

Tapio Heikkinen

BRIKETÖINTILAITOKSEN ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

Opinnäytetyö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kevät 2009



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikka ja liikenne	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Tapio Heikkinen	
Työn nimi Briketöintilaitoksen käyttöönotto	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Tietokoneavusteinen tuotanto ja kunnossapito	Ohjaaja(t) Eero Pikkarainen Toimeksiantaja Kuhmo Oy
Aika Kevät 2009	Sivumäärä ja liitteet 32+2
<p>Kuhmo Oy on vuonna 1955 perustettu, noin 145 henkilöä työllistävä yksityinen sahayritys. Kuhmo Oy rakensi vuoden 2008 lopulla briketöintilaitoksen sahalla syntyvän puupolttoaineen jalostukseen. Briketöintiin käytettävän puupolttoaineen kuivaamiseen käytetään pääasiassa sahan vieressä sijaitsevassa lämpölaitoksessa syntyvää hukka-lämpöä.</p> <p>Insinööriytyössä käsitellään brikettilaitoksen asennusta ja käyttöönottoa. Työssä perehdytään myös laitteiston toimintaan ja sen käyttöönoton ongelmiin. Insinööriytyön tarkoituksena oli tarjota Kuhmo Oy:lle mahdollisimman suuri hyöty insinööriytyön tekoajalta. Työssä oli koko ajan lähtökohtaisesti tärkeintä, että laitos saadaan toimintakuntoon.</p> <p>Insinööriytyö alkoi briketöintilaitoksen ja sen oheislaitteiden asennuksella yhteistyössä laitteiston valmistajan, tanskalaisen C.F. Nielsenin asentajien avustuksella. Brikettipuristimien lisäksi asennukseen kuuluivat materiaalia tuovat kolakuljettimet, välivarasto tankopurkaimineen, siilot ja jäähdytyslinjat.</p> <p>Pari viikkoa kestäneiden asennusten jälkeen alkoi linjan ylösajo ja käyttöönotto. Tällöin haettiin brikettipuristimille optimiarvot halutun lopputuloksen aikaansaamiseksi.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Briketöinti, Brikettipuristin, Käyttöönotto
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Tapio Heikkinen	
Title Briquetting Plant Installation and Commissioning	
Optional Professional Studies Computer Aided Production and Maintenance	Instructor(s) Eero Pikkarainen
	Commissioned by Kuhmo Oy
Date Spring 2009	Total Number of Pages and Appendices 32+2
<p>Kuhmo Oy is a privately owned sawmill company, founded in 1955. The sawmill currently employs 145 people. Kuhmo Oy built a briquette plant at the end of 2008 in order to refine the wood fuel produced at the sawmill. The sawmill generates waste heat at the district heating plant. This is mainly utilized for drying the wood fuel, or sawdust, which is used in briquetting.</p> <p>The purpose of this Bachelor's thesis was to study the installation and commissioning of the briquetting plant. The thesis studied the operation of the briquetting system and problems connected with the commissioning. The objective was also to offer Kuhmo Oy the maximum advantage during this thesis. The most important thing was to make the plant functioning.</p> <p>The study started by the installation of the briquetting presses and externally connected equipment, such as the wood chip conveyors, hydraulic moving floor container, dosing silo and cooling line. Two mechanics of the Danish briquette plant manufacturer C.F. Nielsen assisted in these installations.</p> <p>After the installation, which took a couple of weeks, the up-running of the line and commissioning of the briquetting plant started. The purpose was to set the optimum values to the briquette presses.</p>	
Language of Thesis English	
Keywords	Briquetting Plant, Briquetting press, Commissioning
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Tämän insinöörityön aihe löytyi joulukuussa 2008, kun työharjoitteluvalvojani Eero Pikkarainen oli käymässä harjoittelupaikassani ja keskustelimme tulevista projekteista. Briketöintilaitoksen asennus alkoi 08.12.2008 ja kesti vuoden loppuun. Alkuvuodesta 2009 alkoi linjan käyttöönotto ja säätäminen.

Kiitokset Kuhmo Oy:lle, erityisesti Eero Sirviölle ja Veli Klemetille, kun sain olla osana mielenkiintoista projektia, insinöörityön aiheesta ja työharjoittelupaikasta. Kiitokset myös Eero Pikkaraiselle, jonka avustuksella keksin insinöörityön aiheen.

Tampereella 23.03.2009

Tapio Heikkinen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 BRIKETÖINNIN PERUSTEET	2
2.1 Yleistä	2
2.2 Tuottaminen	2
2.3 Hydrauliset puristimet	3
2.4 Mekaaniset ruuvipuristimet	4
2.5 Mekaaniset mäntäpuristimet	5
3 KUHMO OY:N BRIKETÖINTILAITTEISTO	6
3.1 Kuljettimet	6
3.1.1 Kolakuljettimet	6
3.1.2 Ruuvikuljetin	7
3.2 Välivarasto ja tankopurkain	8
3.3 Pyörivät sulut	9
3.4 Siilot	10
3.5 Annosteluruuvit	11
3.6 Briketöintipuristimet	12
3.7 Jäähdytyslinjat	13
4 BRIKETÖINTILAITOKSEN ASENNUS	14
4.1 Välivarasto ja tankopurkaimet	14
4.2 Kuljetinasennukset	14
4.3 Siilot ja annosteluruuvit	16
4.4 Briketöintipuristimet	17
4.5 Jäähdytyslinjat	18
5 TOIMINTOJEN YLEISKUVAUS	20
5.1 Kolakuljetin	20
5.2 Välivarasto	20
5.3 Muut syöttölaitteet	20
5.4 Siilot ja pyörivät sulut	22
5.5 Annosteluruuvi	22
5.6 Brikettipuristin	22

6 LINJAN KÄYNNISTYS	24
6.1 Puoliautomaattikäynnistys	24
6.2 Automaattikäynnistys	26
6.3 Käyttöönoton ongelmat	27
7 YHTEENVETO	31
LÄHTEET	32

LIITTEET

1 JOHDANTO

Kuhmo Oy on perustettu vuonna 1955. Se on noin 145 henkilöä työllistävä yksityinen sahayritys, jonka sahauskapasiteetti on 350 000 m³ sahatavaraa vuodessa. Kuhmo Oy:n vienti on noin 50 %, joka suuntautuu pääasiassa läntiseen Eurooppaan ja Pohjois-Afrikkaan. Nykyaikainen värikameralajittelu sekä tuoreelle että kuivalle puulle mahdollistaa tasaisen laadun. Tietokoneohjattu puun dimensio- ja laatukohtainen kuivaus mahdollistaa tasaisen hallitun puun kuivumisen. Nykyaikaiset koneet ja laitteet sekä jatkuva kehittyminen mahdollistavat menestymisen.[1.]

Sähkön korkea hinta on tuonut markkinoille vaihtoehtoisia ja kilpailukykyisiä energiaratkaisuja. Pelletin jo pidempään ollessa edullisin lämmitysmuoto on sen rinnalle noussut toinen kilpailukykyinen polttoaine, briketti.

Kuhmo Oy rakensi vuoden 2008 lopulla briketöintilaitoksen jalostaakseen sahalla syntyvää puupolttoainetta. Briketöintiin käytettävän puupolttoaineen kuivaamiseen käytetään sahan vieressä sijaitsevassa lämpölaitoksessa syntyvää hukkalämpöä.

Työharjoitteluni aikana Kuhmo Oy:llä sain olla mukana asennusprojektissa, joka alkoi jo syksyllä materiaalin siirtolaitteiden asennuksista ja loppui vuoden lopussa briketöintipuristimien ja sen oheislaitteiden asennukseen. Insinöörityössä käsitellään briketöintilaitoksen asennusta, käyttöönottoa sekä käydään läpi briketöintilaitteisto ja käyttöönotossa ilmenneitä ongelmia.

Insinöörityön tarkoituksena oli tarjota Kuhmo Oy:lle mahdollisimman suuri hyöty insinöörityön tekoajalta. Työssä oli koko ajan lähtökohtaisesti tärkeintä, että laitos saadaan toimintakuntoon.

2 BRIKETÖINNIN PERUSTEET

2.1 Yleistä

Puulämmitys on Suomessa perinteinen lämmitysmuoto. Nyt sähkön hinnan noustua yritetään keksiä korvaavia edullisia ja ympäristöystävällisiä lämmitysmuotoja. Tällä hetkellä halvin lämmitysmuoto on pellettilämmitys. Briketti on yleistynyt pelletin ohella kovaa vauhtia sen hinnan takia. Ison koon ja korkean palamislämpötilan johdosta puubriketit soveltuvat lähinnä suuremman kokoluokan polttolaitoksiin (>500 kW).[2.] Tosin joillakin valmistajilla on maatiloille suunnattuja kattiloita, jotka myös soveltuvat briketin käyttöön.

Brikettiä voi polttaa myös takassa, jossa se palaa pinnasta ja palaminen kestää viisi kertaa kauemmin kuin puulla. Palaminen on puhdasta, eikä savua juuri synny. Lisäksi hiukkaspäästöt ovat 40 prosenttia pienemmät kuin tavallisella puulla, koska mukana ei ole kuorta eikä muita epäpuhtauksia. Jos vertaa briketin ja polttoöljyn lämpöarvoja, on briketti ollut puolet öljyä halvempaa. Sähköön verrattuna briketti on 2,5 kertaa edullisempaa.[3.]

2.2 Tuottaminen

Brikettien puristamiseen käytetään pääsääntöisesti mäntäpuristimia. Yksittäisten puristimien tuotantotehokkuus vaihtelee $150\text{--}2300$ kg/h:ssa ja tehontarve on vastaavasti $11\text{--}90$ kW. Brikettipuristimet ovat investointi- ja käyttökustannuksiltaan edullisempia kuin pellettipuristimet. [4.]

Puubriketit valmistetaan kuivasta purusta, hiontapölystä ja kutterinlastusta puristamalla. Puristussuhde purusta, hiontapölystä ja kutterinlastusta puubriketeiksi on luokkaa $1/10$:een. Sideaineita ei tavallisesti käytetä, sillä puun omat ainekset (ligniini) pitävät puristeen koossa. Puubriketti on yleensä poikkileikkaukseltaan pyöreä tai neliön muotoinen. Sivun pituus on $100\text{--}200$ mm ja halkaisija $50\text{--}80$ mm. Pyöreän briketin sisällä voi olla reikä, jonka halkaisija on $10\text{--}20$ mm. Puristamisen aikana puuaineksen kosteus on yleensä alle 10 %. Puubriketin kiintotiheys on yli 1000 kg/m³ ja irtotiheys 650 kg/i-m³. [4.]

Brikettien tuotantotekniikka voidaan jakaa hydraulisiin ja mekaanisiin tuotantokoneisiin. Myös jakoa mekaanisiin mäntäpuristimiin, hydraulisiin mäntäpuristimiin ja ruuvipuristimiin käytetään. Suomessa käytettävät brikettipuristimet ovat yleisesti mekaanisia mäntäpuristimia. Myös erilaisia valssipuristimia on olemassa, mutta ne on suunniteltu lähinnä metallin, muovin ja rehun briketointiin. Briketin tuotanto vaatii varsin vähän energiaa. Energiaa kuluu noin 2-2,5 % sen omasta energiasisällöstä, kun mukaan lasketaan tuotantoprosessi ja kuorma-autokuljetus 120 km:n matkalle lämpölaitokselle.[5.]

2.3 Hydrauliset puristimet

Hydraulisia puristimia käytetään yleensä pienempien raaka-ainemäärien puristamiseen kuin mekaanisia puristimia. Niissä voima siirretään männälle/männille hydraulisesti. Laitteet voidaan rakentaa hyvin kompakteiksi ja kevyiksi, koska voimat on tasapainoitettu männän/mäntien kautta, ei rungon kautta. Kuvassa 1 on Reinbold-merkkinen hydraulinen brikettipuristin. Puristustapahtumaa voidaan ohjata ohjelmallisesti. Puristuspaine on normaalisti luokkaa 30 Mpa ja brikettien tiheys jää lukemaan alle 1000 kg/m³. Hydraulisia puristimia on monenkokoisia 40-160 kg/h:ssa, mutta on jopa 800 kg/h kapasiteetin omaavia yksiköitä. Raaka-aineen kosteus saa olla 15-35 % valmistajien mukaan, mutta kestäviä brikettejä saadaan, kun kosteus on alle 20 %.[5.]

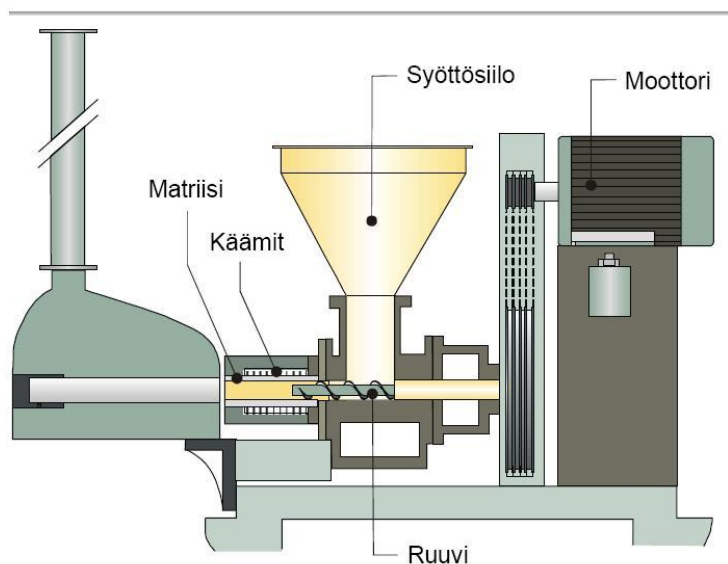


Kuva 1. Hydraulinen brikettipuristin Reinbold RB 30 - 60 S [6.]

2.4 Mekaaniset ruuvipuristimet

Ruuvipuristimet ovat jatkuvatoimisia, ja niissä syöttöruuvi puristaa raaka-aineen briketöintikanavan läpi. Paine nousee pitkin ruuvia, kun mäntäpuristimissa paineen nousu tapahtuu yhdellä alueella. Brikettien laatu on yleensä parempi ruuvipuristetuissa briketeissä verrattuna mäntäpuristeisiin. Myös raaka-aineen kosteus voi olla suurehko, jopa 35 %. Tällöin laitteessa pitää olla höyrynpisto. Puristuskanava on osassa koneista lämmitetty puun ligniinin pehmentämiseksi. Myös halpoja orgaanisia sidosaineita, kuten tärkkelystä tai melassia, on käytetty.[5.] Kuvassa 2 on esimerkki mekaanisesta ruuvipuristimesta.

Ruuvipuristimet ovat melko pieniä, kapasiteetti on yleensä välillä 100-750 kg/h. Ne toimivat parhaiten puristettavan materiaalin kosteuden ollessa alle 15 %, optimi kosteus sahajauholla on 10 %. Yleensä mäntäpuristimien energian tarve on pienempi kuin ruuvipuristimen. Ruuvipuristimen ylläpitokustannukset ovat kalliit, koska puristava ruuvi ja kanavat kuluvat nopeasti, erityisesti hankaavilla raaka-aineilla. Ruuvipuristimet ovat hankintahinnaltaan halvempia kuin mäntäpuristimet ja tekniikaltaan yksinkertaisempia.[5.]



Kuva 2. Ruuvipuristin (Bhattacharya et al.,1984)[5.]

2.5 Mekaaniset mäntäpuristimet

Mäntäpuristimilla valmistetaan brikettejä iskevän männän avulla. Iskuvoima välittyy mäntään kiertokangen ja kampiakselin kautta vauhtipyörästä, jota pyöritetään hihnavedon välityksellä sähkömoottorilla. Mäntä vie jokaisella iskulla tietyn määrän raaka-ainetta syöttösuppilosta puristustilaan, jossa raaka-aine puristuu jatkuvaksi suorakaiteenmuotoiseksi tai pyöreäksi tangoksi. Mäntäpuristimien tehontarve vaihtelee laajoissa rajoissa. Suurimpien mäntäpuristimien kapasiteetti briketöinnissä on noin 4000 kg/h ja energiantarve 100 kW:n alueella. Briketöintikanavan supistuksen poikkipinta-ala määrittää varsin tarkasti koneen kapasiteetin. Puristuspaine on yleensä puulla noin 100 MPa. Materiaalin lämpötila nousee briketöitäessä 150 °C:seen, jolloin sidosaineena käytettävä puun ligniini alkaa sulaa.[5.] Kuvassa 3 on C.F. Nielsenin mekaaninen mäntäpuristin.



Kuva 3. Mekaaninen mäntäpuristin C.F. Nielsen.[7.]

3 KUHMO OY:N BRIKETÖINTILAITTEISTO

3.1 Kuljettimet

3.1.1 Kolakuljettimet

Kuhmo Oy:n briketöintilaitoksen materiaalinsyöttölaitteisto koostuu kahdesta kolakuljettimesta, jotka on valmistanut C.F. Nielsenin alihankkija AAGAARD. Kuljettimet on rakennettu standardimoduuleista, joten niitä voidaan jatkaa tai lyhentää tarvittaessa. Kuljettimien rungot ovat galvanioitua ohutlevyä, jotka kestävät Suomen vaihtelevan ilmaston. Molemmissa kuljettimissa on kaksi yksirivistä ketjua, joiden välissä ovat materiaalia kuljettavat kolat. Kollissa on kumi alareunassa tiivistämässä ja estämässä metalli-metallikosketusta, joka johtaa kuljettimen pohjan kulumiseen. Kuljettimen saumat on tiivistetty silikonilla pölyn ja sahanpurun pitämiseksi sisällä ja estämässä veden pääsyä kuljettimen sisään. Kuvassa 4 on välivaraston päälle nouseva kolakuljetin.



Kuva 4. Kolakuljetin

Kuljettimen päällä ovat avattavat ruuvikiinnitteiset kannet, jotka on tiivistetty muuhun kuljettimeen ns. ikkunatiivisteellä, joka mahdollistaa kuljettimen tiiviyn, vaikka kansia käytettäisiinkin auki. Molemmat kolakuljettimet on varustettu 5,5 kW:n sähkömoottorilla ja alennusvaihteistolla. Ensimmäinen kolakuljetin tuo materiaalin viirakuivaimelta lähtevältä ruuvikuljettimelta välivarastona toimivaan merikonttiin. Kuljetin nousee merikontin päälle ja yltää lähes koko kontin matkalle. Kuljettimen pohja on avoin, joten materiaali pääsee putoamaan jo heti kontin alkupäähän. Kontin alkupään täyttyessä kontin pohjalla sijaitseva kuljetin vie tavaraa yhä pidemmälle konttiin.

Toinen kolakuljetin lähtee kontin sivulta ja kuljettaa ruuvikuljettimen tuoman materiaalin briketöintilaitoksen sisälle. Kuljetin nousee lähelle kattoa ja kulkee siilojen ylitse koko rakennuksen läpi materiaalivarastoon, jonne se kuljettaa materiaalin, mikäli siilot eivät ota sitä vastaan.

3.1.2 Ruuvikuljetin

Välivarastona toimivan merikontin toisessa päässä, josta materiaali purkaantuu, on poikittainen ruuvikuljetin. Tämä kuljetin syöttää materiaalin tasaisesti toiselle kolakuljettimelle. Poikittainen ruuvikuljetin mahdollistaa tasaisen materiaalivirran tankopurkaimilta kolakuljettimelle. Kuvassa 5 näkyy kuinka ruuvikuljetin liittyy merikonttiin.



Kuva 5. Ruuvikuljetin ja tankopurkainten hydraulisyylinterit antureineen.

3.2 Välivarasto ja tankopurkain

Ensimmäisen ja toisen kuljettimen välissä on välivarastona toimiva merikontti, jonka pohjalla on tankopurkainlaitteisto. Tämä välivarasto on C.F. Nielsenin alihankkijan JS Tradingin toimitama. Välivarastoon kuuluu tankopurkainten lisäksi hydraulikkayksikkö, joka ohjaa tankopurkaimia operoivia hydraulisylintereitä.

Tankopurkaimet koostuvat kahdesta edestakaisin liikkuvasta kaapimesta, jotka sallivat materiaalin kulun vain yhteen suuntaan. Tankopurkaimet liikkuvat toisiinsa nähden vastakkaisiin suuntiin. Niitä ohjataan logiikan avulla ja sylintereissä on mekaaniset anturit välittämässä tietoa logiikalle purkainten asemasta. Kuvassa 5 näkyy tankopurkainten päät sekä hydraulisylinterit antureineen. Kuvassa 6 on välivaraston sisällä olevat tankopurkaimet.

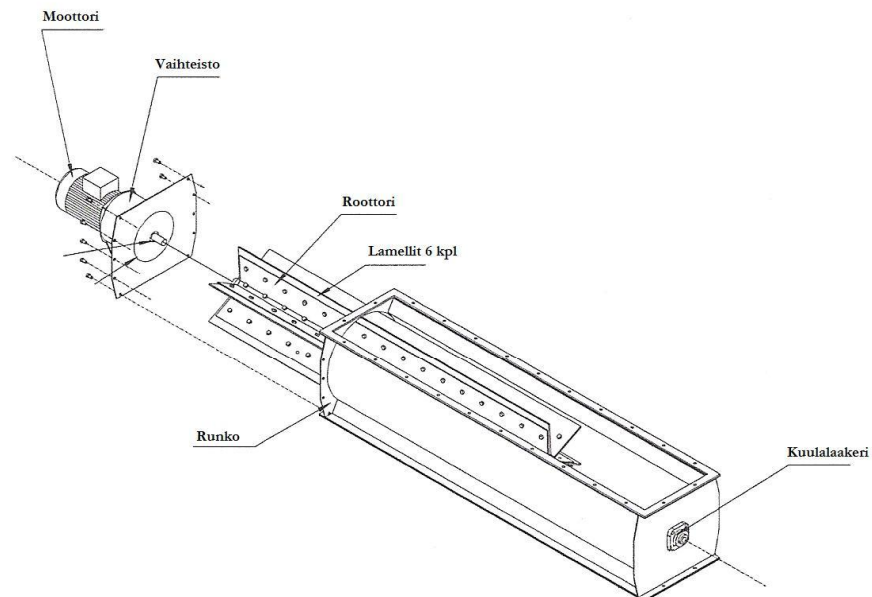
Hydraulikkayksikkö sijaitsee sisätiloissa briketöintipuristimien ja logiikkaohjauksien kanssa. Hydraulikkayksikköön kuuluu öljysäiliö, jonka sisällä on hydraulikkapumppu, pumppua pyörittävä sähkömoottori sekä ohjausventtiilit, paineensäätöventtiilit, yms.



Kuva 6. Tankopurkaimet.

3.3 Pyörivät sulut

Toisen kolakuljettimen ja siilojen välissä ovat pyörivät sulut, joilla voidaan annostella tai estää materiaalin annostelu siiloihin. Myös pyörivät sulut ovat C.F. Nielsenin alihankkijan AA-GAARDin toimittamia. Suluissa on putkimainen rakenne, jonka ylä- ja alapää ovat avoimia. Keskellä pyörii siipiratas, jonka siivissä on kumilamellit. Tällä saavutetaan tiivis sulkus siipien ja putken seinien väliin. Sulut on varustettu 0,55 kW:n sähkömoottoreilla ja vaihteistolla. Kuva 7 esittää pyörivän sulun räjäytyskuvaa, jossa on merkitty tärkeimmät osat. Kuvassa 8 näkyy kolakuljettimen ja siilon välissä oleva pyörivä sulk.



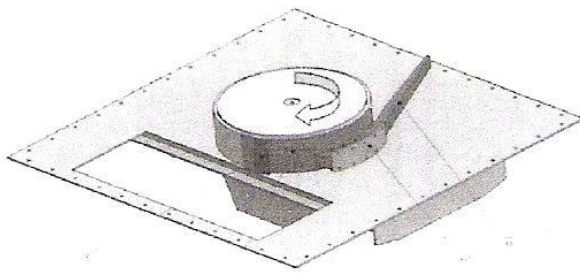
Kuva 7. Pyörivän sulun räjäytyskuva. (Valmistajan manuaali[8.])



Kuva 8. Kolakuljettimen ja siilon välissä oleva pyörivä sulku.

3.4 Siilot

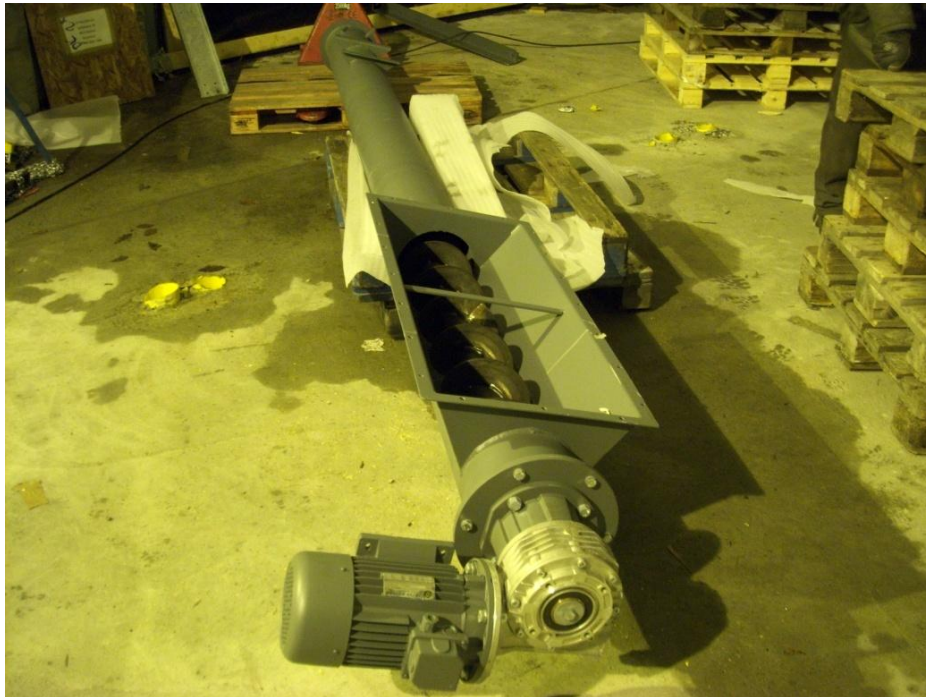
12 m³:n siilot toimivat tuotannon tasaimina juuri ennen brikettipuristimia. Siilot on tehty galvanoidusta ohutlevystä, jonka avulla niistä on saatu keveitä. Siilot on kasattu paksumman teräslevyn päälle, jossa on reikä materiaalin kulkua varten, sekä pyörivä roottori annostelemassa materiaalia annosteluruuville. Kuvassa 9 näkyy roottorin rakenne. Siilot muodostuvat 800 mm korkeista elementeistä, jotka ovat kiinni aluslevyssä ja toisissaan ruuveilla. Siilon nurkissa on 45°:n kulmissa vahvikkeet, jotka vahvistavat rakennetta materiaalin aiheuttamaa ulospäin suuntautuvaa painetta vastaan. Siiloissa on neljä elementtikerrosta, jolloin kokonaiskorkeudeksi tulee noin 3,2 metriä. Siilon pohjassa on lisäksi noin 2 metrin jalat.



Kuva 9. Siilon pohjalla sijaitseva roottori. (Valmistajan manuaali[5.])

3.5 Annosteluruuvit

Siilojen pohjasta lähtevät annosteluruuvit, jotka vievät materiaalin puristimille. Annosteluruuvilla saadaan säädettyä puristimelle menevän materiaalin määrää, joka vaikuttaa suoraan puristimen kapasiteettiin. Kuvassa 10 on annosteluruuvi odottamassa asennusta. Annosteluruuvit ovat taajuusmuuntajaohjattuja ja niitä voidaan säätää käyttöliittymästä. Annosteluruuvien puristimen puoleisessa päässä on kotelo, jossa on avattava huoltoluukku ja materiaalivirran tunnistava anturi.



Kuva 10. Annosteluruuvi

3.6 Briketöintipuristimet

C.F. Nielsenin BP5500 -brikketipuristimet ovat mäntäpuristimia. Niissä sähkömoottori pyörittää kampiakselilla olevaa vauhtipyörää, kampiakseli liikuttaa kiertokankea ja sen päässä oleva mäntä liikkuu edestakaisin polttomoottorin tapaan. Mäntä iskee esipuristettua raaka-ainetta kartiomaiseen esilämmitettyyn suppiloon, jossa materiaalin lämpötila nousee sataanviiteenkymmeneen asteeseen ja sidosaineena käytettävä puun ligniini alkaa sulaa.

Kartiopäässä on lämpöpannat esilämmittämässä kartion 100 asteeseen konetta käynnistettäessä. Koneen käydessä briketin puristaminen tuottaa kuitenkin huomattavasti lämpöä, minkä takia puristinkartiolla on nestejäähdytys. Kampikoneistossa on paineöljyvoitelu, jonka lauhdutin sijaitsee ulkona nestejäähdyttimen kennon yhteydessä. Voiteluöljylle on myös lämpövastus, jotta kylmillään olevan koneen öljyn viskositeetti saadaan parantumaan konetta käynnistettäessä. Kuvassa 11 on brikketipuristin siirrettyä asennuspaikalle. Liitteissä 1-3 ovat kuvat brikketipuristimesta.



Kuva 11. Briketöintipuristin

3.7 Jäähdytyslinjat

Puristinsuulakkeen jälkeen briketti lähtee kulkemaan jäähdytyslinjaa pitkin varastoon. Jäähdytyslinja on tärkeä, sillä vasta jäähdyttämällä briketti saa lopullisen kovuuden. Jäähdytyslinjan tulee olla vähintään 15 metriä pitkä riippuen briketöitävän materiaalin koostumuksesta. Jäähdytyslinjan alussa on turva-aukaisin. Jos briketti ei pääse kulkemaan jäähdytyslinjassa eteenpäin, varo aukeaa ja päästää briketin putoamaan lattialle. Tällöin pyörintävahti aktivoituu ja briketointi pysähtyy. Jäähdytyslinja pääsee myös liikkumaan pituussuunnassa. Mikäli linja menee tukkoon ja varo ei toimi, pääsee linja liikkumaan eteenpäin ja laukaisee samalla vaijerirajan. Seinän läpi mentyään jäähdytyslinjat nousevat ylös varastorakennuksen katonrajaan. Varastossa jäähdytyslinjan loputtua brikettitanko katkeaa omalla painollaan ja putoaa siilon pohjalle. Kuvassa 12 näkyy jäähdytyslinjojen päässä olevat jakajat, joilla voi valita briketin kulkusuunnan.

Brikettipuristimen puristuskartion perästä lähtevässä jäähdytyslinjassa on vielä briqueteille jouksuormitteinen puristus, joilla voidaan vaikuttaa briketin kovuuteen. Jäähdytyslinjassa on myös terävähampainen ratas, jossa on pyörintävahti.



Kuva 12. Jäähdytyslinjat ulkona.

4 BRIKETÖINTILAITOKSEN ASENNUS

Laitteiston valmistajalta saapui kaksi edustajaa asentamaan ja valvomaan asennusta 09.12.2008. Laitteet saapuivat jo aikaisemmin varastoon odottamaan asennusta. Myös briketöintikoneen maahantuojan CNC-teamin asentaja osallistui laitteiston asennukseen. Aikataulu oli tiukka, mekaanisten asennusten piti olla paikoillaan kahdessa viikossa. Tekemistä oli paljon, sillä esimerkiksi siilot olivat täysin osina kuljetuksen takia.

Rakennusliike Oy Alfred A. Palmberg Ab rakensi briketöintilaitoksen tarvitseman rakennukset ja perustukset. Välivarastona toimiva merikontti, jäähdytyslinjat sekä öljynlauhdutin ja jäähdytin tarvitsivat lisäksi omat anturat. Lisäksi briketöintilaitoksen taakse tuli varasto valmiille briketeille.

4.1 Välivarasto ja tankopurkaimet

Asennukset alkoivat nostamalla välivarastona ja tuotannon tasaimena toimiva merikontti paikoilleen perustusten päälle. Kontissa oli tankopurkainlaitteisto jo valmiina asennettuna. Lisäksi kontin pätyyn tuli sivusta katsottuna kolmion muotoinen kehikko hydraulisyntereille. Nämä näkyvät kuvassa 5.

4.2 Kuljetinasennukset

Kuljettimet olivat useamman metrin mittaisissa pätkissä, joten asennus oli nopeaa. Kuljettimia siirrellessä kuorma-auton lavalla varastosta asennuspaikalle huomasi kuinka heppoinen ohuesta levystä tehty kuljetin on. Varsinkin vetopää, jossa sijaitsi painava moottori ja vaihteisto, oli vaikea nostaa ilman, että kuljetin olisi vääntyillyt pahannäköisesti. Kuljettimet nostettiin paikoilleen kuorma-auton nosturilla. Nostot suoritti suurimmaksi osaksi Maanrakennusliike Alpo Heikkinen. Briketöintilaitoksen sisälle asennettavien kuljettimien nostot tehtiin trukilla. Kuvassa 13 näkyy kuljettimien nosto sisällä ja kiinnitys kattoon.

Kuljettimien kaikki ruuvit piti tarkistaa ja kiristää asennuksen jälkeen, sillä tehtaalla osa ruuveista oli jätetty löysälle. Myös kuljettimen veto- eli alapuolen ylemmät johteet tuli säätää sää-

tölimujen avulla ja kiristää ketjujen liittämisen jälkeen. Tähän kului yllättävän paljon aikaa, sillä lähes kaikki kuljettimen kannet oli käytettävä auki tämän takia.



Kuva 13. Kuljettimien nosto sisällä trukilla.



Kuva 14. Kuljettimen vetopään nosto varastosiihloön.

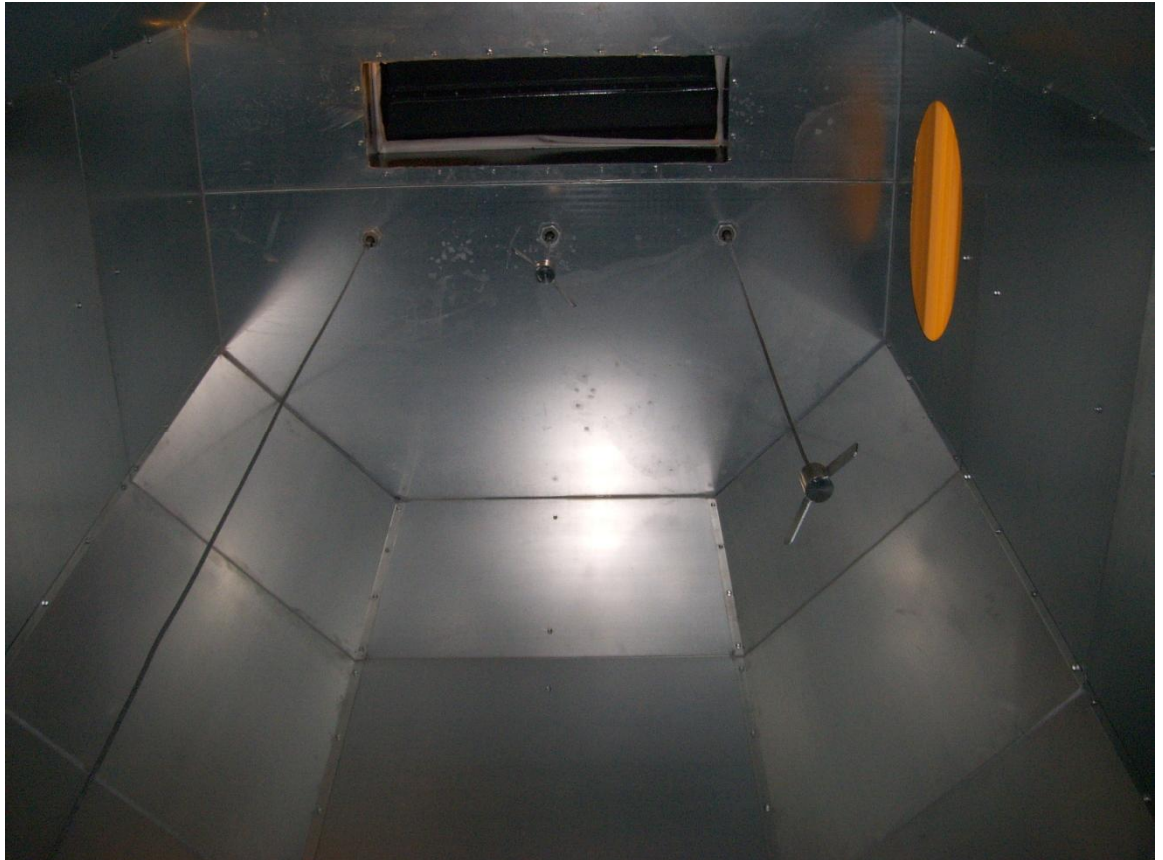
4.3 Siilot ja annosteluruuvit

Samaan aikaan kuljetinasennusten kanssa koottiin pajassa silloja. Sillojen kasaus vei aikaa, sillä kaikkiin saumoihin tuli silikoni ja ruuvit tulivat noin 50 mm:n välein. Toisen kerroksen jälkeen sillojen kokoamista joutui jatkamaan telineiden päältä. Neljännen kerroksen ja katon pystyi kokoamaan vasta briketöintilaitoksen sisällä, koska muutoin silot eivät olisi mahtuneet oviaukosta sisälle. Briketöintilaitoksen sisällä käytössä oli kuitenkin kaksi saksinostinta ja sähkötrukki, joita ilman asennukset eivät olisi onnistuneet. Sillojen kokoaminen kesti kokonaisuudessaan neljä päivää. Kuvassa 15 sillo valmiina paikoillaan.



Kuva 15. Siilo valmiina ja paikoillaan.

Siilojen sisälle tuli yhteensä kolme anturia, alas, puoliväliin ja viimeinen ylös tunnustelemaan materiaalin pinnan korkeutta. Anturit roikkuvat vaijerin päässä ja pyörivät hitaasti. Kun materiaali koskettaa pyörivää anturia, anturi pysähtyy. Kuvassa 16 näkyvät silon sisällä olevat anturit.



Kuva 16. Siilon sisältä.

Siilojen paikoittaminen oli turhauttavaa puuhaa. Kun siilon sai kohdistettua pyörivän sulun alle, eivät siilon jalat olleet suorassa. Kun jalkoja paukutti suoraan lekalla, eivät pyörivän sulun ja siilon kiinnityskohdat olleet enää kohdakkain. Nämä toimenpiteet oli toistettava useaan kertaan haluttuun tulokseen päästäksemme. Siilon jalat tulivat kiinni betoniin ankkuripulteilla ja jalkoihin tuli lisätuet.

Annosteluruuvit tulivat ruuveilla kiinni siilon pohjaan. Myös tämä liitos tiivistettiin silikonilla pölyn ulospääsyn estämiseksi. Annosteluruuvi näkyy kuvassa 10. Kuvassa 11 on annosteluruuvit jo paikoillaan.

4.4 Briketöintipuristimet

5 000 kg painavat brikettipuristimet saatiin nostettua sisälle trukilla, mutta siellä niitä piti liikutella käsin. Puristimien alle laitettiin noin 10 mm paksuja ja 200 mm pitkiä akselinpätkiä, joiden päällä tasaisella betonilattialla saatiin liikuteltua puristimia käyttämällä rautakankia

apuna. Brikettipuristimiin piti asentaa vauhtipyörät (á 500 kg), öljynlämmitin, öljyt, kaikki anturit ja sähköt.



Kuva 17. Brikettipuristin juuri sisälle tuotuna.

Brikettipuristimien käyttövalmiuteen saattamisessa oli paljon työtä. Jokaiselle brikettipuristimelle asennettiin ulos jäähdytin ja öljynlauhdutin. Jäähdyttimen yhteydessä on pieni säiliö jäähdytinnesteelle.

4.5 Jäähdytyslinjat

Jäähdytyslinjojen asennus alkoi puristimien päästä, jonne asennettiin kahdet jousikuormitteiset puristusosat briketin kovuuden säätöä varten. Jäähdytyslinjat vedettiin suoraan seinän läpi, jonka jälkeen ne nousevat ylöspäin ja menevät briketöintilaitoksen takana sijaitsevan brikettivaraston katonrajaan. Jäähdytyslinjan alkuun tuli myös kuvassa 18 näkyvä pyörintävahti, joka mittaa briketin kulkemaa matkaa. Siilossa briketti kulkee pohjasta avoimena olevaa kaukaloa pitkin, jolloin brikettikasan yltäessä kaukaloon asti työntyy briketti yhä pidemmälle

siiloon kaukaloa pitkin. Kuva 19 havainnollistaa tapahtuman hyvin. Jäähdytyslinjan päässä on myös puristinosa, jolla voidaan vielä puristaa hiukan brikettiä.



Kuva 18. Jäähdytyslinjan puristusosa.



Kuva 19. Brikettikasa yltää jo puukaukaloon ja briketti työntyy yhä pidemmälle kaukaloa pitkin.

5 TOIMINTOJEN YLEISKUVAUS

5.1 Kolakuljetin

Kolakuljetin siirtää materiaalin viirakuivaimelta välivarastoon. Kolakuljetinta ohjataan välivaraston tunnistimien avulla. Ne tunnistavat, onko säiliö tyhjä vai täysi. Näiden tunnistimien lähettämät signaalit käynnistävät ja pysäyttävät kolakuljettimen. Täyttymistä ilmaisevan tunnistimen signaalia myöhäistetään ajastimen avulla, jotta viirakuivaimen pysähtyminen välteetään. Täynnä-signaali hidastaa viirakuivaimen syöttöä 20 %, ehkäisten viirakuivaimen pysähtymistä. Kolakuljetin täyttää välivarastoa takaosasta alkaen. Tyhjän varaston tunnistin on takaosassa ja täyden etuosassa.[8.]

5.2 Välivarasto

Välivarastosta materiaali syötetään ja annostellaan poikkisuuntaiselle ruuvikuljettimelle hydraulisesti toimivien kaapimien eli tankopurkaimien avulla. Varasto on tuotannontasaimena viirakuivaimen ja brikettipuristimien välillä. Hydraulikalla toimivat kaapimet ovat toiminnassa, kun siilo tai sahajauho-varasto kutsuu materiaalia sen mukaan, mikä toiminto on valittu[8.].

Hydraulikka-asema on varustettu öljysäiliön lämmitysvastuksella, jotta laitteisto käynnistyisi ja toimisi alhaisissakin lämpötiloissa. Poikkisuuntaisen ruuvikuljettimen toiminta määräytyy sen mukaan, onko sitä seuraava kolakuljetin toiminnassa. Ruuvikuljetin toimii vain, jos sitä seuraava kolakuljetin toimii.[8.]

5.3 Muut syöttölaitteet

Seuraavat tiedot perustuvat pääosin valmistajan englanninkieliseen käyttöohjeeseen (Operation and Maintenance Instructions).[8.]

Toinen kolakuljetin siirtää poikittaisen ruuvikuljettimen syöttämän materiaalin välivarastosta kolmeen siiloon ja puristimiin tai edelleen sahajauho-varastoon.

Kuljetinta ohjataan sen mukaan, ovatko siilot valmiit ottamaan materiaalia ja varaston tunnistimen avulla, joka tunnistaa, onko tilaa. Lisäksi välivaraston toiminta määrää tämän kuljettimen toiminnan. Jos tankopurkain ja ruuvikuljetin pysähtyy, pysähtyy myös toinen kolakuljetin.

Toiminto on valittavissa sähkökaapin seinässä olevan kolmitoimisen katkaisimen avulla. Ne toimivat seuraavasti:

Ensimmäinen asento: Avoin puristukseen.

Tällä toiminnolla materiaalia syötetään kolmeen siiloon, mikäli niissä on tilaa. Pyörivät sulut ovat tällöin toiminnassa. Mikäli ylimääräistä materiaalia syntyy, se menee sahajauhovarastoon. Jos kaikki siilot ovat täynnä, kuljetin pysähtyy. Välivarasto pysähtyy kuitenkin ensin, joka pysäyttää ruuvikuljettimen ja sitten toisen kolakuljettimen. Kolakuljetin pysähtyy viiveellä välivarastoon nähden, jolloin se tyhjentää itsensä. Näin taataan luotettava käynnistyminen seuraavalla kerralla, sillä materiaalia ei jää painoksi kuljettimeen, eikä jäätymään kiinni kuljetimen pohjaan.

Materiaalin siirtämisen ehdot:

Vähintään yksi siilo kutsuu materiaalia (ei ole täynnä), sahajauhovarasto ei saa olla liian täynnä ja välivarastossa on oltava materiaalia.

Toinen asento: Avoin varastoon

Tällä toiminnolla kaikki materiaali viedään sahajauhovarastoon, riippumatta siitä, onko siiloissa materiaalia. Siilojen sulut eivät pyöri, eivätkä tällöin päästä materiaalia siiloihin.

Materiaalin siirtämisen ehdot:

Varasto ei ole liian täynnä ja välivarastossa on oltava materiaalia.

Kolmas asento: Avoin puristukseen ja varastoon.

Tällä toiminnolla materiaalia syötetään kaikkiin siiloihin ja varastoon, mikäli jokin niistä voi sitä ottaa vastaan.

Materiaalin siirtämisen ehdot:

Varasto ei saa olla liian täynnä, ja välivarastossa on oltava materiaalia.

5.4 Siilot ja pyörivät sulut

Kaikkien kolmen siilon ja kolakuljettimen välillä on pyörivät sulut. Ne varmistavat materiaalin syötön siiloon ongelmitta sekä tarvittaessa estävät materiaalin siiloon pääsyn. Pyöriviä sulkuja ohjataan siilojen tunnistimilla. Ne on yhdistetty myös PLC-ohjauslaitteisiin.

Siilot varmistavat annosteluruuvien oikean syötön sekä toimivat puskurivarastona kuljettimen ja brikettipuristimen välillä. Siilot on varustettu kolmella tasoanturilla. Kun alin taso kuittaa, siilo on tyhjä ja puristin pysähtyy. Keskitason anturin kuitatessa siilo on puolillaan, puristin voi käynnistyä ja voidaan ottaa materiaalia. Ylimmän tason kuitatessa siilo on täynnä ja sisäänsyöttö pysäytetään. Pyörivä sulku pysähtyy, eikä siilo kutsu lisää materiaalia.[8.]

5.5 Annosteluruuvi

Ruuvikuljetin kuljettaa ja annostelee oikean määrän materiaalia siilosta puristimen eturuuvikuljettimelle. Se toimii vain puristimen toimiessa.

Annosteluruuvikuljetin on taajuusohjattu, jolloin sitä voidaan helposti säätää. Puristimessa on kapasiteetin säätö, joka säätää annostelua tietyn kapasiteetin mukaan.[8.]

5.6 Brikettipuristin

Itse puristin toimii itsenäisenä yksikkönä, jonka suuttimen lämpötilaa, öljyn lämpötilaa ja painetta sekä materiaalin syöttöä säädellään.[8.]

Puristimen toiminta edellyttää seuraavaa:

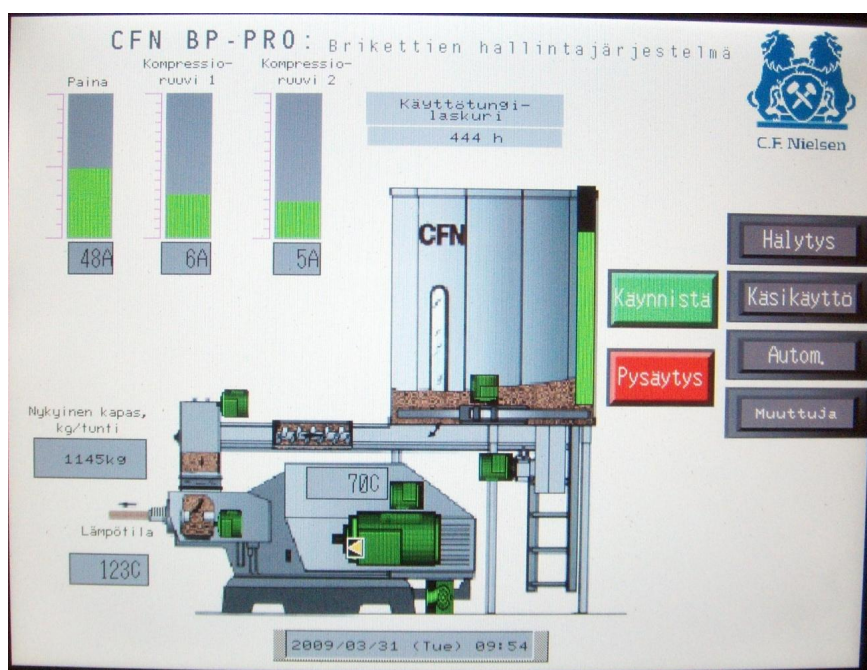
- oikea suuttimen lämpötila,
- oikea öljyn lämpötila,
- oikea öljynpaine,
- siiloissa tarpeeksi materiaalia,

- jäähdytysvahti ei aktivoitunut ja
- moottorissa ei vikoja.

Annosteluruuvikuljetin siirtää materiaalia eturuuvikuljettimelle, joka annostelee sen tasaisesti oikean- ja vasemmanpuoleiseen puristusruuvikuljettimeen. Tämä kuljetin esipuristaa materiaalin puristuskammioon, josta mäntä puristaa sen suuttimen läpi briketiksi.[8.]

Puristimen ohjauslaite laskee koneesta poistuvan briketin koostumuksen ja tunnistaa todellisen kapasiteetin. Tällöin se pystyy valvomaan jatkuvasti brikettivirran pysymistä normaalina. [8.]

Suuttimen lämpötilalla voidaan vaikuttaa ratkaisevasti briketin kovuuteen. Käyttöliittymästä voidaan säätää suoraan lämpötila, jossa suuttimen jäähdytys lähtee käyntiin. Valmistaja pitää oletusasetuksena 150 °C:ta, mutta tällä hetkellä on käytössä 125 °C, johtuen siitä että brikettien ostaja ei halua briketeistä liian kovia. Kuvassa 20 on puristimen käyttöliittymän etusivu. Etusivulta nähdään mm. päämoottorin ja kummankin esipuristusruovin virrankulutus, suuttimen lämpötila, painevoitelun öljyn lämpötila, puristimen kapasiteetti, sekä siilon pinnan korkeus. Ohjaintaulu on varustettu kosketusnäytöllä, joten arvojen muuttaminen on helppoa. Esimerkiksi suuttimen lämpötilaa koskettamalla avautuu säätökuvake suuttimen lämmityksen ylärajalle ja jäähdytyksen alarajalle.



Kuva 20. Brikettien hallintajärjestelmän etusivu.

6 LINJAN KÄYNNISTYS

Seuraavan luvun tiedot perustuvat pääosin valmistajan englanninkieliseen käyttöohjeeseen (Operation and Maintenance Instructions).

Kun suuttimien lämpötila on noussut asetettuun lämpötilaan, käynnistyy kone automaattisesti tai se käynnistetään manuaalisesti, riippuen valitusta käynnistystavasta. Ensimmäisenä käynnistyy korkeapainevoitelun öljypumppu, jotta puristimella olisi voitelu alusta alkaen toiminnassa. Sitten päämoottori ajaa männän ja kampikoneiston taka-asentoon, jotta ensimmäiseen iskuun saataisiin mahdollisimman paljon voimaa. Suuttimen sisällä on vielä entinen briketti, jonka ulos työntäminen vaatii paljon voimaa, eikä suutin ei ole vielä normaalissa toimintalämpötilassa. Päämoottori pysyy paikallaan hetken, jonka jälkeen se työntää männän liikkeelle.

Kun mäntä ja kampikoneisto saadaan liikkumaan, käynnistyvät muutaman sekunnin kuluttua puristusruuvit ja tämän jälkeen heti eturuuvikuljettimet, annosteluruuvi, yms. toimilaitteet. Jos mäntä ei saa työnnettyä edellistä brikettiä ulos suuttimesta, eli kampikoneisto ei pyörähdä kokonaan ympäri, pysähtyy päämoottori ja peruuttaa takaisin lähtökohtaan. Tällöin tulee käyttöliittymään ilmoitus epäonnistuneesta käynnistymisestä. Puristin odottaa tässä hetken ja yrittää sitten uudestaan.

6.1 Puoliautomaattikäynnistys

Jos asetuksiin on tehty muutoksia edellisen pysäytyksen jälkeen, on käynnistyksessä huomiotava muutama seikka ja tällöin käynnistysprosessi on hieman erilainen. Seuraavassa kuvattuna käynnistys, kun ei ole tehty muutoksia edellisen pysäytyksen jälkeen

Jos suutin on jo valmiiksi lämmin, alempana mainittu lämmitysprosessi voidaan ohittaa. Painamalla painiketta "lämpöpanta" aktivoidaan lämpöpannat, jotka lämmittävät pääsuuttimen ja jatkosuuttimen. Tämä prosessi "vapauttaa" entisen, suuttimen sisään jääneen briketin, jotta männän on helppo työntää se ulos suuttimesta käynnistyksessä. Lämpöpannan lämpötila voidaan asettaa suoraan digitaalisesta käyttöliittymästä. Standardiasetuksen pitäisi olla 75 ja

110 celsiusasteen välissä. Oikea lämpötila riippuu paikallisista ominaisuuksista, kuten suuttimesta ja briketöitävästä materiaalista. Mikäli halutaan kovempi briketti, asetetaan korkeampi lämpötila. Aluksi perusasetuksena voidaan käyttää 95 °C. Toinen painaisu lämpöpantapainikkeesta katkaisee pannan lämmityksen.

Jos koneelle ei anneta tarpeeksi aikaa lämmitä, voi olla mahdollista, ettei mäntä saa työnnettyä entistä brikettiä ulos suuttimesta ja kone ilmoittaa käynnistyksen epäonnistumisesta.

Turvallisuussyistä jatkosuuttimessa käytetään erikoispultteja. Nämä pultit katkeavat liian suuresta kuormasta, joka voi johtua liian alhaisesta lämpötilasta suuttimesta käynnistyessä, tai jos käytetään suutinta, joka ei sovellu kyseiselle materiaalille.

Kun asetettu lämpötila on saavutettu, kone voidaan käynnistää aktivoimalla "käynnistys"-painike ja asetettu "käynnistysohjelma" aktivoituu. Kun kone on käynnistynyt, se antaa automaattisesti käynnistyssignaalin muille ulkoisille siihen liitetyille laitteille, kuten annostelu-ruuvuille, siilon roottorille yms.

Kun on tehty muutoksia edellisen pysäytyksen jälkeen

Briketin laatu täytyy tarkastaa, jotta voidaan poistaa mahdollinen huonolaatuinen briketti turva-aukaisimen kautta. Kun briketin laatu on tyydyttävä, turva-aukaisin voidaan sulkea. Turva-aukaisin voi olla auki vain minuutin käynnistyksen jälkeen, muutoin turvatoiminto pysäyttää koneen. Muutosten jälkeen "briketin runkoa" on pidettävä silmällä, kun se kulkee jäähdytyslinjassa. Se ei saa hajota.

Jos briketistä pitää saada kovempi kiristämällä jäähdytyslinjassa olevaa puristusta, sitä ei tule tehdä koneen käydessä. Jousia tulee säätää puristus osassa jäähdytyslinjaa, kunnes haluttu puristus "briketin runkoa" vastaan on saavutettu. Mikäli jouset on kiristetty pohjaan asti, niitä tulee pyörittää takaisin ainakin yksi kierros.

Ensimmäisen 20 tunnin aikana uusi suutin hioutuu materiaalin voimasta. Tästä johtuen puristimen paine ja koneen ääni voi muuttua hieman. Jos puristuspaine laskee liikaa, enemmän puristava suutin voidaan asettaa paikalleen.

6.2 Automaattikäynnistys

Seuraavat tiedot perustuvat pääosin valmistajan englanninkieliseen käyttöohjeeseen (Operation and Maintenance Instructions).

Automaattikäynnistystä käytetään vain, kun kone on pysähtynyt jäähdytyslinja täynnä tavaraa, ja kun ei ole tehty muutoksia asetuksiin viime pysäytyksen jälkeen. Muutoin on suotavaa käyttää puoliautomaattista käynnistystä.

Kun automaattikäynnistys on valittu, kone odottaa signaalia ulkoisilta toimilaitteilta, esimerkiksi siilon antureilta. Kun käynnistyssignaali on vastaanotettu, kone käynnistää lämmitysvaiheen, ja kun asetettu lämpötila on saavutettu, päämoottori ja ulkoisten laitteiden yhteys aktivoituu.

Jos käynnistystason anturi on jo valmiiksi aktivoitunut ja käynnistys signaali annetaan, kun kone on automaattiajolla, on tarpeellista käynnistää kone ensimmäistä kertaa pitämällä "käynnistä" painiketta 5 sekuntia pohjassa. Tällöin koko käynnistys prosessi lähtee käyntiin automaattisesti, lämmitys, puristimen käynnistys, ... ja kun kone on käyttänyt kaiken materiaalin, jää se odottamaan uutta signaalia.

Tässä tilassa keltainen valo vilkkuu varoituksena siitä, että kone käynnistyy saatuaan käynnistys signaalin. Vihreä valo syttyy, kun se saa signaalin siilon tasoanturilta ja se on antanut käynnistys signaalin. Kun asetettu lämpötila on saavutettu, kone antaa 10 sekuntia kestävä äänimerkin varoituksena päämoottorin käynnistymisestä.

Nopea käynnistys

Jos ei haluta odottaa, että kone on lämmennyt asetettuun lämpötilaan asti, voi koneen käynnistää kesken lämmityksen painamalla ja pitämällä "käynnistä" painiketta pohjassa 5 sekuntia. Kone yrittää tällöin käynnistyä välittömästi ja antaa käynnistys signaalia siihen liitetuille ulkoisille laitteille, kuten annosteluruuvi, siilon roottori, yms.

Jos koneelle ei anneta tarpeeksi aikaa lämmitä, voi vanhan, suuttimen sisällä olevan briketin ulostyöntäminen epäonnistua, jolloin kone ilmoittaa käynnistymisen epäonnistuneen.

Jos kone on sammunut itsestään:

Jos on valittu automaattinen käynnistys, ja keltainen valo ilmoittaa "odotetaan käynnistys signaalia", kone odottaa signaalia siilon ylimmältä tasoanturilta, jotta voi käynnistyä. Tässä tapauksessa ei tule koskea puristimeen tai mihinkään siihen kytköksissä olevaan laitteeseen ilman päävirran katkaisemista.

Sammutus

Painamalla nappia sammutus kaikki laitteet sammuvat oikeassa järjestyksessä. Noin 20 sekunnin kuluttua painikkeen painamisesta puristimen päämoottori sammuu. Tällöin vilkkuva valo ilmaisee sammutussignaalin vastaanotosta, ja koneen pysäyttäminen on aloitettu. Sammaan aikaan puristuskammio tyhjennetään.

Koneen välittömästi pysäyttämiseen on "Hätä Seis" painike ohjainpaneelin sivulla.

Tätä toimintoa tulee käyttää vain hätätilanteissa. Tällöin voi olla tarpeen puhdistaa puristus kammio materiaalista ja puhdistaa suutin ennen uutta käynnistystä.

6.3 Käyttöönoton ongelmat

Linjan testiajot suoritettiin laite kerrallaan. Kuljettimia pyöritettiin yksitellen, jolloin voitiin seurata kuljettimen käyttäytymistä ja säätää esim. kolakuljettimien kireyttä. Kuljettimien käyttöönotossa ei ollut isompia ongelmia, tosin pari kontaktoria paloi virheellisen kytkennän takia. Logiikassa oli ongelmana saada se toimimaan halutulla tavalla, ja sähkötyönjohtaja Heikki Soininen joutuikin muokkaamaan logiikan ohjelmaa, jotta kokonaisuus saatiin toimivaksi.

Välivaraston tankopurkainten kanssa ilmeni isoja ongelmia. Ohut ja kevyt materiaali ei liikkunut toivotulla tavalla kontin sisällä, tankopurkaimet liikkuvat sahanpurun alla edestakaisin sahanpurun pysyessä paikallaan. Linjan alkupäässä, jossa märkä, seulomaton karkeampi materiaali syötetään linjalle, on vastaavanlaiset tankopurkaimet. Nämä tankopurkaimet toimivat kuitenkin moitteitta. Alkupään tankopurkaimet ovat eri valmistajan, ja varustettu nopeammin liikkuvilla sylintereillä. Alkupään tankopurkaimille syötetään suuri määrä materiaalia kerralla, joka myös vaikuttaa materiaalin liikkuvuuteen tankopurkaimilla. Konttiin ajettiin kokeilumielessä myös märkää materiaalia, jota ei saatu ajettua tankopurkaimilla ulos kontista ja

mikä pakkasessa yön aikana jäättyi ja jouduttiin lapioimaan käsin pois kontin sisältä. Kuva 21 havainnollistaa hyvin tapahtumaa.



Kuva 21. Kontin tyhjennystä lumikolalla.

Tankopurkainten valmistajan edustaja saapui itse modifioimaan tankopurkaimia. Purkainten "hammastusten" väliin hitsattiin haittoja, jotka vastustivat materiaalin virtausta taaksepäin. Haittalevyjen asennuksella ja tankopurkaimia liikuttavien sylinterien nopeutta nostamalla saatiin materiaali liikkumaan jo hieman paremmin kontin sisällä. Alkuperäisen 34 l/h:ssa tuottavan hydraulikkapumpun rajat tulivat nopeasti vastaan ja tilalle jouduttiin laittamaan isompi pumppu. Tämänkin pumpun rajat tulivat pian vastaan ja tilalle vaihdettiin vielä isompi, 84 l/h:ssa tuottava pumppu. Virtauksen nostosta ja pumpun vaihdosta johtuen hydraulikkaöljyn lämpötila nousi kuormitettaessa niin paljon, että sille täytyi asentaa oma öljynlauhdutin, joka näkyy kuvassa 22. Puhaltimen moottori pyörittää myös pientä hydraulikkapumppua, jolla pumpataan säiliöstä öljyn lauhduttimelle.

Briketti on tarkka materiaalin kosteuden heilahduksille. Ulkolämpötilan muutokset voivat vaikuttaa merkittävästi viirakuivaimen kuivaustulokseen ja materiaalin loppukosteuteen. Yli

20 % kosteutta sisältävä briketti ei pysy enää kasassa puristimen suuttimesta tullessaan, vaan turpoaa, jää kiinni jäähdytyslinjaan ja aiheuttaa puristimen pysähtymisen. Myös viirakuivaimen kuivausteho vaihtelee, johtuen käytettävästä lämmönlähteestä. Kuivain voi käyttää lämpökattilan savukaasuista lämmönvaihtimen kautta saatavaa hukkalämpöä, tai viirakuivaimen pattereihin voidaan syöttää lämpölaitoksesta saatavaa kuumaa vettä.

Kuivaimen syöttöruuvien annosteleman materiaalin paksuus viiralla vaikuttaa suoraan materiaalin kuivuuteen. Viiran kuivassa päässä on tosin kosteusmittari, mutta ei sekään pysty reagoimaan nopeisiin kosteuden vaihteluihin. Tällöin brikettipuristimelle päässyt kosteampi materiaali aiheuttaa tukoksen välittömästi jäähdytyslinjaan päästyään. Muutaman kerran on kostea materiaali päässyt tukkimaan jäähdytyslinjan, eikä varo ole toiminut heti. Tällöin jäähdytyslinja on vääntynyt mutkalle briketin voimasta.

Linjassa onkin vielä tekemistä, jotta materiaalin kosteus saadaan pysymään tasaisena. Myös jäähdytyslinjan turvarajojen ja varon toimintaan on vielä panostettava, jotta vahinkoja ei pääsisi syntymään.



Kuva 22. Hydraulikkayksikkö öljynlauhduksella.

Brikettipuristimien käyttöönotto viivästyi muutamalla viikolla asennuksien kestäessä odotettua kauemmin. Puristimia oli tarkoitus päästä testaamaan ennen joulua, parin viikon päästä asennuksien aloittamisesta. Asennukset olivat kuitenkin sen verran pahasti kesken, että tanskalaiset lähtivät joulun viettoon kotiinsa ja palasivat vajaan kahden viikon kuluttua suorittamaan asennukset loppuun ja koeajamaan puristimet.

7 YHTEENVETO

Insinööritö käynnistyi hieman yli kaksi viikkoa kestäväällä laitteiston asennuksella yhteistyössä tanskalaisten laitteiston valmistajan asentajien kanssa. Asennukseen kuului materiaalia tuovat kolakuljettimet, välivarastona toimiva merikontti, jossa tankopurkaimet, siilot, annostelukuljettimet, brikettipuristimet ja jäähdytyslinjat. Asennuksen jälkeen alkoi linjan käyttöönotto ja säätäminen, joka tulee jatkumaan vielä pitkään, jotta järjestelmälle saadaan optimaarvot.

Briketöintilaitoksen asennus ja käyttöönotto oli insinööritöinä antoisa ja mielenkiintoinen. Laitteiston asennus oli mielenkiintoista ja opettavaa sekä antoi paljon käytännön kokemusta asennushommista. Lisäksi asennusvaiheessa sain työskennellä yhteistyössä tanskalaisten kanssa, jolloin englannin sanasto kehittyi melkoisesti.

Insinööritöiden aikana tuli perehdyttyä myös eri briketin valmistajiin ja erityyppisiin brikettkoneisiin sekä biolämmitysratkaisuihin.

Käyttöönotossa ilmeni ongelmia, jotka toivat haasteita ja lisäsivät työn mielenkiintoisuutta. Ongelmat johtuivat osin siitä, ettei vastaavanlaista laitteistoa ollut aikaisemmin käytetty männyn sahanpurun briketöimiseen. Valmistajan antamat koneen suositusasetukset eivät osin pitäneet paikkansa männyn kohdalla.

LÄHTEET

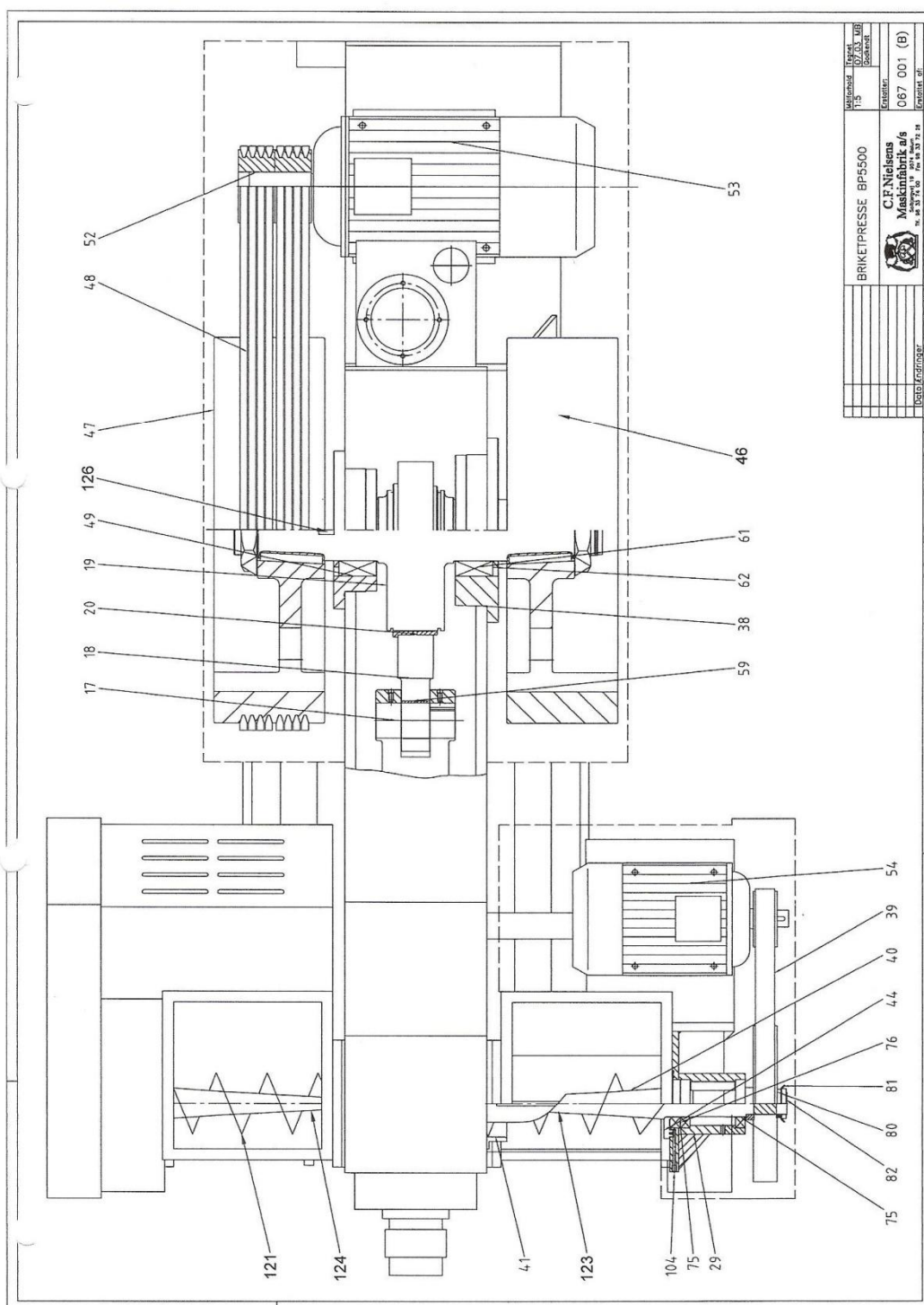
1. Kuhmo Oy:n nettisivut www.kuhmoyhtiot.fi luettu 30.03.2009
2. Biolämpöopas [www-dokumentti]
[http://www.ariterm.fi/pdf/ARITERM Biol%5Ba%5Dmp%5Bo%5Dopas.pdf](http://www.ariterm.fi/pdf/ARITERM_Biol%5Ba%5Dmp%5Bo%5Dopas.pdf)
 Luettu 16.03.2009.
3. Puubriketti haastaa öljyn ja klapiin[www-dokumentti]
<http://www.keskipohjanmaa.net/gen/532647.asp>
 Luettu 16.03.2009.
4. Bioenergian tuotanto- ja käyttöketjut sekä niiden suorat työllisyysvaikutukset s.27
 [www-dokumentti] <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2219.pdf>
 Luettu 04.02.09.
5. Kallio Markku, Alakangas Eija Puubrikettien tuotanto ja käyttö Suomessa. [www-dokumentti] http://www.tekes.fi/opet/pdf/opet_rap8.pdf Luettu 08.01.09
6. Puuntyöstökoneet/ Brikettipuristin Reinbold RB 30 - 60 S [www-dokumentti]
<http://www.projecta.fi/Webroot/1004628/ProductInfo.aspx?id=1006087&ProductCategory=67&Product=190>
 Luettu 08.01.09
7. C.F.Nielsen – Briquetting presses and total solutions [www-dokumentti]
<http://www.cfnielsen.com/index.php> Luettu 02.01.09
8. Operation and Maintenance Instructions C.F.Nielsen

LIITTEIDEN LUETTELO

LIITE 1 Brikettipuristin ylhäältä

LIITE 2 Brikettipuristin sivulta

Liite 1. Brikettipuristin ylhäältä



Liite 2. Brikettipuristin sivulta

