education Fond du Lac Reservation Cloquet, Minnesota. – Simulering av TimberPro drivare med lastanordning i slutavverkning. 13 s.
- Nr 849 Jönsson, P., Eliasson, L. & Björheden, R. 2014. Location barter may reduce forest fuel transportation cost. Destinering och lägesbyten för att effektivisera transporter av skogsflis. s 10.

- | | | |
|----|-----|--|
| Nr | 850 | Englund, M., Häggström, C., Lundin, G. & Adolfsson, N. 2014. Information, struktur och beslut, – en studie av arbetet i gallringsskördare och skördetröska. |
| Nr | 851 | Berlin, M., Ericsson, T. & Andersson-Gull, B. 2014. Plantval – manual med implementeringsteknisk bakgrund. – Plantval – manual and background to technical implementation. 57 s. |
| Nr | 852 | Jansson, G. & Berlin, M. 2014. Genetiska korrelationer mellan tillväxt- och kvalitetsegenskaper- – Genetic correlations between growth and quality traits. 26 s. |
| Nr | 853 | Hofsten von, H. 2014. Utvärdering av 'TL-GROT' AB's stubbaggregat. – Evaluation of the TL-GROT AB stump harvester 10 s. |
| Nr | 854 | Iwarsson Wide, M., Nordström, M. & Backlund, B. Nya produkter från skogsråvara- En översikt av läget 2014. – New products from wood raw material – Status report 2014. 62 s. |
| Nr | 855 | Willén, E. 2014. Mobilt mätsystem för insamling av träd- och beståndsdata. – Mobile measurement system for collecting tree and stand data. 34 s. |

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. 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.

Från Skogforsk nr. 847–2014



www.skogforsk.se