



**TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
ÅBO YRKESHÖGSKOLA**

Opinnäytetyö

Järviruo'on esikäsittely energiakäyttöön

Jani Vuorma

Kone- ja tuotantotekniikka

2006



TURUN

TIIVISTELMÄ

AMMATTIKORKEAKOULU

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka	
Tekijä(t): Jani Vuorma	
Työn nimi: Järviruo'on esikäsittely energiakäyttöön	
Suuntautumisvaihtoehto: Energia- ja ympäristötekniikka	Ohjaaja: Lehtori DI Paavo Riski
Opinnäytetyön valmistumisajankohta: Maaliskuu 2007	Sivumäärä: 46+4
Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia järviruo'olle (<i>Phragmites australis</i>) sopivia esikäsittelymenetelmiä energian tuotantoon. Työssä keskityttiin erityisesti esikäsittelymenetelmiin jo olemassa olevilla laitteilla ja näiden kehitystarpeisiin. Tutkittuja menetelmiä olivat kanttipaalaus, silputus, pelletöinti ja briketöinti. Paalausta käsiteltiin teoreettisesti muilla menetelmillä. Järviruo'on silputusta kokeiltiin oksasilppurilla, roottorimurskaimella ja vasaramurskaimella. Pelletöintikokeet tehtiin Biottori Oy:n maahantuomalla Agri 20 -pellettipuristimella ja briketöintikoe Kuortaneen Energiaosuuskunnan briketöintilaitteistolla. Käsitelty järviruokomassa käytettiin Joensuun Kartanon, Lindön Kartanon sekä Paimion aluelämpölaitoksen koepolttoihin. Järviruo'on esikäsittely olemassa olevilla laitteilla onnistuu tiettyjen säätöjen jälkeen paalauksessa ja silputuksessa. Pelletöintikokeet antoivat lupaavia tuloksia järviruo'olle ja järviruokoseoksille. Briketöintikokeen epäonnistumisen aiheutti materiaalin virheellinen varastointi, kun raaka-aine oli liian kostea. Tarkempia tutkimuksia pelletöinnin ja briketöinnin osalta tulisi tehdä, jotta saataisiin tarkempia tuloksia järviruo'osta raaka-aineena ja koneiden vaatimista lisälaitteista ja säädöistä.	
Hakusanat: järviruoko, esikäsittely, kovapaalaus, silputus, pelletöinti, briketöinti	
Säilytyspaikka: Turun ammattikorkeakoulun kirjasto	

Degree Programme: Mechanical Engineering	
Author: Jani Vuorma	
Title: Preprocessing of Common reed for energy use	
Specialization line: Energy and Environment of Technology	Instructor: Paavo Riski Lecturer M.Sc.
Date: March 2007	Total number of pages: 46+4
The objective of this project was to study preprocessing methods for the use of common reed (<i>Phragmite australis</i>) as an energy source. Preprocessing methods with using existing equipment and the needs for improvement for common reed as a raw material were focused on. The studied methods were square baling, chopping, pelletising and briqueting. Common reed as a raw material was experimented on using a branch chipper, a rotor shedder and a hammer grinder. The pelletising experiment was performed by the company Biottori's imported Agri 20 pelletising machine in Jämijärvi. The briqueting experiment was performed using briqueting equipment owned by Kuortane Energy cooperative society in Kuortane. The outcomes of these experiments were used in combustion tests at Joensuu Manor, Lindön Manor and The Paimio area heating station. All the preprocessing experiments were carried out in autumn 2006. The preparation of common reed existing techniques can be done. The special properties of common reed have to be taken into consideration when adjusting machines, such as the square baler and chopping machines. The pelletising experiments with common reed and common reed mixtures gave promising outcomes. The briqueting experiment failed because our raw material was wrongly stored and was too wet. More detailed experiments concerning briqueting and pelletising would be required to get accurate results for common reed as raw material and to determine the accessories and adjustments required for the machinery.	
Keywords: common reed, square baling, chopping, pelletizing, briqueting	
Deposited at: Library of Turku University of applied Sciences	

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	8
2 JÄRVIRUOKO	9
3 PAALAUUS	10
3.1 Löysäpaalaus	10
3.2 Kovapaalaus	10
3.2.1 Käyttökohde	11
3.2.2 Tekniikka	11
3.2.3 Koepaalaus	11
3.2.4 Tulokset	12
3.2.5 Kustannukset	13
3.3 Pyöröpaali	13
3.4 Suurkanttipaali	14
4 SILPUTUS	16
4.1 Tekniikka	16
4.2 Laitteisto	16
4.5 Kokemukset	17
4.4 Järviruoko silpun ominaisuudet	18
4.5 Käyttökohde	18
4.6 Kustannukset	20

5 PELLETTI	21
5.1 Tekniikka	21
5.2 Pelletin käyttökohde	25
5.3 Pelletin standardisointi	26
5.4 Käyttökoe	26
5.5 Kokemukset	27
6 BRIKETTI	30
6.1 Tekniikka	30
6.2 Laitteisto	31
6.5 Käyttökoe	33
7 MURSKAUS	36
7.1 Jenz-vasaramurskain	36
7.1.1 Laitteisto	36
7.1.2 Murskanominaisuudet	38
7.2 Weima WL 15/55 roottorimurskain	38
7.2.1 Laitteisto	38
7.2.2 Murskanominaisuudet	39
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	40
9 YHTEENVETO	43
LÄHTEET	45

LIITTEET

Liite 1. Pelletin laatuluokat

Liite 2. Briketin laatuluokat

Liite 3. Briketöintilaitteiston tekniset tiedot BP 550

Liite 4. Esikäsittelymuotojen energiatiheddet järviruo'olle

KUVAT

Kuva 1. Welger AP400 Kovapaalain	12
Kuva 2. Valmiit kovapaalit ulkovarastoituna	13
Kuva 3. Järviruoko pyöröpaali	14
Kuva 4. Suurkanttipaalain	15
Kuva 5. Niputettua järviruokoa	16
Kuva 6. Hakki hakesilppuri	17
Kuva 7. Joensuun kartanon hakevarasto	19
Kuva 8. Joensuun kartanon syöttösiilo	19
Kuva 9. Valssirattaat	21
Kuva 10. Ensimmäinen ekstruuderipuristin	22
Kuva 11. Rengasmatriisipuristin	23
Kuva 12. ”Scheuler” puristin	23
Kuva 13. Tasomatriisipuristin	24
Kuva 14. Kaksoissuulake-ekstruuderi	24
Kuva 15. Ekspanderi	25
Kuva 16. Agri 20 -pellettipuristin	27
Kuva 17. Hakkuri-vasaramylly	28
Kuva 18. Pelletit ylhäältä vasemmalta alkaen järviruoko, järviruoko-lumi, järviruoko-rypsijauhe ja järviruoko-jauhöpöly	29
Kuva 19. Varastoitua puubrikettiä Vest-Wood Suomi Oy:n ovitehtaalla	30
Kuva 20. Mäntäpuristimen toimintaperiaate	31
Kuva 21. Weima 15/55 murskain, murskankuljetus rata ja magneettierotin	32
Kuva 22. Brikettipuristin	33

Kuva 23. Pehmeä järviruokobriketti taittui linjalla	34
Kuva 24. Briketöintikokeen tulos	34
Kuva 25. Jenz vasaramurskain	37
Kuva 26. Roottori ja syöttömekanismi	39

TAULUKOT

Taulukko 1. Jenz AZ660 Teknisiä tietoja	36
Taulukko 2. Weima WL 15/55 Teknisiä tietoja	38

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia järviruo'olle sopivia esikäsittelymenetelmiä energian tuotantoon. Työssä keskityttiin erityisesti esikäsittelymenetelmiin jo olemassa olevilla laitteilla ja näiden kehitystarpeisiin. Tutkimus kohdistettiin talvella korjatun tai niitetyn järviruo'on esikäsittelyyn käyttäen maatalous- ja metsätalouskoneita. Järviruo'on käyttöä energian tuotantoon on aikaisemmin tutkittu Suomessa tutkimuksessa ”Järviruoko energiakasvina, Tekniset mahdollisuudet ja ympäristönsuojelu” julkaisijana Vesihallitus, tutkimus julkaistiin 1981.

Koepaalaus tehtiin kovapaalaimella, mutta muita paalausmenetelmiä käsitellään teoreettisesti. Järviruo'on silputusta kokeiltiin oksasilppurilla, roottorimurskaimella ja vasaramurskaimella. Briketti ja pelletti ovat yleistyneet nykyaikaisessa energian tuotannossa ja briketöinti- ja pelletöintikoneita ja ”avaimet käteen –laitostoimittajia” on markkinoilla useita. Erityisesti briketin ja pelletin mahdollistama suuri energiatiheys innoitti tutkimaan järviruo'on soveltuvuutta briketin ja pelletin raaka-aineeksi. Pelletöintikokeet tehtiin Biorottori Oy:n maahantuomalla Agri 20 -pellettipuristimella ja briketöintikoe Kuortaneen Energiaosuuskunnan briketöintilaitteistolla. Kaikki kokeet suoritettiin syksyllä 2006.

2 JÄRVIRUOKO

Järviruoko (*Phragmites australis*) on pohjolan heinäkasvien kookkaimpia. Yleensä se saavuttaa kasvukaudessa puolentoista metrin pituuden, mutta Suomessakin suurin mitattu järviruo'on pituus on ollut yli 4 metriä. Virossa on myös havaittu yhtä kookkaita kasvustoja (Kask 6.4.2006).

Etelä-Ruotsissa järviruoko voi kasvaa 5 - 7 metriin ja Etelä-Euroopassa 10 metrin mittaiseksi. Järviruo'olla on heinälajeissa vain muutama kilpailija, joka haastaa sen kasvuston tiheydessä ja laajuudessa. Järvien ja merenlahtien rantavesissä järviruoko kasvaa avovettä vastaan tiheinä kasvustoina, joka tukahduttaa muut korkeat kasvustot. Rantojen lisäksi järviruoko voi kasvaa kosteilla niityillä ja suopelloilla. Pohjois-Suomessa se on jokseenkin yleinen joskin vaateliias suokasvi. Järviruoko on useina alalajeina levinnyt miltei koko maapallolle. Runsasravinteisissä järvissä ja murtovesipaikoissa kasvustot ovat yleisiä ja runsaita. (Mäkinen ym. 1969.)

Järviruo'on tiheät kasvustot tukahduttavat muut kasvustot ja näin vähentävät luonnon monimuotoisuutta eli biodiversiteettiä (Lounais-Suomen ympäristökeskus [viitattu 1.9.2006]). Järviruoko on omalta osaltaan mukana vahvasti pienvirtapaikkojen umpeenkasvussa, koska se tukkii virtauksen. Tehokkain ympäristöystävällinen järviruo'on torjuntakeino on niitto, joka toistuessaan pienentää kasvuston kasvualaa. (Mäkinen ym. 1969.)

3 PAALAUUS

Paalaus on yleinen menetelmä heinän ja oljen korjuussa. Paalaus jaotellaan pääsääntöisesti löysä-, kova-, pyörö- ja suurkanttipaalaukseen. Paaluskoneet kuuluvat yleisesti karjatilän peruskoneisiin.

3.1 Löysäpaalaus

Paalia jonka tiheys on alle 100 kg/m^3 kutsutaan löysäpaaliksi. Nykyiseen paalaustiheyteen verrattaessa menetelmää voidaan kutsua nipputimeksi. Kovapaalaus syrjäytti 60-luvulla markkinoille tullessaan tämän menetelmän, koska kovapaalaustekniikalla saadaan löysiäkin paaleja laitteistoa säätämällä. (Niskanen 1985, 462.)

3.2 Kovapaalaus

Kovapaaleja kutsutaan myös kanttipaaleiksi. Kovapaalin ulkomitat ja tiheys vaihtelevat paalaimen merkin ja mallin mukaan, myös materiaalin kosteus, ja käyttäjän tekemät säädöt vaikuttavat kovapaalin ominaisuuksiin. Paali sidotaan koossa pysyväksi paalinarulla tai -verkolla, joiden kulutukseen vaikuttavat paalin ulkomitat. Yleisesti suorakaiteen muotoisen kovapaalin mitat ovat leveys 40 – 50 cm, korkeus 30 – 40 cm ja pituus on portaattomasti säädettävissä, mutta käytännössä 80 – 100 cm. (Esala ym.1988, 72.)

3.2.1 Käyttökohde

Yleensä kovapaaleja käytetään heinien siirtoon ja varastointiin karjatilloilla. Paalauksella säästetään kuljetus-, ja varastointikustannuksia, koska tiheyttä saadaan kasvatettua. Paalin etuna on myös sen muoto, joka helpottaa sen käsittelyä. Paaleja voidaan myös sellaisenaan polttaa paalikattilassa, tämän tyyppisiä kattiloita käytetään Tanskassa (Hagelberg 14.9.2006).

3.2.2 Tekniikka

Paalaimen tärkeimmät osat ovat noukintalaite, pakkain, mäntä, mäntärata, sidontalaitteisto, mittapyörä ja paalintiheyden säätö (Niskanen 1985, 462). Käyttövoiman paalain saa traktorin voimanottoakselilta. Paalaimen huippuvoiman tarve vaihtelee laitteen koon mukaan 11 – 25 kW (Esala ym.1988, 72). Paalaimella ajetaan korsimassan yli, jolloin noukintalaite noukkii korren osat maasta ja siirtää ne sivusiirtimellä mäntäradalle jolla mäntä puristaa korsia kokoon. Saavutettuaan esiasetetun mitan mittapyörä laukaisee sidontalaitteiston ja tipauttaa paalin pois koneelta.

3.2.3 Koepaalaus

Järviruokoa koepaalattiin syyskuussa 2006 Paimiossa Welger AP400 kovapaalaimella (kuva 1). Paali sidottiin narulla koossa pysyväksi.



Kuva 1. Welger AP400 Kovapaalain.

Paalaus onnistui hyvin, kun laitteiston säädöt saatiin kohdalleen. Säädöistä merkittävimmäksi osoittautui tiheydensäädin, joka piti asettaa mahdollisimman ”löysälle” ja siitä huolimatta paaleista tuli erittäin kovia verrattuna esim. heinäpaaliin. Paalausta hankaloitti myös se että järviruoko piti syöttää käsin noukintapyörään, koska materiaali oli kuljetettu yhteen kasaan eli normaali työskentelytapa, niitetyn järviruo’on paalaus niittopaikalla ei tässä tapauksessa ollut vaihtoehto. Aikaa 70 paalin paalaukseen kului noin 12 h. (Valo 3.10.2006.)

3.2.4 Tulokset

Kovapaaleja saatiin kyseistä määräst 70 kpl, joiden mitat olivat keskimäärin: leveys 40 cm, korkeus 35 cm ja pituus 70 cm ja tilavuus siis 0,098 m³. Paalien keskimääräinen paino oli 16 kg. Keskimääräinen tiheys oli siis n.163 kg/m³. Tämä tiheys on varsin hyvin verrattavissa heinäpaalin tiheyteen joka on 150–160 kg/m³ (Esala ym.1988, 72).



Kuva 2. Valmiit kovapaalit ulkovarastoituna.

3.2.5 Kustannukset

Kustannukset muodostuivat tässä kokeilussa paalaus koneen vuokrasta, joka oli 800 euroa +alv (Valo 3.10.2006), sekä traktorin (+kuljettaja) tuntihinnasta 25 euroa/h +alv. Yhteiskustannukseksi muodostui siis 950 euroa ilman arvonlisäveroa, jolloin yhden paalin hinnaksi tässä kokeessa muodostui 14 euroa/kpl +Alv.

3.3 Pyöröpaali

Pyöröpaalia nimitetään suurpaaliksi Suomessa. Pyöröpaali on nimensä mukaisesti pyöreä paali, jonka mitat ovat laitevalmistajasta riippuen: halkaisija 1,5 – 1,8 m ja leveys 1,1 – 1,8 m eli tilavuus 1,9 – 2,8 m³. Pyöröpaalin massa oljelle on noin 300 – 500 kg ja heinälle 450 – 700 kg. Paali sidotaan koossa pysyväksi joko narulla tai verkolla.

Pyöröpaalaus on varsin tunnettu tekniikka. Tekniikaltaan pyöröpaalaimet jaetaan ryhmiin seuraavasti muuttuvakammioiset, kiinteäkammioiset ja maatavaustenrullaavat pyöröpaalaimet. (Esala ym. 75). Laitteiden valmistajia on useita mm. Welger, Glaas, Massey ferguson ym.

Tätä menetelmää kokeiltiin projektin ”Ruovikko stragedia Suomessa ja Virossa” puitteissa Lounais-Suomen ympäristökeskuksen toimesta, mutta tulokset eivät olleet lupaavia (kuva 2). Paalien koossa pysyminen aiheutti narulla sidottaessa hankaluuksia (Hagelberg 14.9.2006).



Kuva 3. Järviruoko pyöröpaali (Lounais-Suomen ympäristökeskus [viitattu 12.3.2007]).

3.4 Suurkantipaali

Suurkantipaalaimia käytetään heinien siirtoon ja varastointiin. Paalauksella säästetään kuljetus-, ja varastointikustannuksia, koska tiheyttä saadaan kasvatettua.

Suurkanttipaalaimen periaate on vastaava kuin kanttipaalaimen, mutta kone tekee nimityksensä mukaisesti suuria suorakaiteen muotoisia paaleja, joiden tiheys voi olla jopa 200 kg/m^3 . Suurkanttipaalien etuna on myös suorakaidemuoto, joka mahdollistaa paremman ladottavuuden verrattuna pyöröpaaliin (kuva 3).



Kuva 4. Suurkanttipaalain (Agri Market, Konekuvasto 2006,12 [viitattu 27.10.2006]).

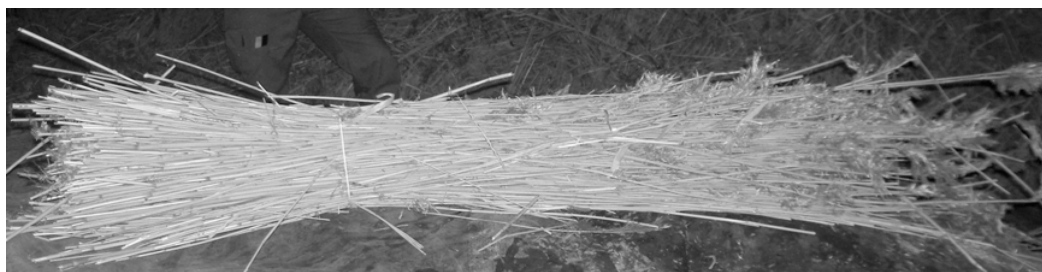
Suurkanttipaalain mitat: leveys 80 – 120 cm, korkeus 90 – 130 cm ja pituus 100 – 300 cm eli paalin tilavuus vaihtelee $0,7 - 4,7 \text{ m}^3$. Nämä ovat laitemarkkinoijan ilmoittavat mitat laitteelle Krone big pack - Suurkanttipaalain. (Agri Market, Konekuvasto 2006,12 [viitattu 27.10.2006].) Suurkanttipaalaimien paalien mitat vaihtelevat laitevalmistajan ja laitetyypin mukaan.

Tämän tyyppisen laitteen soveltuvuus järviruo'on paalaukseen voi olla mahdollista, mutta tässä työssä ei laitetta kokeiltu. Koneen massa 6000 – 8000 kg rajoittanee koneen käyttöä järviruo'on paalauksessa jään päältä.

4 SILPUTUS

4.1 Tekniikka

Silputus on työvaihe säiliörehun korjuussa ja koneita kutsutaankin yleensä silppureiksi. Kela-, kaksois- ja tarkkuussilppuri ovat Suomessa tunnettavat koneet. Näiden kaikkien toiminta perustuu katkaistun korsimassan yli ajamiseen, jolloin silppuri poimii korret maasta, silppuaa ja puhalttaa silpun kärryyn tai rehuvaunuun (Esala ym.79). Näistä koneista yksikään ei suoraan soveltunut kokeeseen, jossa niitetty, niputettu ja kokoon kerätty järviruoko piti silputa (kuva 5).



Kuva 5. Niputettua järviruokoa.

Järviruokoniput päädyttiin silputtamaan traktorista käyttövoimansa ottavalla Hakki-hakesilppurilla.

4.2 Laitteisto

Hakki on Normet Oy:n valmistama hakesilppuri, laite kuuluu Farmi Forrest Oy:n tuoteperheeseen. Laitteita on useaa eri tyyppiä käyttötarkoituksen mukaan ja koneeseen on saatavana lisävarusteita varsin paljon. Kokeiltu haketin on tarkoitettu risujen ja oksien haketukseen (kuva 6).



Kuva 6. Hakki hakesilppuri.

4.5 Kokemukset

Kuivana varastoitua ruokomassaa silputtiin noin 30 m³ 20.10.2006 Joensuun kartanon pihalla, Halikossa.

Työssä oli viisi miestä, joista kaksi syöttivät käsin silppuriin järviruokonippuja ja sääsivät laitetta, kaksi miestä heitteli nippuja koneen syöttäjien läheisyyteen ja traktorin lavalla mies joka levitti silppua tasaiseksi kerrokseksi lavalle.

Työ oli varsin pölyistä, koska kuiva järviruoko sellaisenaan pölyää helposti. Niput heiteltiin vielä ladon peräseinältä hakettimelle ja tuuli puhalsi kaiken hakettimeltakin pölyävän hienoaineksen takaisin latoon ja ympäristöön. Silppuamisen jälkeen silppuamispaikan ympäristössä oli runsaasti tuulen puhaltamaa järviruokosilppua. Tämä pölyäminen aiheuttaa materiaali hävikkiä, jonka kokonaismäärää on erittäin

vaikea arvioida. Puuskainen voimakas tuuli levitti tehokkaasti silppua varsin laajalle alueelle. Tämä ongelma on ilmennyt myös ruokohelven irtokorjuu kokeessa, tosin järviruo'on koelaitteisto poikkesi ruokohelven koelaitteistosta (Martikainen 2002. 8;12). Työssä kului 6h ja valmista silppua tuli noin 22 i-m³.

Silppuamisen tehokkuutta on mahdollista kasvattaa järjestelemällä työympäristö paremmin. Työympäristö paremmin järjesteltynä vaatisi arviolta kaksi henkilöä työn suorittamiseen.

4.4 Järviruoko silpun ominaisuudet

Silpusta suurin osa oli noin 3 - 10 cm pitkiä korsia, mutta joukossa oli myös pitempiä 20 – 30 cm korsia. Silpun irtotiheys määritettiin satunnaisotolla 20 litran astiassa punnitsemalla ja tulokseksi saatiin noin 32,5 kg/i-m³(irto-kuutiometri). Tulosta voi vertailla esim. oljen irtotiheyteen, joka on 30 – 40 kg/i-m³ ja ruokohelpeen, jonka irtotiheys 63 kg/i-m³ (Alakangas 2000, 100; Martikainen 2002.12).

4.5 Käyttökohde

Hakkeesta ja järviruokosilpusta tehtiin polttoaineseos Joensuun kartanon hakekattilaan. Kattiloissa käytetään normaalisti polttoaineena puuhaketta, jonka tiheys on noin 210 kg/m³. Hake säilytetään erillisessä rakennuksessa, (kuva 7), josta se kuljetetaan hihnakuuljettimilla syöttösuppilon.



Kuva 7. Joensuun kartanon hakevarasto.

Hakekasojen alla on ilmakeinavat, joiden avulla hallitaan hakkeen ja varaston ilmanvaihtoa. Järjestelmä toimii öisin miehittämättömänä, kunhan syöttösiilossa on polttoainetta (kuva 8).



Kuva 8. Joensuun kartanon syöttösiilo.

4.6 Kustannukset

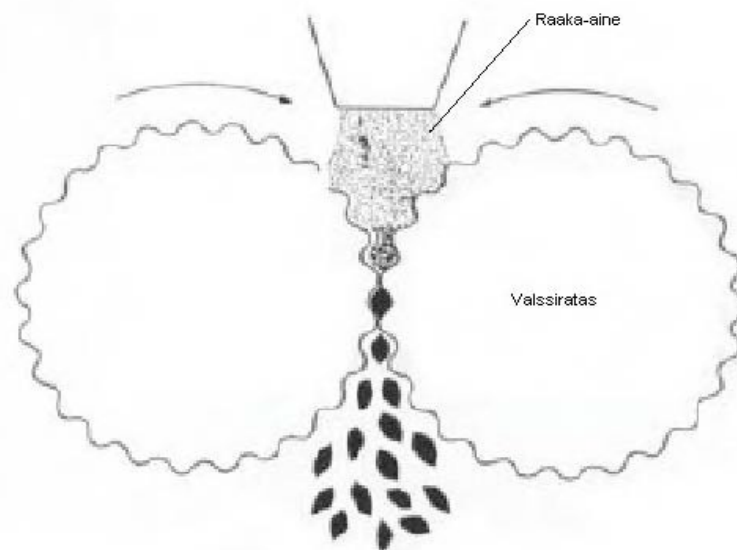
Silputuksen kustannukset koostuivat urakoitsijan laskuttamasta tuntihinnasta 25 euroa/h ja neljän miehen palkasta. Työssä kului kaiken kaikkiaan 6 h eli kustannus i-
m³:ä kohti oli noin 23 euroa, jos miestyötunnin hinta on 15 euroa/h.

5 PELLETTI

Pelletillä tarkoitetaan ohutta sylinterimäistä kappaletta, joka on jauhemaisesta tai kappalemaisesta materiaalista puristamalla valmistettu.

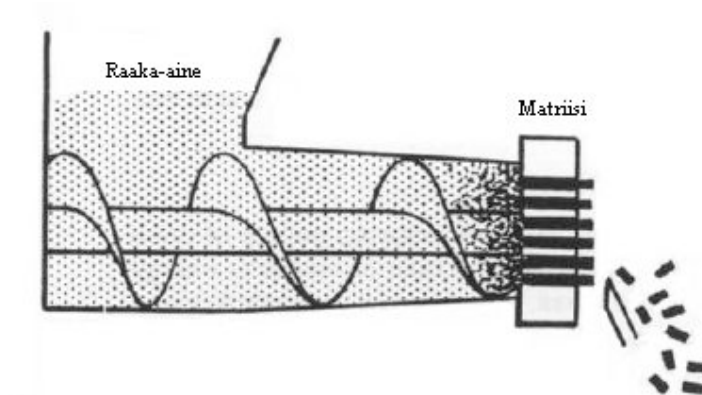
5.1 Tekniikka

Ensimmäiset puristimet perustuivat valssirattaisiin (kuva 9). Tämän tyypistä ratkaisua ei enää käytetä pellettipuristimissa, mutta brikettien valmistuksessa tätä tekniikkaa käytetään muutamilla teollisuuden aloilla. (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).



Kuva 9. Valssirattaat (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).

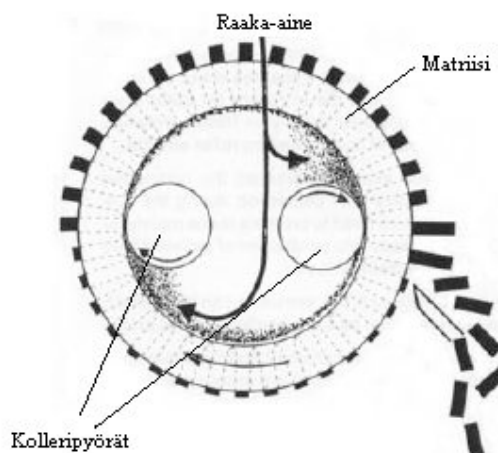
Sylinterimäinen pelletti kehitettiin 1910-luvulla ja ne tuotettiin ekstruuderiperiaatteella (kuva 10). Matriisi oli tässä mallissa vaakatasossa, kiinteästi asennettuna ja sen läpi raaka-aine pakotettiin syöttöruuvien avulla. Matriisin jälkeen pelletti leikkaantui pyörivään veitseen, joka sai käyttövoimansa syöttöruuvien akselilta. (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).



Kuva 10. Ensimmäinen ekstruuderipuristin (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).

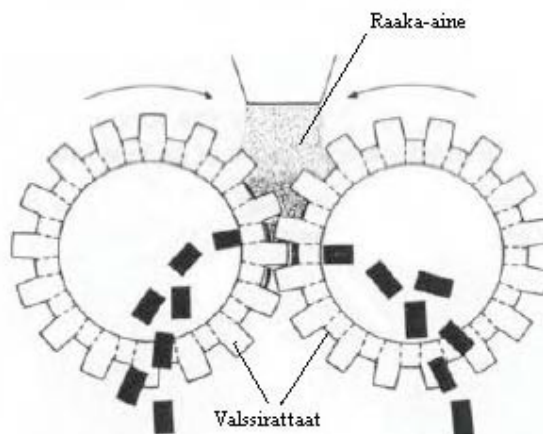
Rengasmatriisiperiaatteella toimiva pellettipuristin kehitettiin 1920-luvulla (kuva 11). Rengasmatriisitekniikka on nykyisin laajalti käytössä. Ensimmäisessä mallissa raaka-aine puristettiin matriisin reikien läpi yhdellä kolleripyörällä. Sitten renegasmatriisi puristimissa on käytetty yhtä, kahta tai kolmea kolleripyörää.(Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).

Rengasmatriisitekniikka on monien jatkokehitysten pohjana. Teollisuudessa tämä tekniikka on yleisin pelletöinnissä. Matriisi ja/tai kolleripyörät voivat pyöriä ja käyttövoima välitetään joko kolleripyöriin ja/tai matriisiin. (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006].)



Kuva 11. Rengasmatriisipuristin (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).

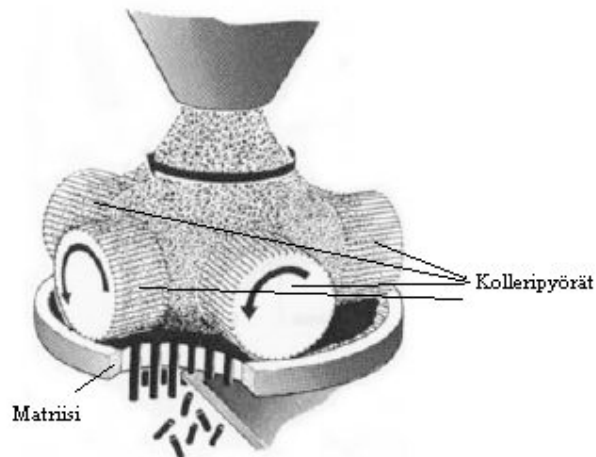
Suulakepuristukseen perustuva ”Scheuler –puristin” kehitettiin myös 1920-luvulla (kuva 12). Tekniikka perustui limittäisiin ulkoneviin valssirattaisiin. Valssirattaat pyörivät toisiaan vastaan, raaka-aine puristui valssirattaan läpi ja katkaistiin valssirattaan sisällä olevalla veitsellä. (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006])



Kuva 12. ”Scheuler” puristin (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).

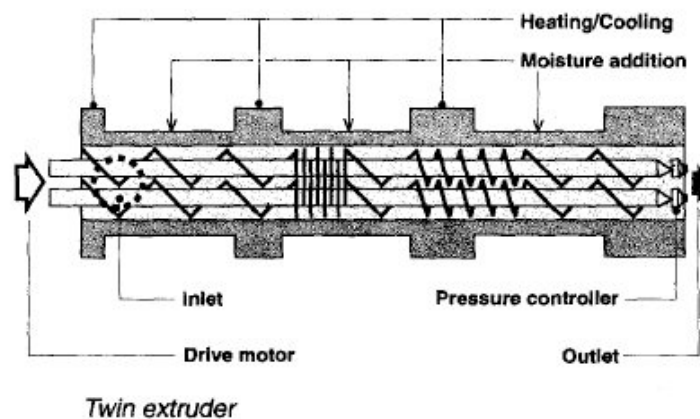
Tasomatriisitekniikka perustuu tasossa pyöriviin kolleripyöriin, jotka pyöriessään painavat raaka-aineen kiinteästi asennetun matriisin läpi. Kolleripyörät saavat

käyttövoimansa keskellä olevasta voimansiirtoakselilta (kuva 12). Tämä tekniikka on suosittu eurooppalaisessa rehuteollisuudessa, myös energiapellettejä tuotetaan tällä tekniikalla. (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006])

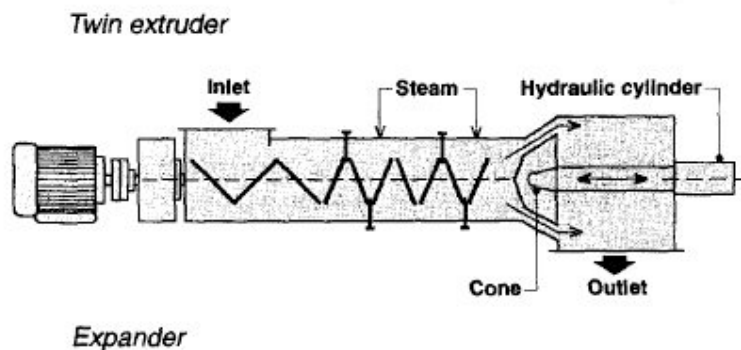


Kuva 13. Tasomatriisipuristin (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).

Teknisesti monimutkaisempia pelletöintitekniikoita aikaisemmin käsiteltyihin verrattuna on kehitetty rehuteollisuuteen (kuva 14 ja 15) (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).



Kuva 14. Kaksoissuulake-ekstruuderin (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).



Kuva 15. Ekspanderi (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).

Pelletöintitekniikkaa on monenlaista ja laitevalmistajiakin on useita. Useimmat koneet soveltavat edellä mainittuja taso- ja rengasmatriisitekniikoita (kuvat 9 ja 11). Lämmöllä on myös tärkeä osuus pelletöintiprosessissa, koska lämpö aiheuttaa raaka-aineen sisältämän ligniinin sulamisen, joka jäähtyessään ”sitoo” pelletin muotoonsa.

Pelletöintiprosessia voidaan parantaa lisäämällä höyryä. Höyryn lisääminen parantaa kapasiteettia joillain raaka-aineilla, samalla se myös parantaa pelletinkin laatua (Kallio & Kallio 2004 [viitattu 5.9.2006]).

Ligniini

”Havupuissa ligniiniä esiintyy yleensä 25 - 30 % puun kuiva-aineesta ja lehtipuissa 20 - 25 % puun kuiva-aineesta. Ligniinillä on tärkeä osa kasvin elämässä koska se antaa mekaanista tukea ja patogeenistä (sairautta aiheuttavaa) vastustuskykyä.” (Tervo, T 2002 [viitattu 26.9.2006].)

5.2 Pelletin käyttökohde

Pelletöintitekniikan suurin käyttäjä aikaisemmin on ollut rehuteollisuus, mutta nykyään sana ”pelletti” liitetään jo kiinteästi energiantuotantoon. Suuren kokoluokan voimalaitoksetkin voivat käyttää polttoaineena pellettiä, myös pientalojen