



Brikettering av biomassa från åkern

Sammanställning av svenska briketterings- och pelleteringsstudier med åkergröda som råvara. Fokusering på vad som tekniskt fungerar och vad som inte gör det.

Fredrik Ek

Svenska lantbrukssällskapens förbund

Utgiven av projekten
“Bioenergirådgivning i Svenskfinland” och
“Höjning av energisjälvförsörjningsgraden i Österbotten”

1 Inledning.....	3
1.1 Varför brikettera åkergröda?.....	3
1.2. Pellets eller briketter?.....	3
1.3. Pellets.....	3
1.4 Briketter.....	4
1.5. Olika briketteringstekniker.....	4
2. Sammanställning av forskningsrapporter.....	5
2.1 JTI-rapport 351. "Småskalig brikettering av hampa". (Forsberg M. m.fl. 2006).....	5
Odling av hampa.....	5
Skörd av hampa.....	5
Tidpunkten för skörden påverkar skördens storlek och dess kvalitet.....	5
Brikettering av hampa.....	5
Hampbriketternas förbränningssegenskaper.....	6
2.2. BTK-rapport 2001:2 "Utvärdering av skruvpress för småskalig brikettering av rörflen". (Nilsson C. m.fl. 2001).....	6
Skruvpress som alternativ till kolvpress.....	6
Materialhantering innan briketteringen.....	6
Brikettpressens funktion.....	6
Brikettpressens produktionskapacitet.....	7
Briketternas kvalitet.....	7
2.3. JTI-rapport 341, "Hampa som bränsleråvara, Förstudie". (Sundberg, M. & Westlin H. 2005).....	7
Odling av hampa.....	7
Hektarskörd vid hampodling.....	7
Hampans starka fibrer förorsakar hanteringsproblem.....	8
Förbränning av hampa.....	8
2.4. BTK rapport 2006:12, "Pelletering av rörflen". (Örberg m.fl. 2006).....	8
Använd pelletpress.....	8
Övrig utrustning.....	8
Studerade faktorer, första försöksuppställningen.....	8
Varierade faktorer, första försöksuppställningen.....	8
Resultat, första försöksuppställningen.....	9
Matriskvalitet och förnyad försöksuppställning.....	9
Rörflen driver pressrullarna dåligt.....	9
Fuktning av materialet för ökad friktion.....	10
Problem med frammatning av material.....	10
Matrisens temperatur viktig för funktionen.....	10
Fast eller roterande matris?.....	10
Råvarans täthets betydelse för pelleteringsfunktionen.....	10
Förbränningsförsök med rörflenspellets.....	10
3. Sammanfattning.....	11
3.1 Allmänt.....	11
3.2 Saker man bör tänka på då man överväger pelletering av åkergröda.....	11
3.2.1 Stora investeringar.....	11
3.2.2 Pelleterad åkergröda är inte lika med pelleterat trä.....	11
3.2.3 Besvärliga rökgaser.....	11
3.3 Agrobränslen bäst i stora anläggningar?.....	12
4. Diskussion.....	12
5 Bildbilaga.....	14
6. Referenser.....	16

1 Inledning

1.1 Varför brikettera åkergröda?

Produktion och försäljning av åkergröda utan vidare förädling innebär i praktiken att produkten säljs till värmeverk till ett lågt pris. I värmeverk måste rörflen, hampa eller halm tävla med torv som i Finland är det billigaste bränslet i fråga om pris per Megawattimme. En förhöjning av råvarans förädlingsgrad genom pelletering eller brikettering ger möjligheter att sälja slutprodukten till konsumenter som kan betala ett betydligt högre pris per energiinnehåll än vad en storförbrukare kan göra.

1.2. Pellets eller briketter?

Vid produktion av pellets måste materialet finfördelas ordentligt för att pelletarna skall hålla ihop och för att produktionsprocessen skall fungera ordentligt. Råmaterialet för brikettproduktion behöver däremot inte finfördelas lika mycket. Pellets används som bränsle i småskaliga automatiserade förbränningsanläggningar medan briketter används i större panncentraler eller små anläggningar avsedda för eldning med klabbved. Det effektiva värmevärdet för pellets eller briketter tillverkade av träspån uppgår till ungefär 4,7 MWh per ton. Pellets och briketter tillverkade av åkergröda som rörflen, halm eller hampa har ungefär samma värmevärde som träpellets eller briketter.

1.3. Pellets

Pellets tillverkas genom att torkat och malt material pressas genom en hålmatis (fig 1). Pressningen sker under högt tryck, vilket gör att temperaturen höjs och ligninet i råvaran mjuknar. När pelletarna sedan kallnar, stelnar ligninet och binder ihop materialet. Den vanligaste råvaran för pelletstillverkning är sågspån och flis. Förutom trä kan också åkergröda som halm och rörflen kan komprimeras till pellets. Pellets har oftast en diameter på 6-12 mm och en fukthalt på cirka 6-10 %. Pellets kan pressas både i stor och i liten skala. Det finns små pressar som har en kapacitet på cirka 30 kg i timmen men också stora anläggningar med en kapacitet på 5 ton per timme. Tack vare att pellets är små och jämna till sin struktur är hanteringen av dem lätt att automatisera med enkla och lätta anordningar. Pellets är på grund av sitt rätt höga pris per energiinnehåll mest lämpade för småskaliga förbränningsanläggningar i stil med värmeanläggningar i egnahemshus där investeringskostnaderna för förbränningsutrustningen spelar en stor roll för lönsamheten.

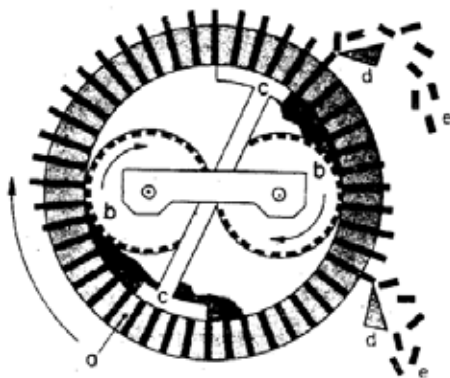


Fig 1. Principskiss över hur en pelletpress arbetar

1.4 Briketter

Briketter är runda eller kantiga stycken som framställs genom att torkat, sönderdelat material pressas i en kolv- eller skruvpress. De vanligaste råvarorna är torv, sågspån eller kutterspån, men också åkergröda kan pressas till briketter. Briketter har per definition en diameter större än 25 mm. Den mest använda brikettstorleken rör sig mellan 50 och 80 mm. Briketter används framförallt i medelstora panncentraler vid till exempel sjukhus, skolor och industrier (400 kW till 5 MW). Briketter kan dessutom eldas i kakelugnar och andra eldstäder avsedda för eldning med klabbved. Produktionstekniken vid brikettering är förhållandevis enkel och produktionskostnaden cirka 10-20 % lägre än för framställning av pellets. Råvara som skall briketteras behöver inte vara lika finfördelad som råvara som skall pelleteras. På marknaden finns brikettpressar för både storskalig och småskalig brikettering. Kapaciteten varierar från cirka 40 kg till 3 ton per timme.

1.5. Olika briketteringstekniker

De briketteringsmaskiner som finns på marknaden indelas i olika kategorier enligt den funktionsprincip de arbetar efter. Kolvpressar där materialet komprimeras av en fram och tillbaka gående mekaniskt eller hydrauliskt driven kolv är de mest använda i Europa. Dessutom används olika typer av skruvpressar (fig. 2) där materialet pressas mot matris med hjälp av en skruv som antingen kan vara cylindrisk eller konisk formad. De minsta kolvpressarna arbetar i allmänhet hydrauliskt medan de större pressarna drivs mekaniskt med hjälp av ett svänghjul och en excentermonterad vevstake (fig. 3). Generellt sett har de kolvpressar som använts idag utvecklats i USA och i Europa, medan skruvpressarna har utvecklats i Japan. Briketter som pressas med kolvpressar har en sämre hållfasthet än de som pressats med skruvpressar (FAO 1996). I fråga om energiåtgången för pressning av briketter finns det ingen större skillnad mellan de två olika huvudtyperna av pressar. Briketter som pressas med skruvpressar har i regel ett hål i mitten efter skruven medan briketter pressade med kolvpressar saknar hål. Med en skruvpress kan man göra jämnare briketter med en bättre hållfasthet eftersom sammanpressningen sker kontinuerligt istället för stötvis som med kolvpressar. På minussidan finns å andra sidan att skruven i en skruvpress har en kort livslängd på grund av stort slitage, vilket i sin tur leder till att underhållskostnaderna ofta blir högre med skruvpressar (FAO 1996).

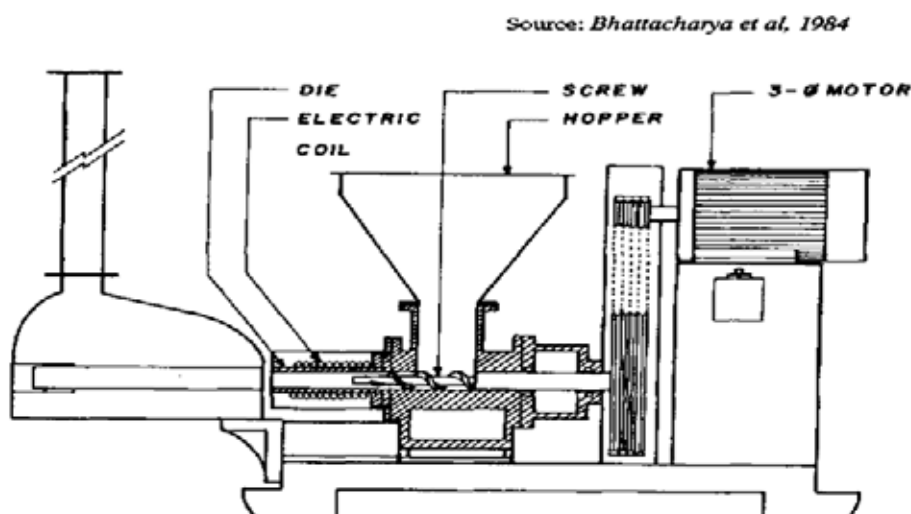


Fig. 2. Funktionsprincip för skruvpress

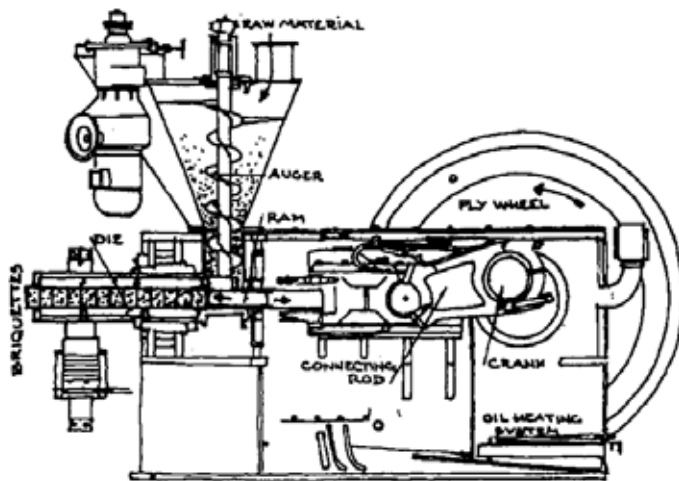


Fig. 3. Funktionsprincip för mekanisk kolvpres

2. Sammanställning av forskningsrapporter

2.1 JTI-rapport 351. "Småskalig brikettering av hampa". (Forsberg M. m.fl. 2006)

Odling av hampa

Utsädesmängden med hampfrö var 18 kg/ha. Kvävegödslingen var 100 kg/ha. Fosfor- och kaliumgödslingen var 15 resp. 30 kg/ha. Någon kemisk bekämpning behövde inte göras. Hampan skördades under senvintern/våren. Totalt odlades 9,5 ha som gav 55-60 ton färdiga hampbriketter.

Skörd av hampa

För skörden av hampan användes en självgående exakthack med ett radoberoende majsbord. Den på fältet hackade hampan fördes till en lagerbyggnad från vilken materialet lastades på en fodervagn med matarmatta på botten. Med hjälp av fodervagnen flyttades materialet till brikettpressen via ett transportband och en tratt ovanför briketteringsmaskinen. Ett problem med hampa är att dess starka fibrer tenderar linda sig runt roterande maskindelar vid skörd och övrig hantering. Det här i sin tur leder till funktionsstörningar och till att maskiner går sönder. Dessutom citerar rapportens skribenter tidigare rapporter om ett stort slitage på skärande och klippande maskindelar vid skörd av hampa.

Tidpunkten för skörden påverkar skördens storlek och dess kvalitet

I rapporten rekommenderades att skörden skall göras sedan bladen fallit av, alltså efter att hampan hunnit frysa. Bladmassan innehåller näringsämnen som på det här sättet blir kvar på fältet, dessutom ger bladen en stor mängd aska vid förbränning. Genom att låta bladen falla av minskas framför allt mängderna kalium i briketterna, höga kaliumhalter i bränslet kan medföra problem med förbränningsutrustningen. Vid skörd av hampa på senvintern/våren är fukthalten hos materialet mellan 10 och 20 % och kan därför lagras utan vidare torkning. Enligt rapporten har man vid tidigare studier kunnat konstatera att det finns stora skillnader i storleken på skörden beroende på om den görs på hösten eller på våren. Vid höstskörd av hampa som gjorts efter att bladen fallit av har man uppmätt skördenivåer på upp till 10 ton torrsvikt per hektar. Vid skörd av hampa på våren har skördenivån varit 60 % av höstskörden.

Brikettering av hampa

Briketteringen gjordes med en hydraulisk matrispress med en kapacitet på 270 kg/h. Inget bindemedel behövdes för att få briketterna att hålla ihop. Fukthalten i råmaterialet fick inte vara högre än 15 %. Bäst briketter blev det med en fukthalt på knappa 12 %. I studien konstateras att hampfibrerna ställde till med problem i brikettpressens matningsskruv och i övriga transportörer för frammatning av materialet till brikettpressen. Skribenterna rekommenderar skruvar utan axel för att minska risken för att fibrerna lindar sig runt skruvar och därigenom hindrar deras funktion.

Hampbriketternas förbränningsegenskaper

Det effektiva värmevärdet hos de producerade briketterna var 4,9 MWh/ton. Askhalten konstateras vara högre hos hampa än hos andra åkergrödor och dessutom konstateras i rapporten allmänt att bränslen med hög askhalt har en lägre smälttemperatur på askan än bränslen med en låg askhalt. Några regelrätta förbränningsstudier med hampbriketter hade enligt rapportens författare inte gjorts. Skribenterna konstaterar att det på basen av den höga halten av askbildande ämnen i hampbriketterna finns fog att anta att sintrande aska kan ställa till med svårigheter vid eldning med hampa som bränsle.

2.2. BTK-rapport 2001:2 ”Utvärdering av skruvpress för småskalig brikettering av rörflen”. (Nilsson C. m.fl. 2001)

Skruvpress som alternativ till kolvpress

Studien bakom rapporten hade som målsättning att utvärdera skruvpresstekniken som ett alternativ till mekaniska och hydrauliska kolvpressar vid brikettering av rörflen. Fördelarna med skruvpressen är enligt rapporten bland annat att den är billigare i inköp än kolvpressar samt att den inte behöver ett fast fundament och därigenom kan göras mobil. Den brikettpress som användes var en konisk skruvpress (BIO-Compactor B10/2) med två parallellt arbetande skruvar och utan yttre uppvärmning av pressmatrisen. Matrisen formade briketterna till kvadratiska block med avfasade hörn.

Materialhantering innan briketteringen

Den råvara som användes var rörflen som odlats i närheten av Umeå och som skördats under första veckan i juni. Rörflensbalarna hackades med en traktordriven hack och dessutom användes en långsamgående halmrivare för sönderdelningen av råvaran. Frammatningen av materialet till brikettpressen var problematisk. Det rivna och sållade materialet matades till maskinen via en tratt med rörliga sidor för att valvbildning skulle förhindras. Valvbildning förekom trots det här. Speciellt problematiskt var att rörflensdamm och kondenserande ånga från briketteringen bildade en beläggning på inmatningsutrustningen som ledde till stopp i tillförseln av material till brikettpressen.

Brikettpressens funktion

Densiteten på briketterna och pressningstemperaturen ställdes in genom att göra inställningar på pressmatrisen och genom att variera inmatningshastigheten av material till brikettpressen. Författarna konstaterar att regleringen av pressningstemperaturen under drift var problematisk med den använda pressen. Temperaturregleringen gjordes genom att mängden material som matades till skruvarna varierades. Regleringen för båda skruvenheterna gjordes enligt temperaturen på den ena pressenheten varvid den andra enhetens temperatur antogs följa den förstas. Vid försöken var det här ofta inte fallet, vilket syntes på att materialet i den ena skruven kunde börja brinna medan temperaturen i den styrande skruven var mellan 50 och 60 grader. Rapportens författare anmärker på att det tog anmärkningsvärt länge innan pressmatrisen uppnådde

optimal arbetstemperatur vid uppstartning av maskinen. Vid en utomhustemperatur på mellan 10 och 15 grader tog det en timme innan pressen och materialet var tillräckligt varma för att ligninet skulle bli tillräckligt mjukt för att ordentligt limma ihop briketterna. Vid rumstemperatur gick uppstartningen av maskinen på en halv timme. Dessutom förekom det problem med att den matris som användes inte höll för trycket och måste repareras. Optimal arbetstemperatur för den använda pressen var cirka 65°C med rörflen som råvara.

Brikettpressens produktionskapacitet

Under försöken konstaterades att kapaciteten hos den använda skruvpressen var mycket lägre än vad tillverkaren hade angivit. Enligt tillverkaren skulle brikettpressen klara av att producera 300 kg briketter per timme medan den faktiska uppmätta produktionskapaciteten med rörflen landade på 60 kg/h. Artikelns författare antar att rörflens låga volymvikt kan vara en av huvudorsakerna till att kapaciteten var så pass mycket lägre än den angivna.

Briketternas kvalitet

Hållfastheten och därigenom kvaliteten på briketterna bestämdes genom att briketterna tumlades i fyra minuters tid varefter man mätte andelen finfördelat material av allt det tumlade materialet. Skribenterna konstaterar att kvaliteten på de producerade briketterna förbättrades med ökad finfördelningsgrad av råmaterialet. För att storleksfraktionsfördelningens inverkan på briketternas kvalitet skulle kunna bestämmas användes olika grova såll vid olika försök. En något överraskande slutsats var att brikettkvaliteten vid en fukthalt på 18 % var anmärkningsvärt mycket bättre än vid en fukthalt på 14 %. Artikelns författare utgår ifrån att förklaringen ligger i att ligninet vid högre fukthalt har en lägre smälttemperatur. Briketteringen skedde i det här fallet vid en mycket låg temperatur, dvs. mellan 55 och 80 grader.

2.3. JTI-rapport 341, ”Hampa som bränsleråvara, Förstudie”. (Sundberg, M. & Westlin H. 2005)

Odling av hampa

Författarna konstaterar att någon ogräsbekämpning inte i allmänhet är nödvändig vid odling av hampa. Gödsling och speciellt kvävegödsling behövs däremot för att skörden skall bli lyckad. Enligt artikelns författare har en kvävegödsling på 120 kg per hektar gett den största skörden vid ett försök i Sverige, högre kvävegödsling än så påverkade skördenivån negativt. Enligt artikelns författare utgör förnödenheterna för odlingen av hampan dvs. NPK gödseln och utsädet en mycket stor del av totalkostnaderna för produktion av hampbaserat bränsle. Hampfrö anses vara mycket dyrt och därför kunde det i princip vara intressant att minska utsädesmängden för att få ner produktionskostnaderna. Författarna citerar studier som visat på att samma skördenivå uppnåts trots stora variationer i fråga om utsädesmängd mellan olika försök. När fiberhampa odlas för fibrernas skull påverkas kvaliteten på skörden negativt av gles sådd, samma sak gäller inte för odling av fiberhampa för energiändamål eftersom då endast den totala skördemängden är av intresse. Författarna konstaterar att en utsädesmängd på 20 kg per hektar är behövlig för att garantera att hampan klarar av att konkurrera ut ogräsväxter så att ogräsbekämpning inte behöver göras. Samtidigt leder en ges sådd till grova plantor, något som ställer stora krav på skördeutrustningen.

Hektarskörd vid hampodling

Enligt artikelförfattarna har den totala mängden biomassa per hektar vid odling av hampa i Sverige på basen av tidigare studier har varierat mellan 8 och 12,5 ton torrsvikt per hektar. Cirka 20 % av torrmassan utgörs av bladmassa vilket innebär att mellan 6,5 och 10 ton stammasa kan skördas per hektar och år. Bladen konstateras med tanke på bränslets egenskaper inte vara

lämpliga att ha med på grund av deras höga halt av askbildande ämnen. Författarna rekommenderar att skörd av hampa skall göras sedan frosten slagit till och de flesta bladen fallit av. Tidpunkten för skörden och använd skördeteknik inverkar på hur stor andel av den potentiella skördenivån som i praktiken uppnås. Ju senare hampan skördas, desto mindre blir skörden.

Hampans starka fibrer förorsakar hanteringsproblem

Artikeln författare hänvisar till talrika hampodlingsstudier där man haft problem med att hampfibrerna lindar sig runt roterande maskindelar och därigenom förorsakar driftsstörningar. Vidare konstateras att det finns ett behov för särskilda maskiner för hantering av hampa. Författarna nämner att företagen Kranemann Gartenbaumaschinen och HempFlax utvecklat skördemaskiner som kapar hampstammarna i kortare stumpar vilket borde minska problemen med fiberlindning i övrig utrustning.

Förbränning av hampa

Artikelförfattarna citerar studier där man påvisat att den aska som bildas vid förbränningen av hampa har en så hög smältpunkt att några större problem med förbränningsutrustningen inte borde vara att vänta.

2.4. BTK rapport 2006:12, ”Pelletering av rörflen”. (Örberg m.fl. 2006)

Använd pelletpress

Studien bygger på pelleteringsförsök med en liten pelletpress (SPC 300) med en nominell produktionskapacitet på 300 kg pellets per timme. Pelletpressen är av typen fixerad matris och rörliga pressrullar. Pressar av den här typen är tacksamma att använda för forskningsändamål eftersom det är lättare att mäta vad som händer i pressen då matrisen hålls på stället istället för att rotera, vilket är fallet hos de flesta pelletpressar som används.

Övrig utrustning

Liksom brukar vara fallet vid pelletering och brikettering utgjorde själva pressen bara en liten del av all den utrustning som behövdes för pelletpressningen. Vid försöken användes två olika uppställningar, vid den första uppställningen kördes stora materialmängder enligt följande: Rörflensbalarna placerades på ett transportband varifrån de matades vidare till en långsamt gående kvarn (Lindner) för grovmalning. Artikelskribenterna framhåller att den långsamt gående kvarnen vid försöken fungerade mycket väl. Tack vare ett mycket lågt varvtal på kvarnen (80 rpm) var risken för gnistbildning och därmed brand i den torra malda rörfleniten liten. Efter grovkvarnen följde anordningar för separering av sten och metall från materialet varefter materialet matades till en finkvarn i anslutning till pelletpressen.

Studerade faktorer, första försöksuppställningen

1. **Bulkdensiteten** hos de producerade pelletarna, Densiteten skall vara högre än 600 kg/m^3 för prima bränslepellets
2. **Hållfastheten** hos pelletarna genom s.k. Lignotest där pelletarna cirkuleras med en luftström och därigenom mekaniskt nöts. Ju större andel i procent som återstår i form av hela pellets efter nötningen, desto högre Lignovärde och bättre pellets.
3. **Produktionskapacitet och energiförbrukning** hos pelletpressen

Varierade faktorer, första försöksuppställningen

1. **Presskanalens längd i pelletmatrisen**, tre olika matriser användes med presskanallängderna 47,5 mm, 55 mm och 60 mm. Ju längre presskanal, desto mer komprimerade blir pelletarna

2. **Fukthalten hos råmaterialet**, fukthalten hölls på en ”låg” och på en ”hög” nivå, så att material med låg fukthalt innehöll cirka 15 % fukt medan material med hög fukthalt innehöll cirka 25 % fukt.

Resultat, första försöksuppställningen

1. **Bulkdensitet.** Densiteten blev tillräckligt hög hos de pelletar som pressades genom en matris med tjockleken 55 eller 60 mm. Med 47,5 mm längd på presskanalen blev densiteten för låg. Densiteten var högst med 60 mm presskanallängd. Råmaterialets fukthalt hade ingen klar inverkan på bulkdensiteten (egen kommentar).
2. **Hållfasthet.** Råmaterialets fukthalt och längden på presskanalerna i matrisen verkade båda på de producerade pelletarnas hållfasthet. Vid hög fukthalt blev hållfastheten generellt sett bättre än vid låg fukthalt. Matrisen med 55 mm presskanallängd gav goda pelletar både med råvara med hög och låg fukthalt. Med den tjockaste matrisen, dvs. 60 mm, blev pelletarna bra med fuktig råvara men inte med torr. Sämst hållfasthet hade de pelletar som pressats av torrt material med den kortaste längden på presskanalerna dvs. 47,5 mm.
3. **Produktion och energiförbrukning.** Bäst var produktionskapaciteten med matrisen med 55 mm tjocklek, produktionskapaciteten var i det fallet kring 150 kg/h eller hälften av den nominella produktionskapaciteten hos den använda pressen. Med den 55 mm tjocka matrisen tillverkades också de bästa pelletarna. Jämfört med pelletproduktion av sågspån var energiförbrukningen betydligt högre vid pelleteringen av rörflen. För matrisen med 55 mm tjocklek var energiförbrukningen kring 110 kWh/ton. Jämförbara siffror för spånpelletering är enligt artikelförfattarna kring 70 kWh/ton. Med fuktig råvara och den tjockaste matrisen landade energiförbrukningen på dryga 200 kWh/ton. Artikelförfattarna utgår ifrån att man genom optimering av fukthalt och genom konditionering av råvaran med ånga kunde sänka den höga energiförbrukningen.

Matriskvalitet och förnyad försöksuppställning

Artikelförfattarna skriver att de matriser som användes vid de ovan beskrivna försöken inte var perfekt runda vilket i sin tur ledde till stort slitage på utrustningen till en följd av metallisk kontakt mellan matrisen och pressrullarna. Innan vidare försök gjordes införskaffades nya matriser med tjocklekarna 50, 55 och 60 mm. Materialhanteringskedjan börjande med grovkvarnen på Biobränsletekniskt centrum i Rönnebydalen är mycket stor och rymmer därför stora mängder material. För att tillåta körningar av mindre partier råvara gjordes en ombyggnad av försöksuppställningen innan vidare pelleteringsstudier företogs. För att möjliggöra pelletering av material med olika storleksfraktionsfördelningar och fukthalt tillsattes en sållningsmaskin och blandningsutrustning där finfördelat vatten kunde tillsättas så att önskad fukthalt på materialet kunde uppnås.

Rörflen driver pressrullarna dåligt

Artikelförfattarna konstaterar att det uppstod problem med ojämn gång hos pelleteringsmaskinen sedan nya pressrullar och matriser installerats. I motsats till vad som är fallet med träspån bildades ingen film av komprimerat material på den inre ytan av matrisen. På grund av avsaknaden av det här tunna skiktet drevs inte pressrullarna runt utan började slira då maskinen var inställd för ett litet spel mellan rullar och matris. Materialet följde med pressrullarna runt i pressutrymmet istället för att jämnt pressas genom matrisen. Som indikator på hur jämnt eller ojämnt pelleteringsmaskinen arbetade användes kontinuerliga mätningar av dess elförbrukning. Då elförbrukningen vid pelletering av sågspån varierade mellan 20 och 30 A var motsvarande förbrukningsvariation med rörflen mellan 20 och 60 A. Artikelförfattarna konstaterar att i jämförelse med pelletering av sågspån avviker pelleteringen av stråväxter bland annat genom att finfördelat stråbränsle har sämre flödesegenskaper och lägre volymvikt.

Fuktning av materialet för ökad friktion

För att råda bot på problemen med ojämn gång beslöt man utreda huruvida funktionen hos pelletpressen kunde fås bättre genom att använda ett mer fuktigt råmaterial eller genom att konditionera råvaran med ånga. Med fuktigare råvara fungerade pelleteringens bättre då friktionen mellan partiklarna ökade, artikelförfattarna framhåller att det är nödvändigt att tillsätta fukten jämnt i materialet eller alternativt att skörda råvaran då den innehåller mer vatten.

Problem med frammatning av material

Vid tillsats av överhettad ånga visade sig de minsta partiklarna uppta största delen av ångan varvid grövre partiklar inte blev uppmjukade. De små uppblötta partiklarna ställde till med valvbildning och stopp i driften på grund av att fuktiga dammbeläggningar bildades på olika ställen i inmatningen av material. Genom sållning av materialet så att den finaste fraktionen separerades bort blev problemen med valvbildning mindre. Med sållat och med ånga konditionerat material fungerade pelletproduktionen någorlunda väl.

Matrisens temperatur viktig för funktionen

Författarna konstaterar att det genomgående vid pelleteringsförsöken funnits en tendens mot relativt jämn pelletproduktion i början av försöken. Med stigande matristemperatur har en alltför stor uttorkning av materialet lett till störningar i pelletproduktionen. Då produktionen fungerat som bäst har matrisens temperatur enligt författarna stabiliserat sig på en nivå mellan 80 och 100°C. Med olämpligt konditionerad råvara eller störningar i inmatningen har temperaturen stigit till 120°C vilket resulterat i försämrat pelleteringsresultat. Skribenterna framkastar hypotesen att kylning av matrisen kunde förbättra funktionen hos pelletpressen.

Fast eller roterande matris?

En hypotes som artikelskribenterna prövat var huruvida problemen med valvbildning och ojämn funktion hos pelletpressen hängde samman med den använda pressens konstruktion, dvs. med att matrisen var fast. För att reda ut saken gjordes pelleteringsförsök med en pelletpress med roterande matris som annars körs på kutterspån. Skribenterna konstaterar att samma problem materialtillförings och pelleteringsproblem förekom med den här typen av press. Vid användning av en blandning av träspån och rörflen fungerade produktionen, men med endast rörflen som råvara blev det stopp. Genom tillsats av vatten direkt till pelletpressen kunde små mängder pellets produceras tills ångbildning från pressen gjorde att beläggningar bildades som medförde stopp i materialflödet. Artikelskribenterna konstaterar att samma svårigheter som man konstaterat med den fasta matrisen också förekom med en press med roterande matris.

Råvarans täthets betydelse för pelleteringsfunktionen

En annan hypotes var att densiteten på råvaran har en avgörande betydelse för hur väl pelleteringens fungerar. För att testa den här saken beslöt man pelletera rörflen som först briketterats och sedan malts sönder. Skribenterna konstaterar att den jämnaste driften och den högsta produktionskapaciteten uppnåddes med råvara som först briketterats och sedan malts. Enligt skribenterna spelar det faktum att finfördelad rörflen är mer ”hal” än sågspån sannolikt en stor roll när det gäller skillnaderna i pelleteringsframgång med de olika råmaterialen.

Förbränningsförsök med rörflelspelletts

För förbrännings testen användes en underifrån matad pelletbrännare med uppåt riktad förbränning i en brännarkopp (Eko-tec 30 kW). Avsikten med studien var att jämföra pellets tillverkade av rörflelstråvara med olika askhalt. Askhalten hos rörflen påverkas i hög grad av odlingsmarkens egenskaper. Rörflen som vuxit på torvmark har en lägre askhalt än rörflen som vuxit på vuxit på lermark. Allmänt känt är att det vid förbränning av stråbränslen bildas mer aska än vid förbränning av träbränsle. En överraskande slutsats vid studierna av tre olika rörflelstråvaror

med askhalten 2,6 %, 7 % och 11 % var att problem med smältande aska förekom endast med de pellets som innehöll minst aska. Mätningar av askans smälttemperatur för de olika testade pelletpartierna visade på att askans smälttemperatur var lägst för den rörfilen som innehöll minst aska, något som förklarar varför askan ställde till med problem i det fallet. Skribenterna konstaterade att halten av kväveoxider i rökgaserna vid försöken var högre då askhalten hos rörfilensbränslet var låg.

3. Sammanfattning

3.1 Allmänt

Det är fullt möjligt att producera pellets och briketter av agrara råvaror som halm, rörfilen och hampa. För att pelletering och brikettering skall fungera optimalt krävs en högre fukthalt hos råvaran än vad som är fallet vid pelletering och brikettering av trämaterial som såg och hyv-elspån. Själva pelletering eller briketteringen fungerar i allmänhet hyfsat förutsatt att fukthalten hos råvaran är lämplig och förutsatt att utrustningen i övrigt är anpassad för den råvara som används. En viktig sak att hålla koll på är att temperaturen på pressmatrisen inte blir så hög att materialet torkas ut för mycket (Berg m. fl. 2007). Vid de studier jag bekantat mig med har de största tekniska problemen vid pellet- och brikettproduktion hängt samman med att få den malda eller rivna råvaran frammatad till pressen. Kondenserande ånga från pressutrustningen har ofta lett till att det bildats beläggningar av fina uppblötta partiklar på inmatningsutrustningen. Beläggningarna har i sin tur medfört problem med valvbildning och stopp i tillförseln av material till pressen.

3.2 Saker man bör tänka på då man överväger pelletering av åkergröda

3.2.1 Stora investeringar

Priset på brikettpressen eller pelletpressen utgör bara en bråkdel av hela investeringskostnaden för en fungerande materialhanteringskedja. Kringutrustningen med kvarnar, sten- och metallavskiljare, transportörer och ångkonditioneringsutrustning är grova don som kostar mycket. Steget från kombinationen rundbalsrivare och pelletpress till liten automatiskt fungerande pelletsfabrik är långt.

3.2.2 Pelleterad åkergröda är inte lika med pelleterat trä

Pellets eller briketter gjorda på åkerbiomassa skiljer sig till sina förbränningsegenskaper från pellets eller briketter gjorda på träspån. Av den här anledningen är det inte utan vidare klart att man kan räkna med att kunna sälja agropellets till samma pris som träpellets. Värmevärdet för pellets gjorda på åkergröda är ungefär det samma som värmevärdet för träpellets, men förbränningstekniskt skiljer de två bränslena sig betydligt från varandra. Pellets gjorda på åkergröda innehåller mycket mer askbildande ämnen. Dessutom smälter askan från åkerbränslen vid en lägre temperatur än träaska, vilket i sin tur ofta förorsakat problem i pelletpannor som inte är speciellt anpassade för att klara av ett mer krävande bränsle.

3.2.3 Besvärliga rökgaser

Problem med stort askinnehåll och sintrande aska går att lösa genom användande av lämpliga tekniska lösningar. Ett större problem hänger samman med rökgasernas egenskaper, rökgaserna från förbränning av åkerbränslen är sura (fig 4) på grund av sitt innehåll av saltsyra och svavelsyra. Salt- och svavelsyran bildas vid förbränningen till en följd av råvarans innehåll av klor och svavel som är betydligt högre än för träbränslen. Bränslen tillverkade av åkergrödor innehåller dessutom mycket kväve som vid förbränningen ger upphov till höga halter av kväveoxider i

rökgaserna. Genom tillsats av kalk vid förbränning av åkerbränslen kan man höja askans smälttemperatur och därigenom minska på problemen med tilltäppning av förbränningsutrustningen (Rönnbäck och Arkelöv 2005). Svavelsyra och saltsyra är i små anläggningar inte praktiskt möjliga att rena bort ur rökgaserna, däremot är det genom tillsats av billiga tillsatsmedel som kalk eller matsoda till det material som skall pelletas möjligt att minska utsläppen. Enligt en svensk studie (Rönnbäck m.fl 2005) kan man med en tillsats av 1-2 procentenheter matsoda (NaHCO_3) till bränslet ändå inte uppnå en större minskning i utsläppen av svaveldioxid och saltsyra än mellan 20- 40 %. Samtidigt konstaterar Rönnbäck att utsläppen av kolmonoxid ökade och att pannans verkningsgrad något försämrades.

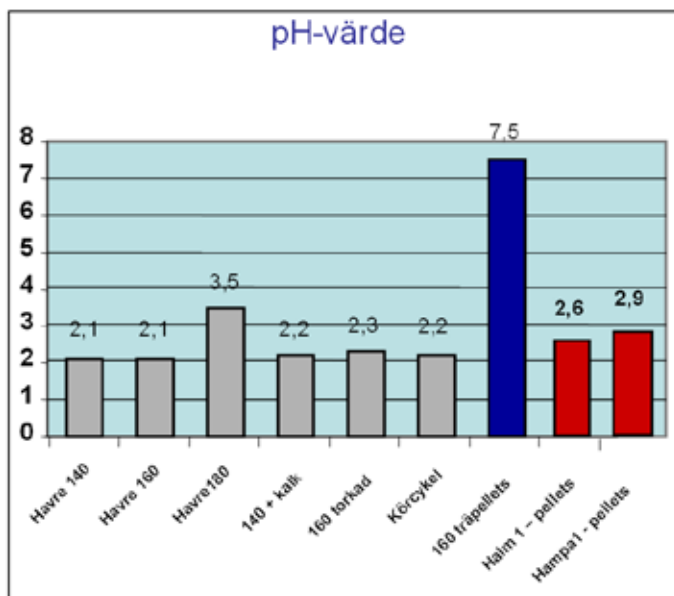


Fig 4. Förbränning av agropellets ger sura rökgaser, bilden från ÅFAB, Per Olof Löfgren.

3.3 Agrobränslen bäst i stora anläggningar?

Rent i princip är det lättare att komma till rätta med sura rökgaser i större anläggningar som kan köras med en jämn och hög belastning och där det finns möjligheter att använda kalktillsatser, stofffilter och katalysatorer för att bli av med sura utsläpp och kväveoxider. I små anläggningar är dylika finesser knappast praktiskt eller ekonomiskt vettiga. Vid småskalig förbränning av kompakterad åkergröda får man antagligen godkänna sura rökgaser och höga halter av kväveoxider i jämförelse med de halter som man har vid förbränning av träbränslen. I fråga om stora förbrukare är det å andra sidan inte lika klart att det är någon större vits med en föregående pelletering eller brikettering av råvaran, annat än för att minska transportkostnaderna längs landsväg.

4. Diskussion

Trots att agrobränslen är mer knepiga än träbränslen, går de att tillverka och bränna också i liten skala. Tiden kommer att utvisa om det blir allmänt med olika tillsatser för att minska problemen med sintrande aska och frätskador på pannor och skorstenar vid förbränning av kompakterade bränslen tillverkade av restprodukter från jordbruket. Samtidigt kommer tekniken alldeles säkert att gå framåt då det gäller småskalig förbränningsutrustning som är speciellt anpassad för de här bränslena. Speciellt i fråga om träpellets är deras höga pris en stor inspirationskälla för framtagande av fungerande anläggningar med låga utsläppsnivåer som möjliggör eldande ett

bränsle tillverkat av en ännu i dag billig råvara. Pellets och briketter går att producera framgångsrikt ur väldigt olika typer av råvara, men tekniken för tillverkning av i synnerhet pellets ur åkergrödor är ännu på ett relativt tidigt utvecklingsstadium. Av den här anledningen är det svårt att komma med rekommendationer gällande lönsamheten för småskalig pelleterings- eller briketteringsverksamhet. En förutsättning som måste uppfyllas är att det finns tillräckligt bra apparatur till ett rimligt pris för att agropellet- eller agrobrikettproduktion i liten skala inte skall bli alltför arbetskrävande för att vara ekonomiskt livsduglig. Dessutom måste man komma ihåg att slutprodukten inte utan vidare har lika goda förbränningsegenskaper som motsvarande produkter tillverkade av träråvara.

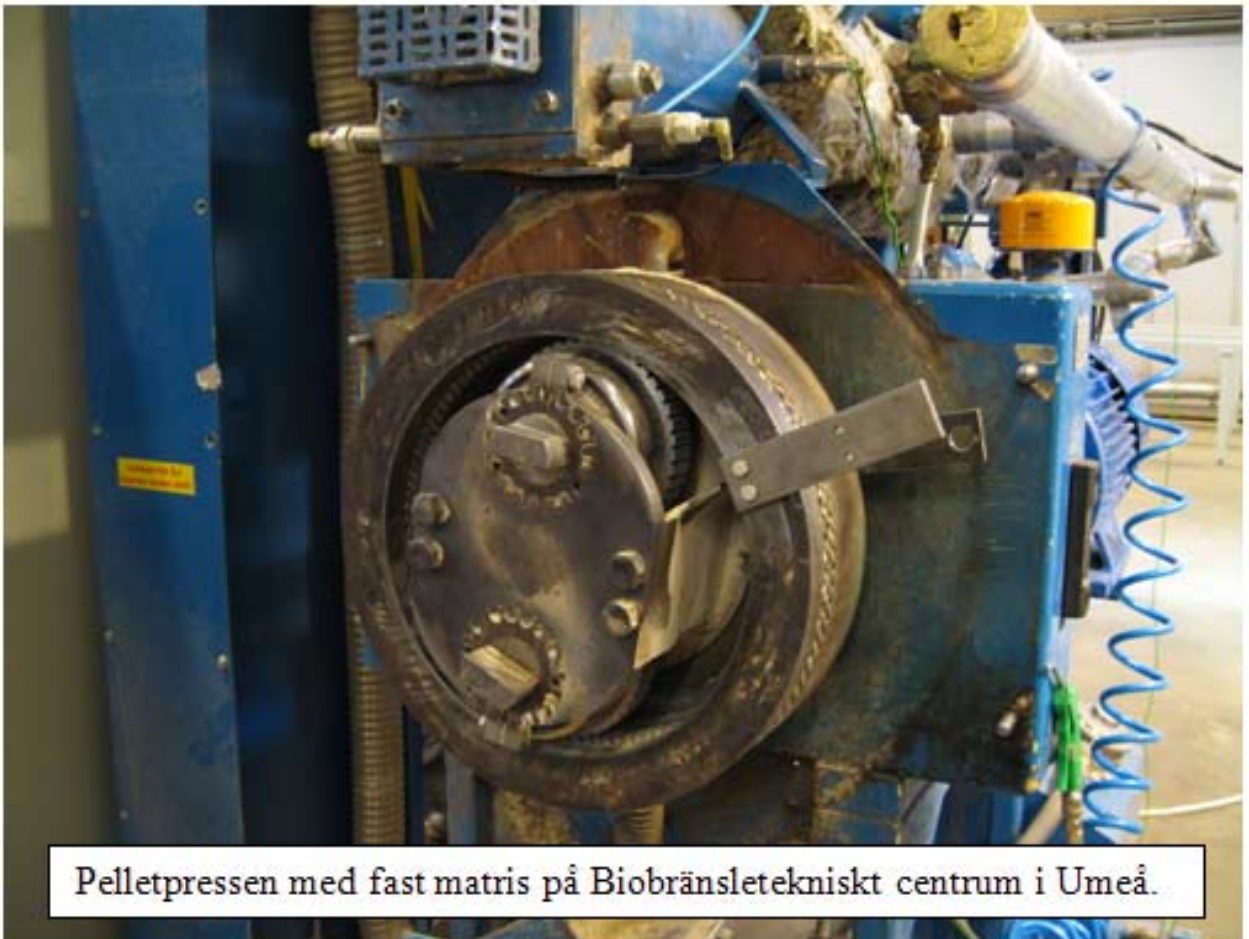
5 Bildbilaga

Bilder från besök på Biobräsletekniskt center Röbbäcksdalen Umeå den 17. oktober 2007.





Rundbalar på transportbandet väg upp mot den långsamtgående grovkvamen på Biobräsletekniskt center i Umeå. I förgrunden litet riven rörflen



Pelletpressen med fast matris på Biobräsletekniskt centrum i Umeå.

6. Referenser

Berg M., Bubholz M., Forsberg M., Myringer Å., Palm O., Rönnbäck M., Tullin C. 2007 "Förstudie - sammanställning och syntes av kunskap och erfarenheter om grödor från åker till energiproduktion". Värmeforsk Service Ab. Hittas på nätet på adressen: <http://www.bioenergiportalen.se/attachments/42/417.pdf>

FAO 1996. Författare: Grover P.D., Mishra S.K. "Biomass briquetting: Technology and practices". FAO Regional Wood Energy Development Programme in Asia. Field document 46. Hittas på nätet under: www.rwedp.org/acrobat/fd46.pdf

Forsberg M., Sundberg M., Westlin H. 2006. "Småskalig brikettering av hampa". Institutet för jordbruks och miljöteknik, rapport 351.

Nilsson C., Burvall J., Öhrberg H., Kalén G. 2001. "Utvärdering av skruvpress för småskalig brikettering av rörflen" Sveriges Lantbruksuniversitet, Enheten för biomassateknologi och kemi, Umeå, rapport 2001:2.

Rönnbäck M., Arkelöv O. 2005. "Tekniska och miljömässiga problem vid eldning av spannmål –en förstudie". Sveriges Provnings och forskningsinstitut, Älvdalens Fastbränsleteknik AB (ÄFAB). Hittas på nätet på adressen: <http://www.lantbruksforskning.se/ftpdoc/154018.pdf>

Rönnbäck M. m. fl. 2005. "Additiv i syfte att förhindra korrosion och sura utsläpp vid spannmålseldning". Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Älvdalens Fastbränsleteknik AB (ÄFAB), Agroväst, Jordbruksverket. Hittas på nätet på adressen: <http://www.sjv.se/download/18.313fdc3e116c968a30080002153/Additiv+vid+spannm%C3%A5lseldning+f%C3%B6r+att+motverka+korrosionsskad.pdf>

Sundberg, M., Westlin H. 2005. "Hampa som bränsleråvara, Förstudie". Institutet för jordbruks- och miljöteknik, rapport 341.

Örberg H., Kalén G., Thyrel M., Finell M och Andersson L-O. 2006. "Pelletering av rörflen." BTK-rapport 2006:12. Sveriges Lantbruksuniversitet.