

En investering för framtiden



EUROPEISKA  
UNIONEN  
Europeiska  
regionala  
utvecklingsfonden



## Delrapport 8. Bioenergigårdar

**Brikettering av rörflen med kolvpress.**



**Jan 2011**

**Projektledare Håkan Örberg**

## Bakgrund

Transport och hantering av fasta biobränslen kan underlättas genom förädling av biobränslen och detta kan och även förbättra förbränningsegenskaper. De vanligaste metoderna för biobränsleförädling är pelletering och brikettering, vilka båda har sina fördelar. Pellets har tack vare sin höga densitet och energitäthet och möjlighet till automatiserad förbränning blivit den mest populära förädlingsformen på villamarknaden och i annan småskalig hantering. Pelletering av vissa bränslen, som rörflen, medför dock vissa svårigheter, bland annat p.g.a. sin låga densitet som kan kräva förkomprimering av råvaran och även p.g.a. stor variation i råmaterialets kvalitet (Larsson, Örberg et al.). Brikettering är däremot mindre känsligt mot variationer i fysikaliska egenskaper hos bränslet och är också en process som kräver mindre energi och som genom sin enkelhet bättre lämpar sig för producentnära förädling (hos odlaren).

## Frågeställning

I detta delprojekt inom "Bioenergiårdar" har bestämning av ett antal parametrar för briketttillverkning av rörflen i en kolvpress jämförts med motsvarande för brikettering av kutterspån och GROT. Försöken genomfördes vid SLU, BTK: s anläggning Biobränsle Tekniskt Centrum i Umeå. De råvaror som jämfördes var rörflen (Röbäcksdalen), kutterspån (tall) och GROT (skörderester från skogsavverkning; Grenar och toppar). Betydelsefulla faktorer vid tillverkning av briketter är:

- Energiförbrukningen (kWh/ton)
- Briketternas densitet (styckedensitet eller bulkdensitet)
- Briketternas hållfasthet

För att bedöma värdet av briketterna som ett förädlad bränsle tillkommer förbränningsegenskaper såsom:

- Effektivt värmevärde (MWh/ton torrsubstans)
- Fukthalt (% av Torrsubstans)
- Askhalt (% av torrsubstansen)
- Askans fysikaliska egenskaper.

## Försöksbeskrivning

### Material

Råvarorna torkades till ca 8-12 % och maldes i en Lindner kvarn (Micromat 2000) med ett såll med håldiametern  $\varnothing$ 15 mm. Efter malningen är huvuddelen inom fraktionen 5-3mm och endast en mindre del (7 %) större än 5 mm.(Bild 1.) Någon ytterligare malnings krävs inte för briketteringsprocessen. Den på detta sätt grovmalda rörfilen har en kraftig tendens till valvbildning och transportörer, mellanlager m.m. måste utformas med omrörare och liknande för att undvika att materialet fastnar och hänger sig.

### Fraktionsfördelning rörfilen efter Lindnerkvarn

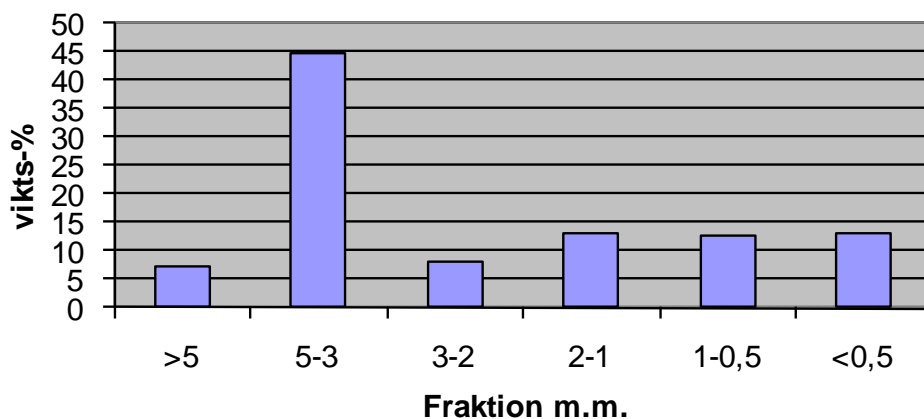


Bild 1. Fraktionsfördelning av rörfilen efter malning i (Lindnerkvarn Micromat 2000) med sålldiameter  $\varnothing$ 15 mm.

### Brikettpress

För pressningen till briketter användes en mekanisk kolvpress av märket BOGMA M60 som var utrustad med en presskona med diametern  $\varnothing$ 60 mm (Bild 1). Funktionen på denna press är att det malda materialet matas i via en horisontellt liggande skruv med reglerbart varvtal som också bestämmer produktionens storlek (kg/tim). Den horisontella skruven transporterar materialet till en vertikal matarskrub som är något koniskt utformad och slutar strax framför presskolvens bakre vändläge. Presskolven drivs av ett stort svänghjul via ett länksystem och har en fast slaghastighet (2-3 slag/sek). Presskolven har en större diameter,  $\varnothing$ 70 mm är presskonans avslutning som smalnar av successivt med 10 mm. Genom avsmalningen i presskonan uppstår ett mottryck som medverkar till komprimeringen till briketter. Vid komprimeringen av materialet uppstår kraftig värmebildning och

temperaturen i materialet kommer att överstiga 100°C. Temperaturen på presskonan måste därför kylas. Presskonans temperatur regleras till 80-90°C med hjälp av kyld olja som löper i kanaler i presskonans ytter del. Efter pressningen är temperaturen på briketterna 60-70°C och måste kylas i en kylbana innan lagring i säck eller stack kan ske. Vid kylningen i kylbanan ökar briketternas hållfasthet. Kylbanan måste vara tillräckligt lång för att temperaturen skall sjunka så mycket att briketterna går sönder vid fallet från kylbanan till stacken.

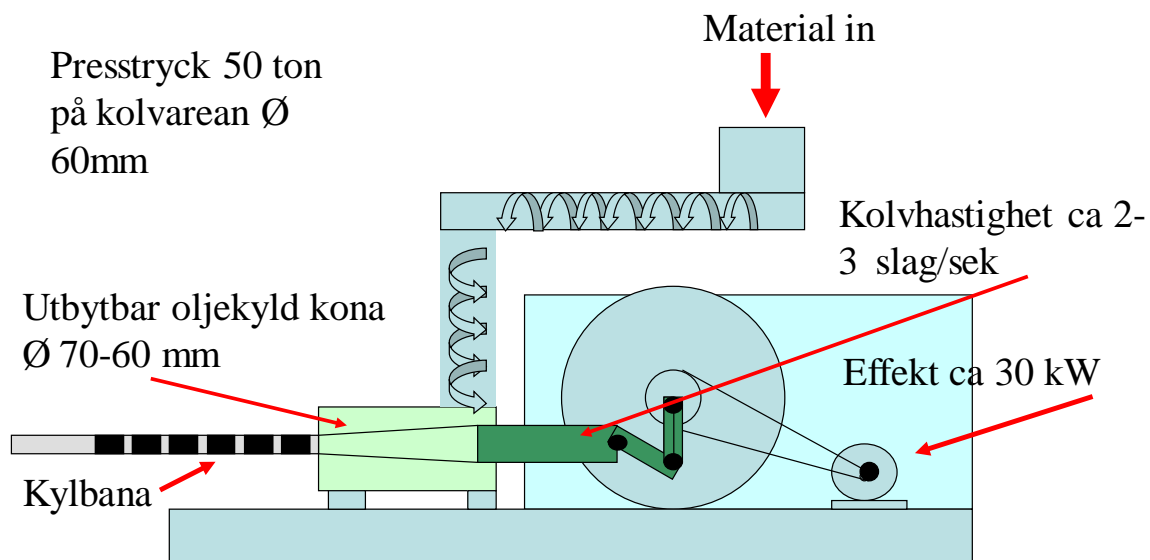


Bild 1. Principbild över mekanisk kolvpres av modellen BOGMA M 60

### Beräkning av energiförbrukning

Huvudmotor: **Trefas växelströmsmotor**

Märkeffekt (P): 37 kW

Spänning (U): 400 Volt 3 fas

Fasförskjutning (Cosθ): 0,86

Verkningsgrad (η):0,90

Ström (I): xxx A

$$P=\sqrt{3}\cdot U\cdot I\cdot \text{Cos}\theta$$

Energiförbrukningen är effekten (P) \* tid (t)

$$E = P \cdot t$$

Vid mätningarna registrerades strömförbrukningen I (A)kontinuerligt och dessa värden loggades varigenom medelströmförbrukningen under mätperioden kunde beräknas.



Bild 2. Försöksupställning av brikettpress och materialtransport BOGMA M60.

## Resultat

### Energiförbrukning

Pressningen av de tre olika materialen till briketter kunde göras utan några störningar i produktionen. Energiförbrukningen för själva pressningen redovisa i tabell 2. Energiförbrukningen vid pressning av rörflen var något högre jämfört med grot som i sin tur var högre jämfört med sågspån.

Tabell 2.

Material	Fukthalt %	Produktion kg/tim	Medelöström A 30 min	Medeleffekt kW under 30 min	Energiförbrukning kWh/ton
Sågspån (Tall/gran)	11,1	270	42	22,63	83,8
Rörflen Rbd-09	12,6	246	43,3	23,33	94,8
Grot	11,9	258	42,7	22,98	89,1

Den specifika energiförbrukningen (kWh/ ton pressad mängd biomassa) är beroende av skalan på produktionen. En mindre press ger alltid högre specifik energiförbrukning än en större.



Bild 4. Briketter av sågspån



Bild 5. Briketter av grot (grenar och toppar)



Bild 6. Briketter av rörfilen

## Bulkdensitet

Bulkdensiteten mättes på sex prover av grot samt tre prover vardera av sågspån och rörfilen. Medelvärden av bulkdensitet redovisas i bild 7. Resultatet visar att bulkdensiteten för rörfilensbriketter kunde göras betydligt högre än för sågspån.

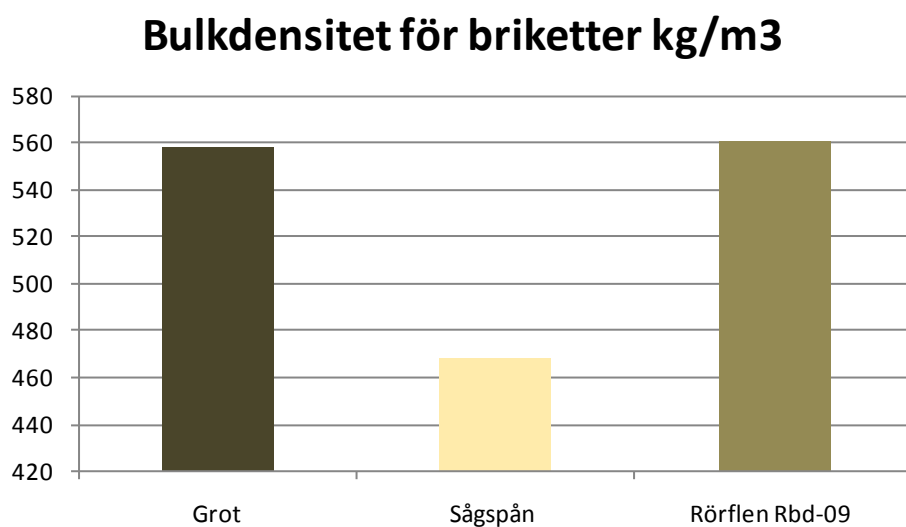


Bild 7. Uppmätta medelvärden av bulkdensiteten för briketter av grot, sågspån och rörfilen

## Hållfasthet

Hållfastheten på briketterna mättes på sex prover av grot samt tre prover vardera av sågspån och rörfilen. Medelvärden på hållfastheten redovisas i bild 8. Procentsiffran anger den viktsmässiga delen som är hela briketter efter ett standardiserat test där briketterna tumlats i en speciell utrustning. Resultatet visar att rörfilensbriketter uppnådde den högsta hållfastheten av de tre materialen i försöket.

## Hållfasthet för briketter % hela

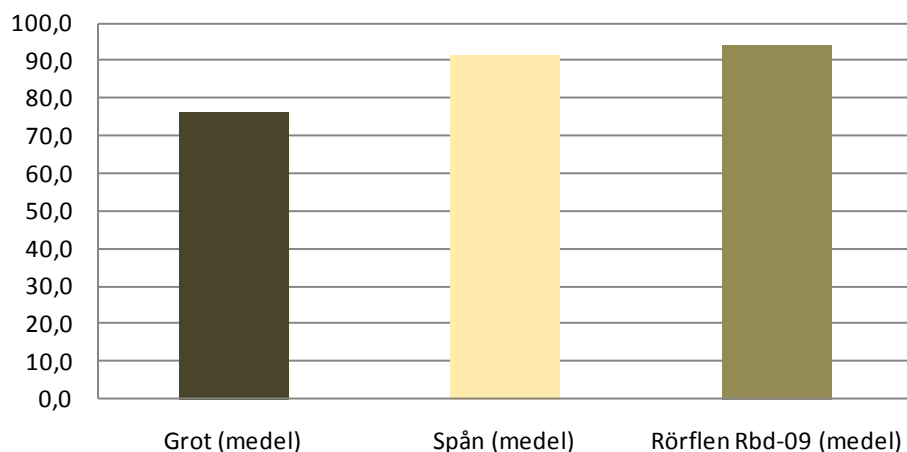


Bild 8. Uppmätta medelvärden på hållfasthet för briketter av grot, sågspån och rörflen

### Diskussion

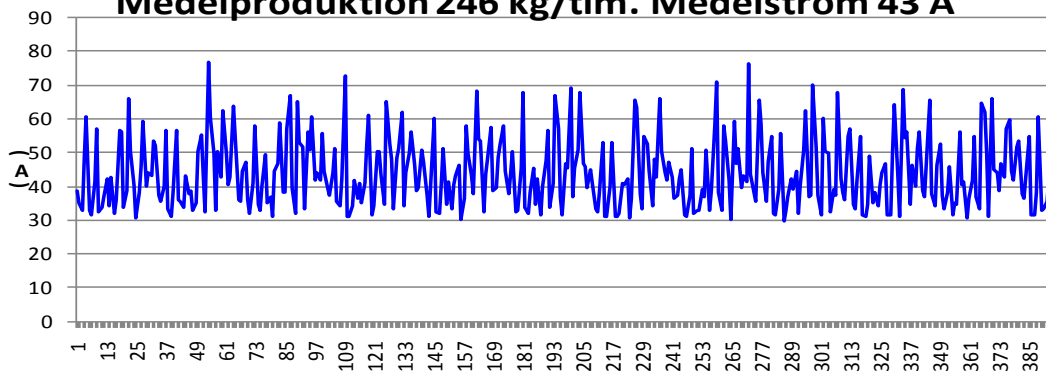
Försöken med brikettering av rörflen med en mekanisk kolvpress visar att denna komprimeringsmetod är mycket lämplig för råvaran rörflen. Både resultaten av bulkdensitet och hållfasthet visar på bättre egenskaper än för jämförda trämaterial. Energiförbrukningen är något hög och förklaras av att medelproduktionshastigheten kg/tim varit låg. Vissa tänkbara optimeringar i utrustningen skulle möjligen kunna höja produktionen något. I andra försök med rörflen har högre produktionshastighet (400-450 kg/tim) uppnåtts.

Vid en avkastning på 7 ton/ha av rörflen som skördas torr på våren krävs en pressningstid på 15,5-17,5 timmar.

Medelproduktionen vid briketteringen har varit låg i förhållande till maskinens maximala kapacitet vilket i hög grad påverkar energiförbrukning per producerad mängd briketter. Variationen i strömförbrukningen är också stor vid brikettering och kan förklaras av att belastningen pulserar i takt med kolvslagen på maskinen. Jämförelse kan göras med pelletering av rörflen som också ger variationer i strömförbrukningen. Pelletering av rörflen har dock i andra arbeten visat sig vara betydligt känsligare process med avseende på fukthalten och råvarans materialegenskaper vilket resulterat i mycket ojämn drift och stora variationer i strömförbrukning.



**Strömvariationer vid brikettering av rörflen.  
Medelproduktion 246 kg/tim. Medelström 43 A**



**Strömvariationer vid pelletering av rörflen.  
Medelproduktion 150 kg/tim medelström 39 A**

