



## Biopolttoaineen esikäsittely (Jauhatus)

Viime vuosikymmeninä ovat pellettien valmistus ja jauheenpoltto lisääntyneet tasaisesti. Biopolttoaineen jauhatus on molemmissa prosesseissa tärkeä komponentti. Tämä koskee myös biopolttoaineikaasutusta niissä laitoksissa, joissa käytetään puujauhetta, esim. sykronikaasuttimessa tai myötävirtakaasuttimessa. Jauheen kelpoisuusvaatimukset eroavat kuitenkin näiden sovellusten välillä. Pellettien valmistuksessa hyväksytään partikkelikoko 3mm saakka. Tätä kokoa täytyy pienentää pulveripoltossa ja – kaasutuksessa pienemmäksi kuin 1 mm. On myös vaatimuksia, joiden mukaan n. 10 % osan näistä partikkeleista tässä pulverissa on oltava pienempiä kuin 100 µm. Tämä osa on tärkeä syttymisstabiiliisuutta ajatellen [Reuther 1982].

Biopolttoaineen jauhatus on monimutkaisempaa ja enemmän energiaa vievää kuin hiilijauhatus, koska hiili on hauraampaa ja siten helpommin paloiteltavissa. Aikaisemmat tutkimukset osoittavat, että hiilijauhatukseen kuluu 7-36 kWh/t [Perry 1999], joka on vähemmän kuin biopolttoaineelle raportoitu energiantarve 20-200 kWh/t [Mani 2004]. Tässä raportissa tehdään yritys vertailla näitä tuloksia ruotsalaisten kokemusten kanssa. Pellettiteollisuuden ja lämpövoimaloihin, jotka käyttää jauhepolttimia, on otettu yhteyttä.

**Taulukko 1: Pellettien jauhatus jauheeksi**

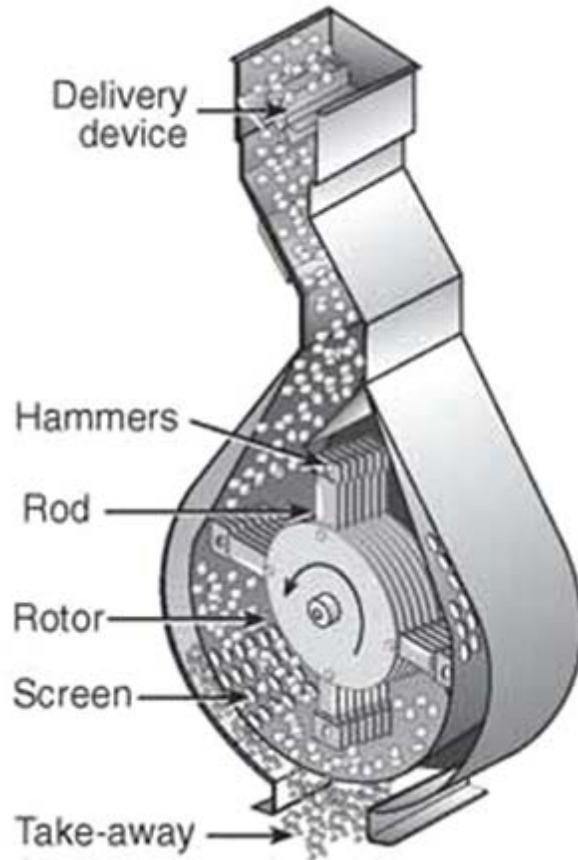
Omistaja	Myllymerkki	Seula (mm)	Tuotanto t/h	Moottoriteho (kW)	Energia (kWh/ton)	Polttoainetyyppi	Kosteuspitoisuus %
LuleåEnergi/ pulverpanna <sup>1</sup>	Sprout- matador	1,25 –1,5	3,5	120	34	pelletti	10
WTS2	Roskamp- Champion	2	12	400	33	pelletti	10
TPS (Bioswirl) 3	Skiold	-			7	pelletti	10

### **Myllyt**

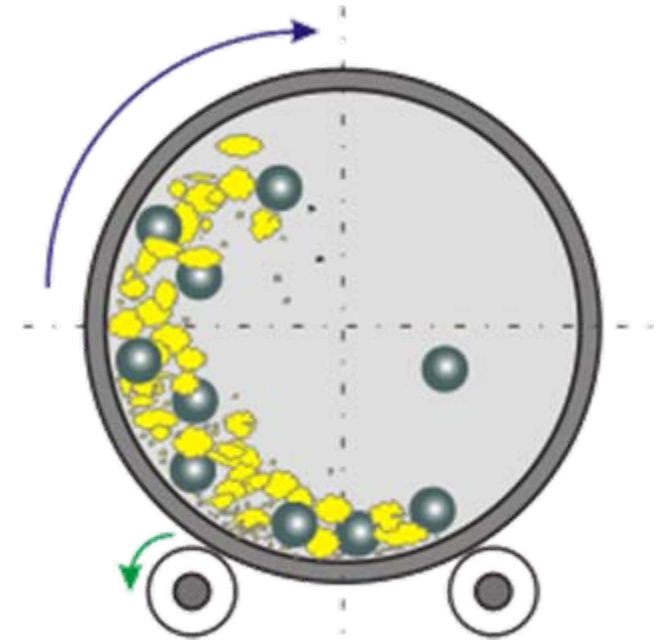
Markkinoilla on kolmen tyyppisiä myllyjä, joita käytetään biopolttoaineiden jauhatukseen:

1. Vasaramylly
2. Levymylly
3. Kuulamylly

**Kolme tavallista myllyä biopolttoaineen jauhatukseen**



**Vasaramylly**



**Kuulamylly**



**Levymylly**

## **Energiankäyttö jauhatuksessa**

Pellettien jauhatuksessa jauhatuspolttoa varten on tarvetta (tavallisesti), että jauhe on useimmiten kokoluokkaa pienempi kuin 1 mm ja tietty määrä alle 0,2 mm [Novator 1996]. Suuremmissa laitoksissa voivat partikkelit kokoon 1,5 mm saakka olla hyväksyttäviä [Gromulski 2004]. Siksi seulan reikähalkaisijana käytetään 1-2 mm. Tästä johtuen jauhatukseen kuluu enemmän energiaa. Taulukossa 1 esitetään joukko jauheenpolttolaitoksia ja niiden energian kulutus. Taulukosta nähdään, että energiantarve on n. 35 kWh/t pellettejä (jauhe). TPS Bioswirl poltin on poikkeus, koska siinä pellettejä rouhitaan jauhamisen sijaan (katso yllä). Energiaa kuluu vain 7 kWh/t.

Taulukossa 2 esitetään joukko pelletinvalmistajia ja niiden myllyjä. Bionorr kunnostautuu korkeimpana energian kuluttajana kuluttaen n. 74 kWh/t. Tämä johtuu siitä, että Bionorr käyttää erityistä prosessia, jossa jauhatusta tapahtuu ennen kuivausta. Normaalisti kuivaus tapahtuu ennen jauhatusta ja energiankulutus täten pienenee. Taulukosta 2 voidaan nähdä, että jauhatuksen sähköntarve vaihtelee välillä 12,5 ja 31,5 kWh/t. Kaikki laitokset eivät seuraa sähkönkulutusta jauhatuksessa ja tietyt luvut taulukossa 2 eivät ole varmoja, koska ne perustuvat laskelmiin jauhatuskapasiteetista ja myllyä käyttävän moottorin tehosta. On kohtuullista olettaa energiankulutuksen keskiarvon olevan 25 kWh/t biopolttoaineen (kosteuspitoisuus 10-12%) jauhatuksessa. Tämä oletus perustuu siihen, että ne laitokset, jotka seuraavat myllyjen energiankulutusta (3,4,5, 6 taulukossa 2) ovat ilmoittaneet sen suuruusluokan energiankulutuksesta. Tämä pitää aika hyvin paikkansa aikaisemman tutkimuksen kanssa, joka arvioi energian tarpeensa jauhatuksessa pellettien valmistusta varten olevan 21,3 kWh/t [Zakrisson 2002].

On olemassa joukko tekijöitä, jotka vaikuttavat energiankulutukseen jauhatuksessa. Osa näistä tekijöistä voidaan huomata suoraan taulukosta 2. Kapeammat seulat lisäävät vastusta polttoainevirtaa kohtaan ja nostavat energiantarvetta. Energiantarve lisääntyy merkittävästi kosteuspitoisuuden mukaan. BioNorr käyttää noin kolme kertaa enemmän energiaa jauhatukseen toisten laitosten korkeimpaan energiantarpeeseen verrattuna. BioNorr käyttää raakahaketta, jonka kosteuspitoisuus on noin 50 % kun taas muut laitokset jauhavat kuivattua haketta tai kutterilastua, joiden kosteuspitoisuus on noin 12 %.

Kentältä saadut kokemukset [Forsberg B. 2008] osoittavat, että on olemassa muitakin tekijöitä, jotka vaikuttavat energiantarpeeseen. Nämä tekijät ovat:

1. Seulatiheys
2. Pinta-ala seulalevyn päällä
3. Sisäänmenevän materiaalin rakenne

Esteban ja Carrasco [Esteban 2006] tutkivat biopolttoainetyypin tehoa jauhatuksen energiantarpeen suhteen. Kolmea materiaalia verrattiin; poppeliin, mäntyhaketta ja männyn kaarnaa. Jauhatusta tapahtui yhdellä tai kahdella vasaramyllyllä, jossa tavoitteena oli tuottaa jauhetta, jossa 95 % painosta menee 1-mm-seulan läpi ja 12 % painosta 125 mm-seulan läpi. Testien tulokset osoittivat, että mäntyhakkeen jauhatusta vaatii noin 6 kertaa enemmän energiaa kuin männyn kaarnan jauhatusta. Poppeliinijauhatusta vaatii 40 % vähemmän energiaa kuin mäntyhakkeen jauhatusta.

## Johtopäätökset

Biopolttoaineen jauhatusta, sekä pellettivalmistuksessa että jauheenpoltossa, tapahtuu useimmiten vasaramyllyillä. Syy miksi näitä myllyjä käytetään on se, että ne ovat yksinkertaisia, jyrkeviä, eivät niin alltiita polttoaineen epäpuhtauksille ja niillä on matalat investointikustannukset.

Jauhatuksen energiantarve vaihtelee riippuen joukosta tekijöitä ja ennen kaikkea polttoaineen kosteuspitoisuudella ja seulakoolla on suurin merkitys. Puulaji on toinen tekijä, joka vaikuttaa energiantarpeeseen. Biopolttoaineen jauhatukseen pellettivalmistusta varten tarvitaan vähemmän energiaa kuin jauheenpolttoon, koska toivottu kokojako on jauheenpoltossa hienempi. Tämän tutkimuksen aikana tehty kartoitus osoittaa, että biopolttoaineen jauhatukseen pellettien valmistusta varten vaaditaan noin 25 kWh/t. Tämä tarve on noin 30 kWh/t pellettien jauhatuksesta jauheeksi.

Taulukko 2: Myllyjä Ruotsin pellettitehtaissa

Omistaja	Merkki	Seula (mm)	Tuotanto t/h	Moottoriteho (kW)	Energia (kWh/t)	Polttoainetyyppi	Kosteuspitoisuus %
1. Glommers	Venäläinen (tuntematon)	6	1,6	25	15,6	Kutterilastu, kuiva hake	9-15
2. SCA Bionorr	ABB	tuuliseula	10	736	73,6	raakahake	45-55
3. Laxå Pellets	Andritz Sprout	2,5	8	200	25,0	mänty/kuusi lastu	10
4. Luleå Bioenergi	Buhler	3	(7-10)		24,7	Hake	10-15
5. Derome Bioenergi	Buhler	4-6	5	118	24,0	Sahanpuru	12
6. LANTMÄNNEN AGROENERGI AB	Andritz Sprout	4-6	10	315	31,5	käsitelty hake (max 15 mm)	11
7. Vida Pellets	Andritz Sprout	5	16	200	12,5	kutterilastu	12