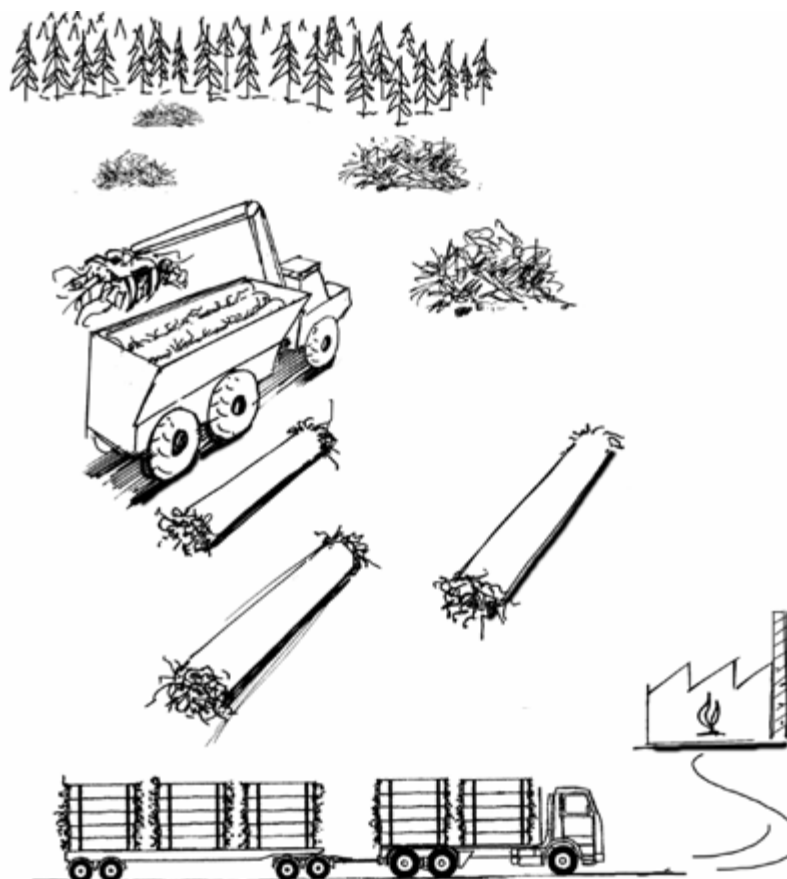


Kartläggning av komprimeringsutrustning

Claes Löfroth



**Omslag: Komprimeringsutrustning enligt stockmetoden.
Illustratör: Anna Marconi**

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

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

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

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

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report: Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs

Innehåll

Sammanfattning	3
Bakgrund	4
Genomförande	4
Resultat	5
Befintlig utrustning	5
Sammanfattning av litteratursökningen	10
Sammanfattning av relevanta patent	11
Diskussion	13
Befintlig utrustning och utrustning under utveckling	13
Litteratursökning	14
Patentundersökningarna	15
Rekommendation	15
Referenser	16
Bilaga 1 Tillverkare och kontaktpersoner	17
Bilaga 2 Kalkyl Kompakteringsutrustning	19
Bilaga 3 Exempel från litteratursökningen 1997-12-17	20

Sammanfattning

Komprimering av trädrester är en metod för att minska kostnaderna för flödet av trädbränsle från skogen. Utvecklingsarbete med olika tekniker för komprimering pågår på flera platser i Sverige. Balaren är ett utprovat system och utvecklingsarbetet med maskinen fortgår. Under våren provas troligen två nya maskiner för att komprimera och paketera trädrester. En av dessa är Wood Pack. Konstruktörerna avser att få fram maskiner som tillverkar risbuntar med diametern 70–80 cm och längden ≥ 3 m. Att komprimera grot med Wood Pack-komprimatorn är en intressant metod, eftersom skotning kan utföras med konventionella metoder och kostnaden då blir lägre jämfört med dagens balningsteknik.

En annan intressant teknik är komprimering av grot, där utrustningen är inbyggd i det fordon som gör vidaretransporten. Exempel på sådana fordon har ritats men inte byggts och provats. Fördelen med en sådan utrustning är att det är ett enkelt, flexibelt system som inte kräver ytterligare maskiner för komprimeringsmomentet.

En litteratursökning är gjord med avseende på teknik för komprimering av trädrester och angränsande områden, t.ex. papper, sopor eller bilar. Den gav ett magert resultat förutom de svenska publikationerna från SLU samt SkogForsk/Skogsarbeten som tidigare var kända.

Två patentundersökningar har granskats. Ett par av patenten är av intresse. Ett av dessa är från USA och ett från Sverige 1983. Den svenska maskinen SIKOB och det amerikanska patentet visar på tillämpbar teknik. Båda maskinerna är konstruerade så att materialet pressas samman i en tratt vid inmatningen till paketeringen. Slutprodukten blir en ändlös cylinderformad bunt som kapas upp i lämpliga längder. Ytterligare två patentansökningar finns hos Svenska patentverket inom området buntning av träddeklar, men är i dag inte officiella. Den konventionella tekniken att pressa returpapper, sopor och metallskrot (bilar) bygger på plattor som pressas mot varandra eller mot ett stopp. Slutprodukten är en fyrkantig, relativt lätt hanterbar enhet på ca 1 m^3 . Vikten varierar från 500 kg till 2 000 kg beroende på om det är papper eller metallskrot. Tekniken kan vara intressant även för grot men då endast för komprimering vid avlägg eller på terminal.

Bakgrund

Utvecklingen av bioenergi pekar uppåt och produktionen ökar. Uppskattningsvis tas 3,5 – 4 miljoner m³f biomassa ut som trädrester från slutavverkning varje år. Bedömningar av framtida behov pekar på att 10 miljoner m³f biomassa kommer att behövas för värme och elproduktion (Brunberg m.fl. 1997).

För att få ut trädbränslet från skogen finns i grunden två metoder att välja mellan – ett flöde där flisning sker i skogen eller på avlägg och ett flöde där flisning görs vid industrin.

Den teknik man använder i dag för hantering av skogsbränsle är till största delen något modifierade skotare och ombyggda rundvirkesbilar utrustade med sidoplåtar. Flisning i skogen och på avläggen är vanligt.

Nackdelen med flisning är substansförlusterna d.v.s den nedbrytningsprocess som uppstår vid lagring. För att minska den är buntning och komprimering av trädbränslet ett intressant alternativ. Man kan då reducera kostnaden för både hantering och transport.

Genomförande

Studien startade i mitten på nov. -97 och har genomförts i form av företagsbesök, telefonintervjuer, litteraturstudier, genomgång av patentundersökningar och kostnadsberäkning för en av maskinerna.

Litteratursökningen gjordes på SLUs bibliotek via sökbaserna Lukas, CAB, AGRICOLA AGRIS och SciSearch.

1. Följande sökord/sökuttryck har använts i olika kombinationer:
 - Compacting, compression, presses or pressing.
 - Technic, technology, machine, mechanisation, or mechanical.
 - Mechanical, method or equipment.
 - Waste, paper, recycle, car, cars or vehicle.
2. En patentundersökning har utförts under våren -97 av DR Ludwig Brann Patentbyrå avseende metoder och utrustning för buntning av växtlighet. Dessutom har WWP låtit utföra en patentundersökning beträffande emballering av skogsavfall i en maskin liknande de som används för emballering av höbalar.
3. Kalkylkostnad har beräknats med Skogforsks kalkylprogram Kalkyl med indata från tillverkaren WWP.

4. Samtal och besök har gjorts hos följande företag: Bala Press, Salix maskiner, WWP, ASSI Domän AB, Brunflo Åkeri AB, Jämtfrakt, SCA, Stora Skog AB, SMF, STC, Teknikgruppen AB, Stena Bilfragmentering, HB transport och Returpapperscentralen i Uppsala.

Resultat

Befintlig utrustning



Figur 1.
Balaren.

Befintlig utrustning, i drift, för komprimering och paketering av trärester är i dag endast den s.k. Balaren (figur 1). Komprimeringen sker i en komprimator med en egenvikt på 10 ton. Komprimatorn är monterad på en skotare och matas med en skotarkran. Materialet läggs på ett ändlöst kedjeband som går i en bana och utgör själva balningskammaren (figur 11). Då trycket i balningskammaren är tillräckligt stort binds materialet med plast och föraren öppnar kammaren och lastar av balen. Storleken på balen är 112 cm × 120 cm. Kapaciteten på maskinens produktion är i storleksordning 15 balar/

G₁₅-h. Kostnaden är 1,7 miljoner kronor exklusive investeringskostnaden för skotaren (Nordén, 1997).



Figur 2.
Skotare
med vikbara
sidor.

Entreprenören Martin Berggren har låtit modifiera en skotare ÖSA 260 för att bättre kunna transportera ris från hygget till avlägget (figur 2). Stöttorna på skotaren är ersatta med hydrauliskt manövrerade plåtsidor. Lastutrymmet har ökat och då sidorna viks inåt erhålls en viss packning av riset. Sidorna manövreras individuellt. Dessa kan också vikas utåt så att lastutrymmet ökar betydligt.



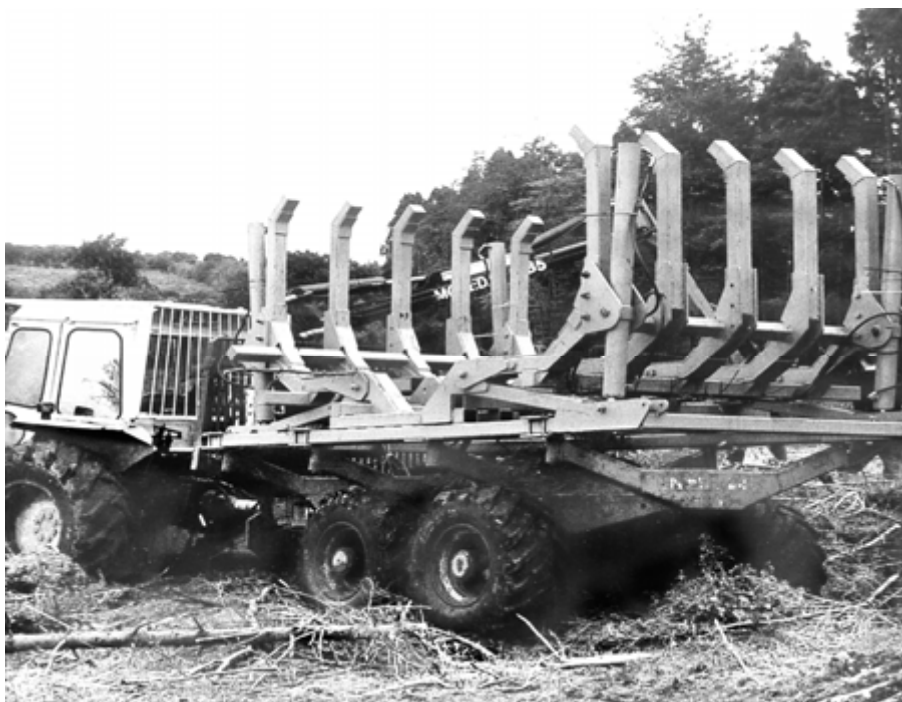
Figur 3.
Lindemann
pappersbalare.

För returpapper, sopor och skrot används hydrauliska pressar som pressar samman materialet till en fyrkantig bal. Returpappercentralen i Uppsala har en Lindeman pappersbalpress med en kapacitet på 50–100 ton/h (figur 3). Returpapperet matas in på en bandtransportör som för materialet till en inmatningsträtt på ovansidan av pressen. Då sammanpressningen startar kapas materialet mellan presskammaren och matningsträtten. Hydrauliska cylindrar pressar ena kortsidan mot ett stopp och komprimerar papperet. När

pressningen är klar bandas en bunt och matas ut på utmatningsbanan. Cykeltiden är 1 min. Balen är 1 × 1 m. Längden kan varieras till maximum av 2 m. Hela processen är automatisk och föraren av lastmaskinen sköter inmatning, utmatning och komprimeringsanläggningen.

Figur 4.
Bilskrotaren.

Den mobila pressen för metallskrot är uppbyggd på en treaxlig semitrailer (figur 4) med en totalvikt på ca 35 ton som kräver specialtillstånd för att köra dragbil och trailer på allmänna vägar. Både pressen och inmatningskranen drivs från en separat motor placerad på trailern. Materialet pressas samman från långsidorna där ena sidan är hydrauliskt manövrerad och pressar mot den andra. Övre delen är också styrd på samma sätt och pressar samman materialet mot botten av presskammaren. Kortsidorna är båda rörliga med två hydraulcylindrar och avslutar pressmomentet. Slutprodukten blir ett sammanpressat paket med bredden 70 cm, höjden 80 cm och en längd som varierar från 100 till 250 cm. Kapaciteten är 15–20 skrotbalar/h.



Figur 5.
Experimentmaskin "Forest residue bundle" från Universitetet i Limerick, Irland.
Foto från Proceedings of a workshop Forest Residues in Irland. Harvesting,
Logistics and Markets 31 oktober 1997.

På universitetet i Limerick på Irland har man utvecklat en experimentmaskin för balning av grot (figur 5). Arbetet påbörjades 1993 och avslutades oktober 1997. Målsättningen med projektet var bl.a. att konstruera en maskin för kompaktering och buntning av grot. En prototyp togs fram och provades. Totalt buntades 80 buntar med maskinen på tre olika försöksområden. Vikterna registrerades och materialet lagrades och flisades sedan. Slutprodukten var en bunt med diametern 1,2 m och längden 2,4 m. Medelvärde på vikten före lagringen av de 80 buntarna var 850 kg. Spridningen var från 600 kg till drygt 1 300 kg. Bandningen av buntarna gjordes manuellt. De slutsatser man dragit från försöken var bl.a.

- Kompakteringen blev bra.
- Vidare hantering av slutprodukten kan göras med konventionella metoder.
- Ytterligare utveckling behövs på maskinen (kapning/trimning i ändarna) bandning m.m.
- Ökad komprimeringsgrad bör vara möjlig att uppnå med maskinen.
- Integrerat avverkningssystem för grot bör arbetas fram.



Figur 6.
WWPs komprimeringsutrustning under konstruktion.
Bilden visar halva komprimatorn.

World Wood Pack i Sävsjö AB (WWP) är ett utvecklingsprojektet som kommit nära en färdig prototyp (figur 6). Slutprodukten förväntas bli en ”risstock” med diametern 70 cm och längden 3 m. Den första prototypen är under byggnation och kommer att provköras under våren -98. Man har patentsökt för tekniska konstruktionen men ansökan är inte officiell. Aggregatet monteras på en skotare. Vikten är ca 7 ton och den drivs hydrauliskt från skotarens hydraulsystem. Riset läggs i inmatningsdelen som är placerad ovanför komprimatorn. Matningen till komprimeringskammaren sker med piggförsedda matningsrullar och kammaren består av ett antal hydrauliskt drivna rullar där riset roteras och komprimeras. Vid tillräckligt tryck avslutas komprimeringen och paketeringen börjar. Större delen av ”stocken” omsluts av rep eller snöre och matas sedan ut för lagring på hygget. Tillverkaren har uppskattat kapaciteten på produktionen till 16 stockar/h och investeringskostnaden till 1 – 1,2 miljoner kronor exklusive basmaskin.

Det finns ytterligare minst två aggregat under utveckling som har för avsikt att komprimera till ”stockar”. Dessa är inte officiella och beskrivs därför inte här.

Figur 7.
Trailer för transport av GROT.

Alf Anderson, Brunflo Åkeri AB, har tillsammans med Jämtfrakt och T.N. Vang i Sakshaug skissat på ett koncept med komprimering av grot (figur 7). Komprimeringen utförs i lastutrymmet på en 19 m lång semitrailer. Framstammen som är flyttbar trycker materialet mot den bakre väggen på trailern. I framstammen sitter också kran och kranhytten, vilket gör att föraren får en bra överblick vid lastning och komprimering. Framstammens rörlighet utnyttjas också vid lossningen. Bakväggen öppnas och materialet trycks ut. Nettovolymen i containern är 110 m³ med en beräknad lastvikt på 27,5 ton. Totallängden på dragbil och semitrailer är 24 m och för att minska utrymmesbehovet vid kurvtagning är den bakre axeln på trailern mekaniskt tvångsstyrd.

Sammanfattning av litteratursökningen

Resultat från litteratursökningen visade på 400 referenser men med begränsningen ”not soilcompaction” erhöles 148 referenser, titlar, ämnesord och abstracts. Vid genomgång av dessa referenser visade sig endast ett fåtal dokument vara relevanta. Exempel på referenser finns i bilaga 3.

De första försöken med en maskin för komprimering av trädrester gjordes 1977 (Beach 1985). Han beskriver i sin artikel ett inmatningssystem för en höbalare konverterad för komprimering av trädrester. Beach hänvisar till en studie gjord av Jolley 1977 där balens storlek var 0,8 × 0,9 × 1,1 m. Balen komprimerades och lämnades på hygget för att torka. För ett ekonomiskt lönsamt system krävdes minst 3 balar/h. För att förbättra prestationen provade Beach en inverterad grip som placerades framför öppningen till bal-

ningskammaren. Dokumentet är en ren teknisk undersökning av påkänningarna och en dimensionering av inmatningssystemet (Beach 1985).

Buntningsmaskinen SLYMAN tidsstuderades 1985 av Skogsarbeten, (Jonsson, 1986). Maskinen som var tvåmansbetjänad nådde upp till en prestation på 4,4 – 5,9 m³/G₀-h, vilket motsvarade 25–38 buntar per G₀-h. Buntarna visade sig vara klart lättare att hantera och transportera jämfört med löst material. Trots dessa fördelar blev maskinen ej lönsam p.g.a. för hög investeringskostnad och för låg prestation.

Balaren (figur 1) är i dag den enda maskinen för komprimering av trädrester på hygget. Den har provats under ett par år av flera skogsbolag och studerats av SkogForsk (Brunberg & Nordén 1995).

Sammanfattning av relevanta patent

Tjugosex patent refereras i de två patentundersökningar som SkogForsk beställt. Nedan redovisas de mest intressanta. Under 1998 kommer troligtvis ytterligare några patent inom det här området att bli officiella.

Figur 8. Ergonomi Design Gruppen Tullinge Teknik HB. Patentansökning 1980.

Maskinen i figur 8 har utvecklats främst för avverkning av energiskog. Sågklingorna för fällningen är placerade framför maskinen. De avverkade träden transporteras på bandtransportörer vid sidan av och ovanför maskinen. Buntningen och komprimeringen var tänkt att ske intermittent med en gripanordning som samtidigt förde buntarna över maskinen. Den prototyp som togs fram provades under ett par år, men tekniska svårigheter med maskinen resulterade i att projektet lades ner.

Figur 9.
Modell av förslag till skördemaskin för storskalig energiskogsodling på våtmark.
(Foto SIKOB). Patentansökan 1981.

Sikob Energiskogsskördare visas i figur 9. Den utför fällning, buntning och uttransport av färdig bunt. Buntningsdiskarna är så utformade att den grova ändan av trädet kommer ytterst och toppen i mitten på bunten. Kapningen sker efter buntningen i exempelvis 6 meters längder. Prototyp saknas, men buntningstekniken har provats i provbänk.

Figur 10.
GROT kompakterare Patent från 1987 USA.

Kompakteraren (figur 10) kan troligen monteras på en skotare. Materialet matas med en kran in till maskinens mottagningsenhet och sedan matas materialet in i kompakteringsenheten med längsgående rullar som är något tvärställda. I golvet på mottagningsenheten finns också en bandtransportör

för att underlätta matningen av mindre material. Kompakteringen görs med två vertikala och två horisontella bakomliggande rullar. Resultatet blir en ändlös blockformad bunt.

Figur 11.
Anordning vid rund balnings-
anläggning. Bala industri AB
patent från 1993.

Balarens komprimeringsenhet (figur 11) består av en pressdel samt en utmatningsdel. Pressdelen innefattar en ändlös matta som är drivbar och formbar till bildandet av presskammare. Tre prototyper finns och har studerats av SkogForsk.

Diskussion

Befintlig utrustning och utrustning under utveckling

Balaren är i dag den enda maskinen som finns tillgänglig för att på hygget eller vid välta komprimera grot till hanterbara enheter. Den stora fördelen jämfört med andra system är ökad lastvikt under transporten. På skotaren ökas lastvikten från ca 5,5 ton till ca 10 ton och för lastbilen från 18 ton löst till 30 ton balat grot. Nackdelen med maskinen är dess höga investeringskostnad (över 1,5 miljoner kr + basmaskin). Dessutom är slutprodukten inte idealisk för transport i terräng eller på väg. Skotarna som använts har varit i 12-tons klassen men har inte kunnat utnyttjas till mer än 10 ton. Lastbilarna kan lastas upp till 40 ton men mer än 30 ton är inte uppmätt med balar som last. Kostnaden för balningsmomentet har beräknats till ca 27,3 kr/MWh under antagande att maskinkostnaden är 528 kr/h och prestationen är 15 balar/h med en vikt av 600 kg/bal (Nordén 1997).

Den irländska experimentmaskinen (figur 5) bygger på principen att enbart pressa samman materialet till skillnad från Balaren och WWP-maskinen, där materialet roteras samtidigt. Troligen är det bättre med den senare metoden. Man kan teoretiskt kompaktera mer med den roterande och pressande metoden. Fördelen med den irländska maskinen är dess enkelhet och relativt låga vikt, uppskattningsvis 2 ton att jämföras med Balaren och WWP-maskinernas vikt ca 7–10 ton.

Skotaren med vikbara sidor har betydligt större lastkapacitet än en konventionell skotare. Vid studier på träddelar med och utan komprimering

(Nordén 1997) har en viktökning på ca 30–35 % erhållits då materialet komprimerades. För grot som är lättare att komprimera är vinsten troligtvis större. Nackdelen är att hanteringen av det lösa materialet tar längre tid och den jämfört med balning, höga transportkostnaden på väg.

Komprimering av grot där slutprodukten har formen av en stock ser lovande ut. Avsikten är att få en likvärdig komprimering av materialet som Balaren erhåller. Om detta lyckas bör den efterföljande hanteringen d.v.s. lastning och lossning gå snabbare. Högre lastvikter är troligtvis också möjligt att få, både vid skotrartransporten och vid lastbilstransporten. Den kalkyl som redovisas i bilaga 2 uppskattar kostnaden till 24,8 kr/MWh, d.v.s. något lägre än kostnaderna för Balaren. Underlag till kalkylen är antaganden av tillverkaren och mycket osäkra. En intensiv utveckling pågår dock och de första prototyperna kommer att provas under våren 1998.

Metoden med komprimator på lastbil är framtagen 1991 men ej praktiskt provad. Den har fördelen att passa in i de drivningssystem som används i dag. Konstruktören Alf Andersson förväntar sig en dubbling av den specifika vikten på materialet efter komprimeringen. Det medför att transportkostnaden per ton dramatiskt minskar jämfört med okomprimerat material. Ingen systemjämförelse med balning eller stockkonceptet har gjorts, men är väl värd att göras.

Den komprimeringsteknik som används för returpapper och skrot är troligtvis möjlig att användas även för grot. Tekniken där man pressar materialet med hydrauliska pressplattor är enkel och robust. Fördelarna är att tekniken är väl utprovad och att dimensionerna på slutprodukten är anpassad för konventionella transporter på lastbil och tåg. Den mobila utrustningen för att pressa bilar och metallskrot är relativt tung och överskrider viktgränserna på det allmänna vägnätet, vilket kan vålla problem. Entreprenören som besöktes har dock generellt tillstånd att köra på de allmänna vägarna och han såg därför inga problem med vikten. Utrustningen går inte att placera på en skotare men kan troligtvis användas på avlägg för paketering av grot. Entreprenören har intresse av att vidga sitt arbetsområde och var därför positiv till att testa grotkomprimering. Kostnaden för maskinen är i dag 800 kr/h och med en tänkbar produktion på 20 balar grot per timme skulle kostnaden bli 40 kr/bal, vilket är något lägre än Balarens. Avgörande för lönsamheten är graden av komprimering, vilket påverkar priset per MWh.

Litteratursökning

För att erhålla bästa möjliga resultat anlätades SLUs bibliotekstjänst för litteratursökningen. Litteratursökningen gav trots detta ett magert resultat inom de angränsande områdena returpapper och skrot. Det kan bero på flera orsaker, men det mest troliga är att det är lite skrivet om tekniken att komprimera returpapper, bilar och skrot. Den litteratur som kom fram handlade till stora delar om kompaktering och komprimering av jordarter vid exempelvis körning i jord- och skogsbruket. Ytterligare en stor grupp handlar om teknik för

pressning inom massa- och papperstillverkning. Den relevanta litteratur som kom fram i sökningen var redan känd förutom den studie som gjorts i USA av J. E. Beach 1985.

Patentundersökningarna

Patentsökningar är oftast skrivna på så sätt att andra uppfinnare med svårighet skall kunna kopiera patentet utan att göra intrång. Patentet skall också vara så brett att det inte låser uppfinnaren för vidare teknisk utveckling inom patentkravet. Detta gör att de genomgångna uppfinningarna i huvudsak får tolkas från ritningarna och patentkraven. De mest intressanta patenterna är Balaren och Sikob-maskinen. Balaren är väl känd medan Sikob maskinen inte har provats i praktisk körning. Uppfinnaren anser att tekniken för buntning som patenterats och som i första hand är avsedd för energiskog, mycket väl kan användas för grot.

Rekommendation

För det fortsatta arbetet rekommenderas nedanstående:

1. Fortsatt arbete med tekniskt stöd, rådgivning och studier samt uppföljning av World Wood Pack och eventuella andra maskiner som kommer fram.
2. En ekonomisk analys bör göras av ett system där komprimering sker i samband med lastning för vägtransport i jämförelse med ett annat system där komprimeringen görs av en separat maskin före skotning.
3. Försök bör göras med att komprimera trädrester med mobil skrotkomprimator för att acceptera eller förkasta tekniken. Man bör i så fall komprimera grot till en fyrkantig bal med standardmått som passar in på ett normalt lastbilsflak (container). Försöket kan också göras med stationär returpapperskomprimator. Fördelen med den senare är att slutprodukten kan buntas i den stationära anläggningen, vilket inte kan göras i den mobila skrotkomprimatorn.

Referenser

- Beach, J. E. 1985. The design and analysis of an infeed system for forest residue baler. ASAE 1985.
- Brunberg, B. 1991. Tillvaratagande av skogsbränsle. Skogsarbeten. Redogörelse nr 5, 1991.
- Brunberg, B., & Nordén, B. 1996. Balning av trädrester SkogForsk. Stencil 1996-06-20.
- Brunberg, B., Andersson, G., Nordén, B. & Thor, M. 1997. Uppdragsprojekt Skogsbränsle – slutrapport. Preliminär stencil 1997-11-17.
- Brunberg, B., From, S., Nordén, B., Persson, J. & Wigren, C. 1994. Projekt Skogsbränsleteknik – slutrapport. Skogsarbeten. Redogörelse nr 5 1994.
- Danfors, B. & Nordén, B. 1995. Fortsatt utvärdering av skördeteknik för Salix JTI-rapport 202 1995.
- Danielsson, B.-O. 1977. Komprimering av klenta träd och träddelar. SLU Rapport 119.
- Hadders, G. 1988. Komprimering av halm i rundbalar. JTI-rapport no. 98 g.
- Jonsson, T. 1986. Buntning av träddelar, små träd och avverkningsrester. Skogsarbeten. Stencil 1986-04-03.
- Kent, T. & Seamus, H. 1997. Forest Residues In Ireland – Harvesting, Logistics and Markets.
- Larsson, M. 1982. Förkomprimering av trädrester m.m. Skogsarbeten. Stencil 1982-02-22.
- Nordén, B. 1997. Jämförande studie skotning träddelar med och utan komprimering. SkogForsk. Stencil 1997-10-07.

Tillverkare och kontaktpersoner

Tillverkare Kontakt personer m.m.	Teknisk beskrivning, pris	Nuvarande användning Prestation	Antal maskiner	Slut produkt
Bala press AB. Bo Ansbjear 0512 32500 070 6427512	Mobil enhet på skotare. Vikt ca 8–10 ton. Materialet matas in via en hyd- rauliskt driven kedje- matta. Effekt behov ca 75 kW. Cirkapris 1,5 milj. Kr.	Balning av sopor och GROT. 15 balar/h.	3 st	Balar 1,12 m × 1,2 m
Bälinge Svets och Smide. Entreprenör Martin Berggren	Hydrauliskt vikbara plåtsidor (stöttor) på skotare.	Komprimering av grot för transport till avlägg.	1 prototyp	GROT
World Wood Pack i Sävsjö AB WWP Gösta Carlsson, Erland Josefsson 010 2360134	Mobil enhet på skotare. Vikt ca 7 ton kalkyl pris 600–900 tkr.	Buntning och kompri- mering. Prest. 40 m ³ s/h. 16 stockar/h.	Prototyp klar våren - 98	"Stockar" Diameter 70 cm Längd 3 m
Trailer med komprimering Alf Andersson	Ritning och beskrivning av metoden finns. Maskinen är ej provad.	Komprimering av GROT.		
Sikob Teknikgruppen AB KG Jörgensen 08-44 45 120	Ritning och patent finns. Metoden provad i provbänk.	Buntning Salix.		
Slyman	Mobil enhet på skotare. Inmatningsbord och komprimeringstrumma.	6 m ³ /g0h.	En prototyp (troligen ej i bruk).	
Lindeman E & B Mekan AB 08-761 75 95	Elhydrauliskt system.	Komprimering papper och kartong ca 100 ton/h	?	Balar ca 100 × 80 × 80 cm
Rollpacker Rodab 08-742 02 90	Driven rulle som sitter på kranspetsen.	Komprimering avfall mm	?	
Okab Bilskrot 0532-71 285	Stationär bilpress inv.ca 430 000.	Plattar ut bilar 10–30 st/h	ca 50	Bilens l × b × 30 cm
Mobil bilskrotpress Bertil Nilsson HB transport 035 195905	Mobil enhet på semi- trailer ca 35 ton.	Kompakterar bilar 15–20 bilar/h investering 1,8 milj. kr	3 st i Sverige	100 × 80 × 60

Kalkyl Kompakteringsutrustning

Bilaga 3

Exempel från litteratursökningen 1997-12-17