

Olli Keskisipilä

Puuteam- menetelmä

**Hirren päätysalvoksen valmistaminen puristamalla ja menetelmän
tuotannollistaminen**

Opinnäytetyö

CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Huhtikuu 2013

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

| | | |
|--|------------------------------|---|
| Yksikkö Ylivieskan yksikkö | Aika Toukokuu 2013 | Tekijä/tekijät Olli Keskipilä |
| Koulutusohjelma Tuotantotalouden koulutusohjelma | | |
| Työn nimi Puuteam- menetelmä Hirren päätysalvoksen valmistaminen puristamalla ja menetelmän tuotannollistaminen | | |
| Työn ohjaaja Heikki Salmela/Marja-Liisa Kaakko | | Sivumäärä [33 + 3] |
| Työelämäohjaaja Esko Huolman | | |
| <p>Opinnäytetyössä tutkittiin menetelmiä hirren päätysalvoksen valmistamiseksi puristusta hyödyntäen. Työ aloitettiin perehtymällä uuteen salvosmenetelmään, jonka on kehittänyt Puuteamin, suomalaisen hirsirakennusyrityksen, perustaja Esko Huolman. Työssä selvitettiin mahdollisuudet menetelmän integrointiin olemassa oleviin hirsituotantolaitoksiin ja uuden linjaston rakentamiseen. Aloituspalaverin jälkeen käytiin läpi uusi nurkkasalvoksen valmistusmenetelmä ja pyrittiin määrittelemään yrityksen tarpeet opinnäytetyön suhteen. Puuteam tarjosi omia materiaalejaan ja tutkimustuloksiaan tukemaan työtä.</p> <p>Työtä varten oli tarpeellista tutkia puristamiseen käytettävää laitteistoa ja teoriaa puun puristamisesta. Menetelmää tekivät tutuksi useat vierailut hirren tuotantotiloihin Puuteamin ja Haapajärvisen Timber-Hirren toimesta. Linjaston suunnittelu alusta alkaen tarjosi mielenkiintoisen haasteen.</p> | | |

Asiasanat

Hirsi, hirsirakentaminen, puuteknikka, tuotannollistaminen

ABSTRACT

| | | |
|---|-----------------------------|---------------------------------|
| CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES | Date [April 2013] | Author Olli Keskipilä |
| Degree programme Industrial management | | |
| Name of thesis Puuteam- method Manufacturing a corner-joint used in log houses using compression and the industrialization of this method | | |
| Instructor Heikki Salmela/ Marja-Liisa Kaakko | | Pages [33 + 3] |
| Supervisor Esko Huolman | | |
| <p>The goal of this thesis was to create new ways to industrialize a joint-making method that uses compression of wood. This thesis was started with studying a method developed by the supervisor of this thesis, who is also the founder of Puuteam, a Finnish log-building company. There were two main goals for the industrialization. The first one was to find a way of integrating the new method to a ready-built industrial log line. The second goal was to create a completely new line of production using this new method of joint-making. After initial survey literature on log house technology and compressing machinery was studied. Information about the subject at hand was also collected from the company's own studies. It was necessary for this thesis to also study compressing machinery and compressing of wood. Creating a new production line was the most challenging part of this thesis.</p> | | |

| |
|---|
| <p>Key words Compressing wood, industrialization, Log working, Wood,</p> |
|---|

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 2 YRITYKSESTÄ | 2 |
| 3 HIRSIRAKENTAMINEN SUOMESSA | 3 |
| 3.1 Historiaa | 3 |
| 3.2 Hirsirakentaminen nykyään | 4 |
| 3.3 Hirsirakentamisen sanastoa | 5 |
| 3.4 Hirren salvostyyppit | 5 |
| 4 UUSI HIRSISALVOSMENETELMÄ | 9 |
| 4.1 Idea | 10 |
| 4.1.1 Edut | 12 |
| 4.1.2 Haitat | 14 |
| 5 PURISTUSLAITTEISTO | 15 |
| 5.1 Pneumaattiset puristimet | 15 |
| 5.2 Hydrauliset puristimet | 16 |
| 5.3 Edut ja haitat | 16 |
| 6 INTEGROINTI | 20 |
| 6.1 Laitteisto | 20 |
| 6.2 Kustannukset | 22 |
| 6.3 Hyödyt | 23 |
| 7 UUDEN LINJASTON RAKENNUS | 25 |
| 7.1 Tarvittavat laitteet | 25 |
| 7.2 Linjaston toimintaperiaate | 28 |
| 7.3 Linjaston kustannukset | 29 |
| 8 TULOKSET JA POHDINTA | 30 |
| LÄHTEET | 32 |
| LIITTEET | |

1 JOHDANTO

Hirsirakentamisen suosio on laskenut teollistumisen seurauksena. Valitettavasti myös hirsirakentamiseen liittyvä ammattitaito on luokiteltava katoavaksi kansanperinteeksi. Nykyajan rakennus- ja energiasäädökset vaikeuttavat hirsirakentamista, ja siksi suurin osa taloista valmistetaan uudemmilla rakennusmenetelmillä ja materiaaleilla. Alhaisen suosion takia alan kehitys on taantunut ja uusia innovaatioita näkee harvoin. Kokkolassa sijaitseva yritys Puuteam näkee hirsirakentamisessa kuitenkin mahdollisuuden. Yrityksen perustaja ja omistaja Esko Huolman on luonut ja patentoinut uudenlaisen hirsirakentamisen salvosmenetelmän, joka voi mullistaa hirren teollisen rakentamisen. (Hirsitaloteollisuus ry. 2011. Lehdistöti-dote) (Huolman, E., Narkilahti, J. 2013)

Uusi menetelmä on yksinkertainen ja helposti integroitavissa nykyisiin hirsilinjas-toihin. Menetelmässä hirren nurkkasalvos tehdään puuta puristamalla. Puristusmenetelmällä saadaan useita etuja, ja niitä tullaan käsittelemään tässä opinnäyte-työssä. Opinnäytetyön pääkohtana on menetelmän integrointi olemassa oleviin laitteistoihin, ja uuden linjaston suunnittelu. (Huolman, E., Narkilahti, J. 2013)

2 YRITYKSESTÄ

Puuteam Toiminimi Kokkolassa on Esko Huolmanin perustama yritys. Yritys valmistaa ja myy kevythirrestä valmistettuja tuotteita, esimerkiksi mainittakoon saunat ja puuliiterit. Yritys on perustettu vuonna 2000 ja tuotantoa on ollut vuodesta 2001 vuoteen 2012. Tuotantovuosina yritys on valmistanut noin 700 kappaletta erilaisia hirsirakennuksia. Yrityksellä on ollut alihankkijoita parhaimmillaan 8 kappaletta. Yrityksen perustajan, Esko Huolmanin, kehittämä hirsisalvosmenetelmä on patentoitu vuonna 2006. Salvosmenetelmää tullaan käsittelemään myöhemmin tässä opinnäytetyössä. Kehitetty salvosmenetelmä on saanut myös hyödyllisyysmallisuojaan vuonna 2008 (Huolman, E. 2013)

Puuteam Toiminimellä työskentelevä Esko Huolman on kehittänyt salvosmenetelmän tekemiseen tarvittavan laitteiston. Jatkuva laitekehitys mahdollisti tuotannon laajenemisen. Ansiokkaasta työstä kertovat myös Innosuomi – palkinto, sekä MTK- juhluvuoden palkinto, jotka molemmat myönnettiin vuonna 2002. (Huolman, E. 2013)

Salvosmenetelmällä voidaan valmistaa edullisia, pitkälle kehitettyjä ja suojatulla menetelmällä valmistettavia monikäyttöisiä hirsirakennuksia. Hirsiosien valmistaminen ja rakennusten pystyttäminen ei vaadi erikoisosaamista työntekijöiltä, koneiden valmistajilta eikä käyttäjiltä. Kehitystyö jatkuu parhaillaan meneillään olevassa Metsäteollisuuden CrossCluster-hankkeessa. Projektivastaavana hankkeessa toimii Esko Huolmanin ohella Janne Narkilahti. (Huolman, E., Narkilahti, J. 2013)

3 HIRSIRAKENTAMINEN SUOMESSA

”Suomi elää puusta”, on varmaan kulunein sanonta puhuttaessa puuteollisuudesta maassamme. Väittäjä ei silti ole missään nimessä väärä. Tänä päivänä maassamme on vahvaa hirsirakennusteollisuutta, joka keskittyy kotimaan- ja ulkomaanmarkkinoille. Suomalainen hirsi on saavuttanut suosiotaan viime aikoina katastrofialueilla, sillä hirsitalot kestävät paremmin luonnonmullistuksia, kuten maanjäristyksiä. Koska opinnäytetyö keskittyy yhteen hirsisalvokseen, käsitellään erilaisia salvostyyppisiä myöhemmin tässä opinnäytetyössä. (Kangas M. 2010.)

3.1 Historiaa

Varhaisin tunnettu puurakennelma on paalutuksella tuettu pyöreäpohjainen kota noin 4000 vuoden takaa. Ensimmäiset vaakasuorat hirsirakenteet ilmestyivät kotarakennelman reunoille, ikään kuin perustukseksi. Tästä rakenne on kehittynyt vähitellen täysiksi seiniksi ja niitä kattavaksi katoksi. (Talonrakentajan käsikirja 3, Hirsirakentaminen 2002, 6.)

Ensimmäiset merkit hirsirakentamisesta ovat 800–1000-luvulta. Hirsikodasta muotoutui ajan saatossa savupirtti. Savupirttien rakentaminen levisi maahamme idästä Karjalan ja Savon kautta. 1600-luvulla veistetyn hirren käyttö yleistyi läntisessä Suomessa. Pyöreää hirttä käytettiin kuitenkin pitkään itäisessä Suomessa tämän jälkeenkin. Pohjanlahden rannikolla on valmistettu jo 1600-luvulla hirsikehikoita, joita vietiin meritse Ruotsiin. Hirsitalojen vientikauppaa on siis tavallaan harjoitettu jo yli 300 vuotta.

(Lauraho 2002, 9.)

3.2 Hirsirakentaminen nykyään

Hirsi oli pitkään, aina 1900-luvun alkuun talon runkorakentamisen päämateriaali. Kaupunkien tiivis kaavoitus ja kaupungeissa sattuneet tuhoisat tulipalot saivat viranomaiset suosimaan kivirakentamista. (Talonrakentajan käsikirja 3, Hirsirakentaminen 2002, 6.)

Hirsitaloteollisuus (HTT) ry:n julkaiseman lehdistötiedotteen perusteella vuonna 2012 voimaan tulleet energiatehokkuusmääräykset huolestuttivat kaikkia rakentajia, hirsirakentajia lukuun ottamatta. Tiedotteen mukaan: ”Ympäristöministeriö on myöntänyt uusien hirsirakenteisten asuinpienalojen seinille ja kokonaisenergiankulutusta kuvaavalle E-luvulle omat vertailuarvot, jotka ovat hieman muita rakennuksia korkeammat.” Tiedotteen mukaan ministeriö perustelee tehtyä päätöstä hirsirakentamisen vähäisellä ympäristökuormituksella” (Lehdistötiedote. Hirsitaloteollisuus ry. 2011, 1.)

Samassa lehdistötiedotteessa kerrotaan, että päätöksen taustana on halu varmistaa teollisen hirsirakentamisen jatkuvuus, sillä suomalainen hirsitaloteollisuus edustaa merkittävää teollisuusalaa 210 miljoonan euron liikevaihdollaan. Hirsitaloteollisuuden tuotannosta lähes puolet viedään ulkomaille. Tiedotteen mukaan moderni hirsi on nykyään suosituimpi materiaali omakotitalojen rakentamisessa. Tiedote mainitsee että vuonna 2011 hirsitalojen osuus teollisesti valmistetuista omakotitaloista on 12 prosenttia, kun se kymmenen vuotta aiemmin oli 8 prosenttia. (Lehdistötiedote. Hirsitaloteollisuus ry. 2011, 1.)

3.3 Hirsirakentamisen sanastoa

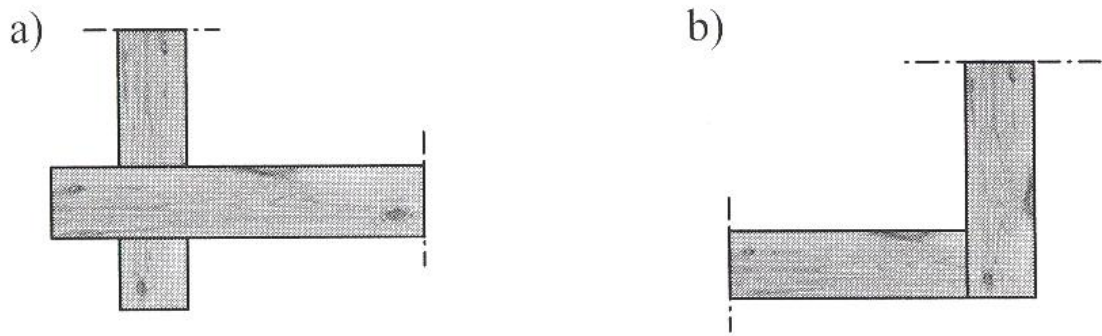
Hirrellä tarkoitetaan massiivista kuusi- tai mäntytukkia joka on työstetty rakennuselementiksi. Lamellihirrellä tarkoitetaan hirttä, joka on valmistettu liimaamalla kahdesta tai useammasta höylätystä sahatavarakappaleesta. Lamellihirrestä käytetään myös joskus nimeä liimahirsi. (Talorakentajan käsikirja 3, Hirsitalon rakentaminen. 96) (Lauraho. 2002. 10.)

Palhotulla tai pelkatulla hirrellä tarkoitetaan pyöreää tukkia jonka sivut on veistetty suoriksi. Palhoaminen tehdään usein sitä varten kehitetyllä kirveellä. (Talorakentajan käsikirja 3, Hirsitalon rakentaminen. 96.)

Salvoksella tarkoitetaan hirsiseinän nurkkaliitosta (Lauraho. 2002. 14.)

3.4 Hirren salvostyyppit

Puhuttaessa hirren salvostyypeistä, tarkoitetaan hirren jatkamiseen käytetyistä liitostyypeistä ja hirsirakennelman nurkkaliitoksista. Tässä keskitytään opinnäytetyön kannalta olennaisiin nurkkaliitoksiin. Kappaleen tarkoitus on myös antaa yleiskatsaus yleisimpiin nurkkatyypeihin. Nurkkatyyppit jaetaan kahteen pääkategoriaan, pitkiin nurkkiin ja lyhyisiin nurkkiin (KUVIO 1). Pitkällä nurkalla tarkoitetaan sitä, että hirren päät jatkuvat kulmasta ulos seinän puolelle. Tällainen nurkkatyyppi voi olla niin pyöreässä kuin pelkatussa hirressä. Lyhyttä nurkkaa käytetään vain pelkatuissa hirsissä ja siinä hirsi loppuu samalle tasolle seinän kanssa. (Vuolle-Apiala R. 2010. Hirsityöt. 13.)



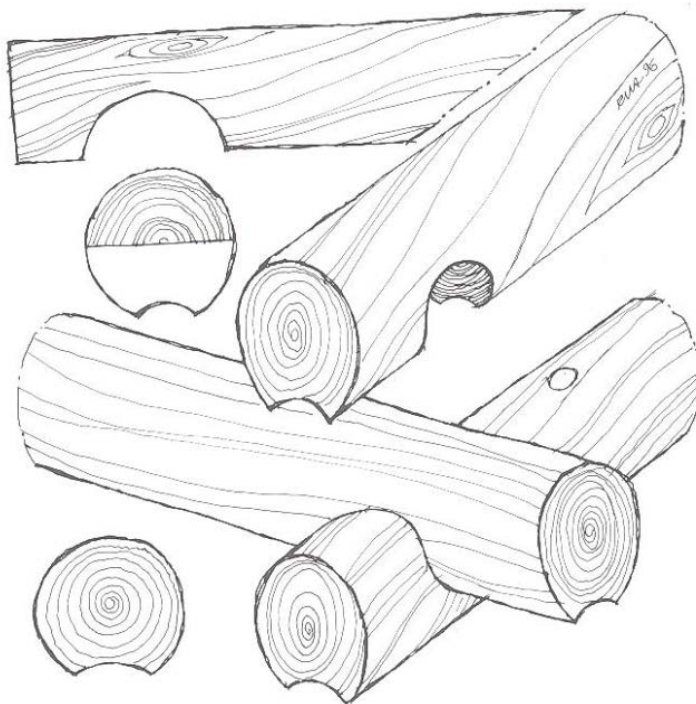
KUVIO 1. a) pitkänurkka b) lyhytnurkka (Vuolle-Apiala R. 2010. Hirsityöt. 13)

Suoranurkka (KUVIO 2) on yleisimmin käytetty nurkkatyyppejä. Sitä käytetään pelkatuissa tai sahatuissa hirsissä. Nurkkatyypin suosio selittyy sen yksinkertaisuudella. Nurkka piirretään vatupassilla täsmälleen pystysuoraan, lovet tehdään ylä- ja alahirteen $\frac{1}{4}$ hirren korkuisina. Opinnäytetyön pääosassa oleva nurkkasalvos-tyyppi on myös suoranurkka. (Vuolle-Apiala R. 2010. Hirsityöt. 37.)



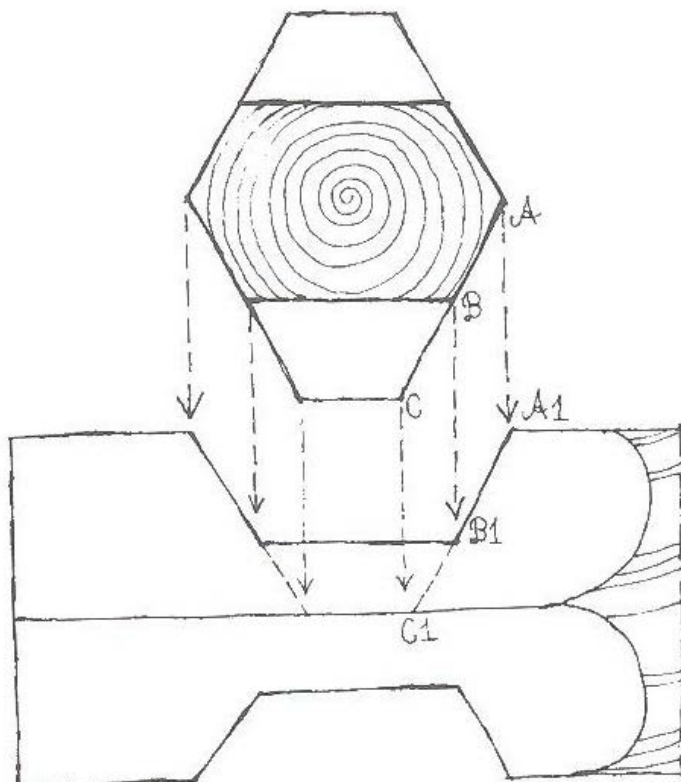
KUVIO 2. Suoranurkka (Vuolle-Apiala R. 2010. Hirsityöt. 37.)

Ämmänurkka tai sen nimityksen viimeaikoina korvannut koirankaula tarkoittaa suoranurkkaan verrattuna aivan erilaista nurkkatyyppeä. Nurkkatyyppeä on käsin veistäjien suosiossa ja sitä käytetään pyöröhirsien nurkkatyypinä. Ämmänurkka perustuu puoliväliin hirttä alla olevan hirren mukaiseen kaarevaan loveukseen (KUVIO 3). Loven malli on helppo piirtää ja tehdä kirveellä tai moottorisahalla. (Vuolle-Apiala R. 2010. Hirsityöt. 38.)



KUVIO 3. Ämmänurkka (Vuolle-Apiala R. 2010. Hirsityöt. 38.)

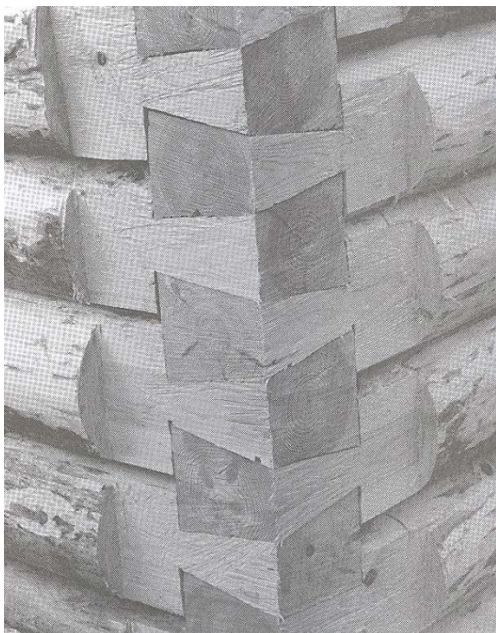
Sulkanurkka veistetään siten, että sulan sivujen kärjet tulevat aina vaakasaumojen kohdille. Kärkien kohta vaihtelee pystysuunnassa ala- ja yläpuolisten hirsien korkeuden mukaan (KUVIO 4). Sulkanurkkia joudutaan tekemään usein vanhoja rakennuksia korjattaessa sekä uusia erikoisrakennuksia tehtäessä. (Vuolle-Apiala R. 2010. Hirsityöt. 39.)



KUVIO 4. (Vuolle-Apiala R. 2010. Hirsityöt. 39.)

Lohenpyrstönurkka tunnetaan ympäri maailmaa ja se sopii hyvin esimerkiksi laudoitettuihin rakennuksiin. Kuten kuviossa 5 näkyy, lohenpyrstönurkka on lyhyt-nurkka ja sen tekeminen vaatii suurta huolellisuutta, koska virheet näkyvät helposti valmiissa nurkassa. Tässä salvostyyppissä salvoksen pystysauma joudutaan tiivistämään ulkopuolisilla materiaaleilla. . (Vuolle-Apiala R. 2010. Hirsityöt. 39.)

(Huolman, E., Narkilahti, J. 2013)



KUVIO 5. (Vuolle-Apiala R. 2010. Hirsityöt. 40.)

4 UUSI HIRISALVOSMENETELMÄ

Hirsisalvoksella tarkoitetaan hirret toisiinsa kytkevää liitosta. Liitoksia on kahta päätyyppiä, nurkkasalvoksia ja jatkosalvoksia. Tässä opinnäytetyössä keskitytään yhdentyyppiseen nurkkasalvokseen ja sen uuteen sovellukseen. Opinnäytetyössä käytettävä salvos on suomen hirsirakentamisessa yleisimmin käytetty ristisalvos. (KUVIO 6)



KUVIO 6. Perinteinen nurkkasalvos (Puuteam Tmi oma materiaali)

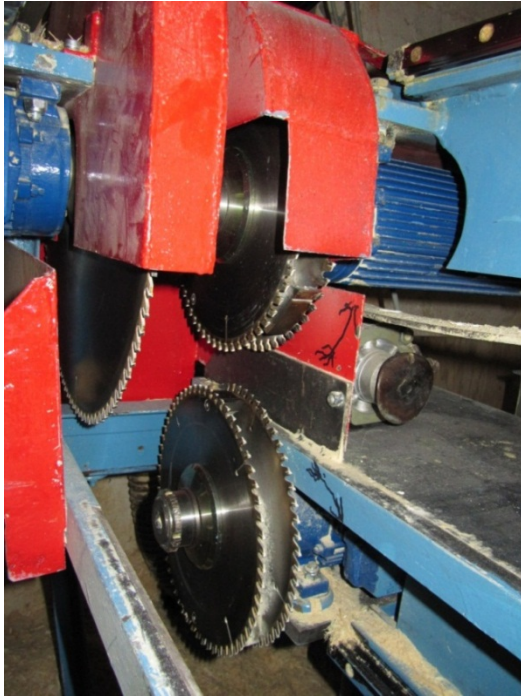
Uutta tässä hirsisalvosmenetelmässä ei ole muoto, vaan valmistusmenetelmä. Uudella valmistusmenetelmällä saavutetaan lukuisia etuja muihin valmistusmenetelmiin nähden. Saavutettuja etuja käsitellään kappaleessa 4.1.1.

4.1 Idea

Uudessa salvosmenetelmässä haluttu salvoskolo pyritään tekemään kokonaan ilman jyrsintää tai vaihtoehtoisesti vähemmällä jyrsinnällä. Jyrsinnän korvaa tässä salvosmenetelmässä puristus, joka tuo lukuisia hyödyllisiä ominaisuuksia käyttöä ajatellen. Ilman jyrsintää tapahtuva salvoskolon teko alkaa kaksoissahauksella (KUVIOT 7 ja 8) ja jatkuu seuraavaan työvaiheeseen, joka on puristaminen. Jos salvoksessa pyritään vedenpitävyyteen, on vielä suoritettava kolmas työvaihe, joka on salvoskolon toinen puristaminen (KUVIO 9).



KUVIO 7. Hirteen tehty kaksoissahaus (Puuteam Tmi oma materiaali)



KUVIO 8. Esimerkki kaksoissahauslaitteistosta (Puuteam Tmi oma materiaali)



KUVIO 9. Kolmas työvaihe, jossa puristetaan hirsi myös pystysuunnassa (Puuteam Tmi oma materiaali)

4.1.1 Edut

Salvosmenetelmällä saadaan aikaan sekä teknisiä, että kosmeettisia etuja muihin menetelmiin verrattuna. Näitä ovat seuraavat:

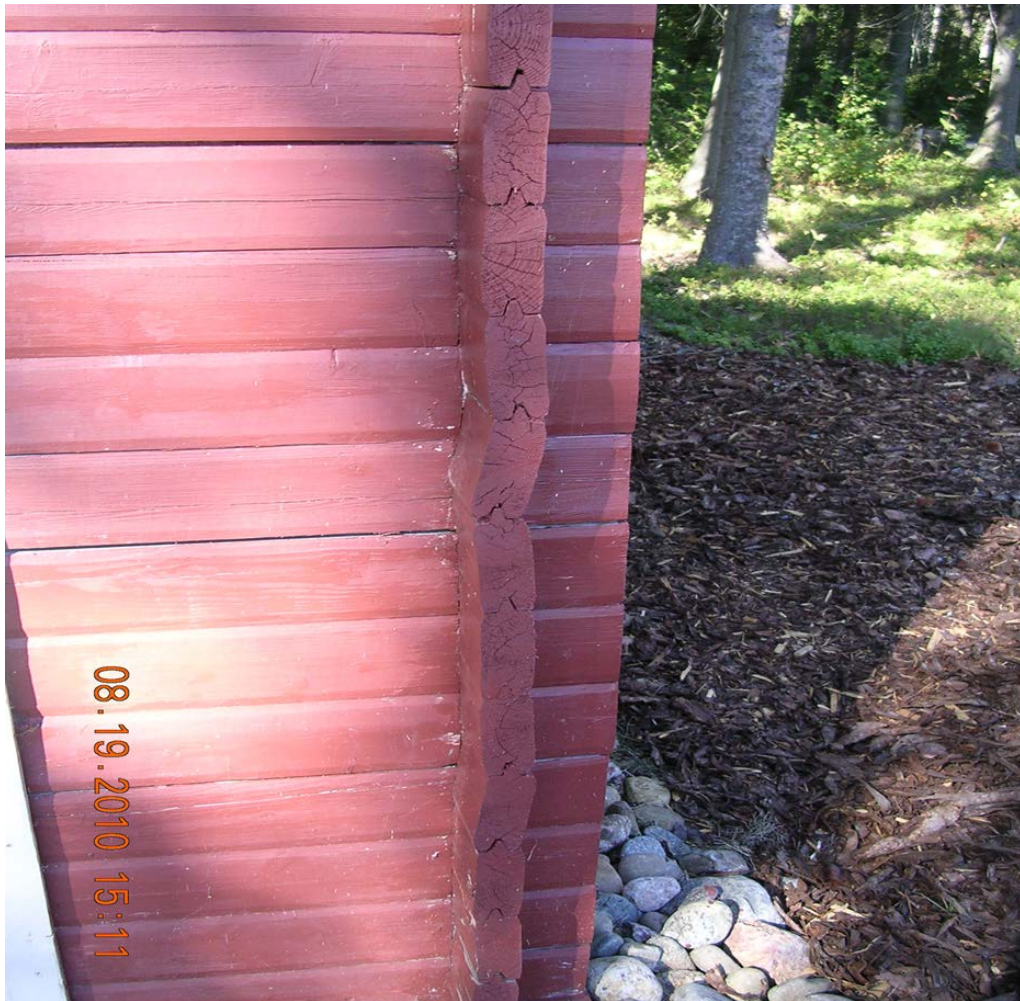
- Salvoksesta vesitiivis
- Tuotanto nopeutuu
- Purunpoiston tarve pienenee
- Hirsimateriaalin käyttöaste paranee
- Hirren rakennevahvuus ei heikkene
- Salvoksen kokoaminen tapahtuu nopeammin
- Puuaines irtoaa isompina kappaleina → Käyttö polttomateriaalina
- Pienempi työtilan tarve
- Sähköntarve pieni → ei tarvitse voimavirtaa
- Seinät pysyvät suorina

Esko Huolmanin tutkimusten mukaan salvoksen vesitiiveys saavutetaan puristamalla salvos jokaisesta pinnasta. Palautuessaan puristuksesta salvos kiinnittyy niin lujaan ettei naulausta välttämättä tarvita. Tuotanto tapahtuu vain muutamalla työliikkeellä joten työstönopeudet tavanomaiseen jyrshintään verrattuna ovat paljon nopeammat. Koska sahausta on erittäin vähän, ja salvoksen pala poistetaan puristamalla, jäljelle jää puumateriaalia jota voidaan polttaa tavallisissa hakekattiloissa ja pellettikattiloissa. Hirsisalvoksen puristaminen lopulliseen vahvuuteensa mahdollistaa valmistamisessa käytettävän hirren suuremman vahvuustoleranssin. (Huolman, E., Narkilahti, J. 2013)

Puristamalla pyritään säilyttämään mahdollisimman paljon materiaalia, joka luonnollisesti lisää materiaalin lujuutta verrattuna jyrsimällä valmistettuun salvokseen. Puristaminen tekee myös kaikista salvoksista samanvahvuisia joka helpottaa ja nopeuttaa asentamista. Materiaalin poistotavasta johtuen jää jäljelle

huomattavasti helpommin käsiteltävää puumateriaalia. Materiaalin jälkikäsitteily on edullisempaa koska puruimureihin ei tarvitse investoida suuria summia rahaa. Tuotantoa varten voidaan hyödyntää pienempiä tuotantotiloja, koska käytettävä laitteisto on erittäin yksinkertainen. Yksinkertaisuutensa vuoksi koneet kuluttavat vähän virtaa ja toimivat valovirralla. (Huolman, E., Narkilahti, J. 2013)

Puristamalla valmistettu liitos pääsee elämään normaalisti ja tämän seurauksena se laskeutuu normaalin hirsitalon tavoin. Erona normaaliin hirsiseinään on se, että laskeutumisen jälkeen liitos tiivistyy eikä jätä tilaa yksittäisien hirsien kieroutumiselle (KUVIO 10). Tämän seurauksena valmis seinä korjaa jopa asennuksessa kie-roon jääneet hirret suoraksi seinäksi (KUVIO 11). Puristustoleranssi jätetään valmiisiin hirsiiin. Hirsien kuivuessa puu palautuu ja tiivistää salvoksen. Menetelmässä siis hyödynnetään puun normaalia ja luontaista muodonmuutoskykyä sekä kimmoisuutta. Liitokset elävät samalla tavalla kuin muu puuaines jonka seurauksena salvosten saumat pysyvät tiiviinä, ja kestävät sää- sekä olosuhdevaihteluita pidempään. (Huolman, E., Narkilahti, J. 2013)



KUVIO 10. Asennuksen jälkeen kieroutunut seinä. Valmistettu perinteisellä menetelmällä (Puuteam T:mi oma materiaali)



KUVIO 11. Asennuksen jälkeinen tarkastus 5 vuoden kuluttua pystytyksestä. Puristamalla valmistetut salvokset (Puuteam T:mi oma materiaali)

4.1.2 Haitat

Esko Huolmanin mukaan ainoana haittapuolena on valmiin liitoksen jääminen lopullisesti kiinni asennuksen jälkeen. Sama tapahtuma kuitenkin tiivistää liitoksen, joten varsinaista vikaa ei ole. (Huolman, E., Narkilahti, J. 2013)

5 PURISTUSLAITTEISTO

Koska opinnäytetyössä käsiteltävä hirsisalvosmenetelmä vaatii puristamista, työssä vertaillaan markkinoilla olevia puristimia ja mietitään näiden soveltuvuutta liitoksen tekemiseen. Soveltuvuuden tutkimisen lisäksi työssä pohditaan kumpi puristintyyppi soveltuu paremmin integroitavaksi valmiiseen hirrenjyrsintälinjastoon ja kumpi erityisesti opinnäytetyössä käsiteltävää salvostyyppiä varten suunniteltuun uuteen linjastoon. Tässä kappaleessa keskitytään kahteen puristintyyppiin, pneumaattisiin ja hydraulisiin. Kappaleessa tehdään vertailua molempien puristintyyppien ominaisuuksien ja käyttökelpoisuuden osalta.

5.1 Pneumaattiset puristimet

”Paineilmaa on käytetty hyväksi teollisuudessa jo 1800-luvun loppupuolelta. Nykyisin sen käyttö on hyvin laajaa. On laskettu, että Suomessa paineilman tuottamiseen käytetään noin 8 % koko sähköenergian tuotannosta.” (Keinänen & Kärkkäinen 2000, 35.)

Keinäsen kirjassa kerrotaan paineilmasylinterien olevan pneumatiikan yleisimpiä toimilaitteita. Niillä saadaan aikaan nopeaa liikettä, koska ilma väliaineena on herkkäliikkeistä. Paineilmasylinterien liikettä pidetään yleisesti epätarkkana ilman kokoonpuristuvuuden takia. Tuotekehityksen myötä markkinoille on kuitenkin saatu ns. älykkäitä sylintereitä, joita voidaan ajaa sadasosamillimetrien paikoituk-
silla. (Keinänen & Kärkkäinen 2000, 57–58.)

5.2 Hydrauliset puristimet

Keinäsen ja Kärkkäisen kirjassa kerrotaan hydraulisista puristimista seuraavaa: Hydrauliset laitteet toimivat muuttamalla mekaanisen energian hydrauliseksi tehoksi. Mekaaninen energia voidaan tuottaa sähkö- tai polttomoottorilla. Työkohteen toimilaitteet, kuten puristimet, muuttavat hydraulisen energian takaisin mekaaniseksi energiaksi. (Keinänen & Kärkkäinen 2000, 97.)

5.3 Vertailu

Paineilma on Keinäsen mukaan ihmiselle vaarattomin energiamuoto. Tämän takia paineilmalaitosten turvallisuusmääräyksetkin on asetettu vastaamaan ainoastaan paineastia-asetuksen mukaisia painesäiliön ja putkiston lujuusvaatimuksia.

Yhtenä paineilman käytön rajoituksena voidaan pitää turvallisuussyistä alhaisena pidettävää käyttöpainetta, yleensä 4-10 baaria. Kokoonpuristumisesta johtuva epätarkkuus ja kokonaisjärjestelmän alhainen hyötysuhde kattavat loput rajoitukset. Keinäsen mukaan voidaan sanoa paineilman soveltuvan koneautomaatioon silloin, kun

- vaaditaan nopeita liikkeitä
- käsitellään keveitä kappaleita
- liikkeet tapahtuvat yleensä rajalta rajalle
- edellytetään pehmeää tartuntaa ja siirtoa
- toimitaan ympäristössä jossa on palo- tai räjähdysvaara.

(Keinänen & Kärkkäinen 2000, 36.)

Keinänen kertoo kirjassaan hydrauliiikan eduista seuraavasti:

- Hydrauliiikkajärjestelmillä saadaan aikaan suuria voimia ja momentteja.
- Voiman, nopeuden ja momentin muuttaminen on helppoa
- Voidaan ylikuormittaa ilman vaurioita pysähdyksiin saakka.
- Komponentit ovat standardoituja
- Voidaan ohjata sähköisesti
- Hydrauliiikkaneste voitelee ja jäähdyttää toimilaitteen

Keinäsen kirjasta hydrauliiikka ja pneumatiikka, löytyi hydrauliikkajärjestelmille myös seuraavia haittoja:

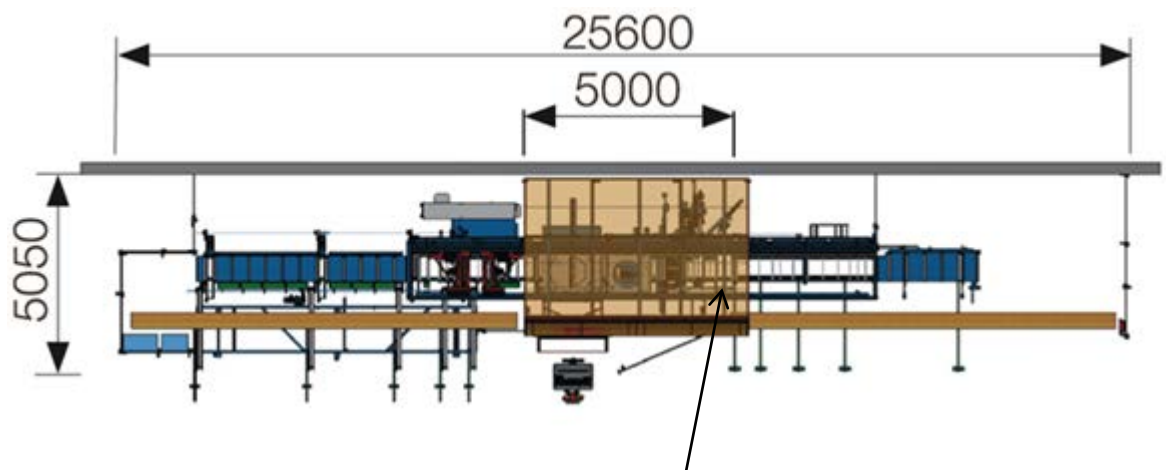
- Kaikki hydrauliikkajärjestelmät vuotavat ainakin hiukan
- Pitkä kestoikä ja varmuus edellyttävät puhdasta järjestelmää
- Hyötysuhde ei ole kovin hyvä
- Hydrauliiikkanesteet ovat palavia ja ympäristöä likaavia nesteitä
- Komponenteissa on tarkat toleranssivaatimukset

(Keinänen & Kärkkäinen 2000, 99–100.)

Järjestelmien paremmuutta ei mielestäni voi kuitenkaan valita vain laskemalla hyvien sekä huonojen puolien erotus ja vertaamalla niitä keskenään. Käyttöön tuleva järjestelmä tulee olla mahdollisimman hyvin yhteensopiva käytettävien tilojen kanssa. Jos laitteistoa ollaan integroimassa olemassa oleviin järjestelmiin, on tapaus taas erilainen. Mielestäni optimaalisin vaihtoehto integroitaessa on hydraulinen järjestelmä. Syynä valintaani on se, että useimmat hirsituotantolinjastot ovat hydrauliikkatoimisia ja parhaassa tapauksessa integroinnissa tarvitaan vain pieni ohjelmistomuutos linjastoon lisättävän puristimen lisäksi. Jos yrityksen tarkoituksena on rakentaa oma tuotantolinjasto käyttäen Puuteam- menetelmää, on parempi puristinvalinta pneumaattinen puristin. Pneumaattinen järjestelmä on taloudellisempi ja huoltovapaampi hydraulisiin vaihtoehtoihin nähden.

6 INTEGROINTI

Integroinnissa referenssiyrityksenä käytetään Haapavetistä Timber-Hirsi Oy:tä, joka käyttää hirsien koneistamiseen Hundeggerin K2 mallista konetta (KUVIO 12). Koneen käyttövoimana toimii sähkö, hydraulikka ja paineilma. Hundeggerin mukaan koneeseen voi helposti integroida lisäosia sillä koneet ovat moduulirakenteisia. Helpoin tapa yhdistää haluttu laitteisto valmiiseen linjastoon on kehittää se yhteistyössä Hundeggerin kanssa. Koneen ohjelmisto ymmärtää CAD-kielen, joten mitään suurempia ongelmia asennuksen kanssa ei pitäisi olla. Laitteisto voidaan asentaa kahdella pääperiaatteella. Se voidaan integroida suoraan kommunikoimaan koneen kanssa tai koneen erilliseksi jatko-osaksi, joka tekee viimeisen työstön (puristuksen). (Hundegger 2013)

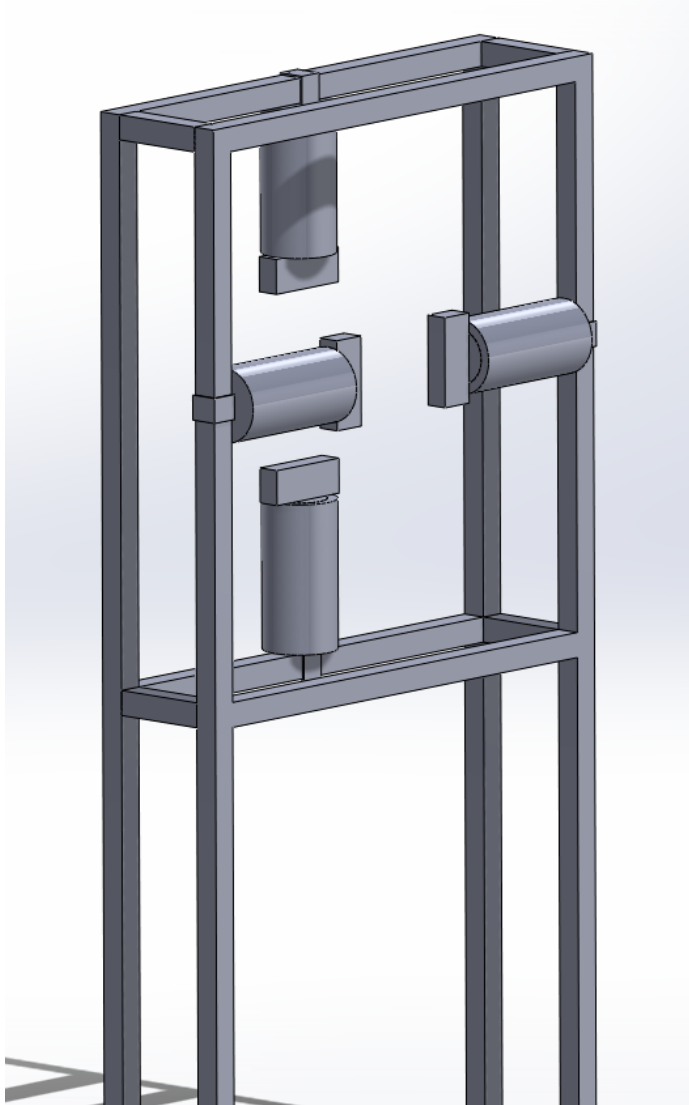


KUVIO 12. Hundegger K2 hirrentyöstölinjasto (Hundegger 2013)

6.1 Laitteisto

Koneen kanssa kommunikoivaan järjestelmään ei tarvita kovin paljon ylimääräisiä osia. Suurin työ tulee kuitenkin olemaan laitteen ohjelmointi oikean puristusajankohdan ja voimakkuuden suhteen. Mielestäni helpoin ratkaisu ohjelmiston sovitamisessa on kääntyä laitevalmistajan puoleen. Puristinjärjestelmästä suunnitel-

laan hydraulinen, koska Hundegger K2 käyttää jo valmiiksi yhtenä käyttövoimanaan hydraulikkaa. Puristimien lisäksi tarvitaan luonnollisesti liittimet ja letkut hydraulikkanesteen kuljettamiseen.



KUVIO 13. Integroitava puristinjärjestelmä

Suunnittelemani puristuslaitteistoon tulee neljä hydraulikkasyylinteriä (KUVIO 13). Jokaisen sylinterin päähän tulee halutun salvoskolon kokoinen puristusterä. Puristuslaitteisto keskitetään linjastoon hirren keskipisteeseen nähden. Puristusjärjestelmän sijoitus tapahtuu kuviossa 13 olevan nuolen osoittamalle paikalle. Tarkemmin sijoitusympäristön näkee kuvioista 14. Jokaisen eri hirsivahvuuden

siirtäessä hirren keskipistettä, on puristuslaitteiston oltava liikuteltavissa ylös ja alas sekä sivuille. Laitteiston paikoitus hoidetaan pneumaattisesti servon avulla. Servo on asemointiin tarkoitettu toimilaitteen ohjauspiiri. Nykyiset servot ovat sähkötoimisia tai digitaalisia. Hundeggerin K2 linjastoon soveltuu sähköinen servo, joita käytetään usein teollisuuden työkoneissa. (Fonselius, J. 1997)



KUVIO 14. Puristuslaitteiston sijoituspaikka

6.2 Kustannukset

Puristusjärjestelmän kustannukset rakentuvat rungosta, servotekniikasta, hydraulikkasyntereistä ja lisäksi tarvitaan tarvikkeita kuten johtoja ja letkuja. Järjestelmän kalleimman kokonaisuuden muodostaa servotekniikka, joka huolehtii pu-

ristusjärjestelmän asemoinnista. Seuraavaksi suurin menoerä tulee hydraulikkasyylintereistä, jotka hoitavat kaikista olennaisimman työn, eli puristuksen. Hydraulikkajärjestelmä voi hyödyntää Hundeggerin omaa hydraulikkamoottoria. Puristuslaitteiston runko on järjestelmän halvin investointi ja sen voi tarvittaessa rakentaa myös itse. Arvio laitteistoinvestoinneista on liitteessä 3.

Mittasin Timber-Hirsi Oy:llä yhden hirren työstönopeuden. Hirsi oli noin 80 cm mittainen ja siinä oli yksi puristamiseen soveltuva salvos (KUVIO 15). Laitteisto työsti hirren aikaan 1 minuutti ja 50 sekuntia. Hirren salvoksen puristaminen päältä ja sivuilta kestää arvioni mukaan noin 10 sekuntia suunnittelemallani puristuslaitteistolla. Tämä tarkoittaa noin 8 prosentin lisäystä työstöaikaan kyseisen hirren tapauksessa. Tämä on maksimaalinen aika käytettäväksi yhden salvoksen puristamiseen. Suurin osa hirsistä tulee kuitenkin puristettua vain sivuilta. Puristettaessa vain sivusuunnassa puristusaika puolittuu, eli prosentuaalinen osuus laskee noin neljään prosenttiin. Pidemmällä hirsillä osuus kuitenkin vielä pienenee, sillä suurin osa linjaston työstöajasta koostuu hirsien asemoinnista.



KUVIO 15. Kokeena työstetty hirsi

6.3 Hyödyt

Laitteiston integroinnista saavutetaan mielestäni useita hyötyjä. Tärkeimpänä hyötynä pidän salvosten tiiveyden huomattavaa parantumista. Salvosten tiiveys vai-

kuttaa olennaisesti rakennusten ilmatiiveyteen ja sitä kautta energian kulutukseen. Puristettu salvos pitää hirret suorana koska hirrellä ei ole tilaa kieroutua tiiviissä salvoksessa. Salvoksesta tulee niin tiivis että se ei tarvitse ylimääräisiä eristeitä. Eristeet ovat kalliita ja niiden kestävydestä kymmenien vuosien päästä ei ole tietoa. Hirren jyrsestä syntyvän lastun määrä vähenee, sillä jyrseässä on huomiotava puristusta varten jätettävä työvara, joka on hirren vahvuudesta riippuen 2-4 millimetriä.

7 UUDEN LINJASTON RAKENTAMINEN

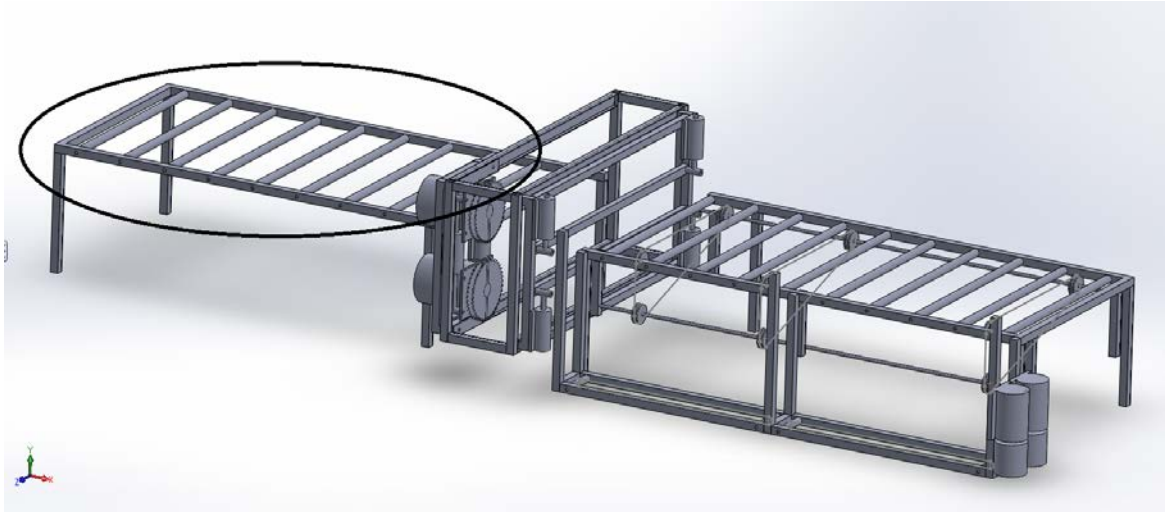
Linjastoa suunniteltaessa tärkeintä on ottaa huomioon yrityksen tuotannolliset tavoitteet. Huomioimalla tavoitteet pystytään rakentamaan yritystä parhaalla tavalla palveleva linjasto. Yrityksen lähtökohtana oli pystyä tuottamaan 100–200 metriä hirttä tunnissa. Salvoksen yksinkertaisuudesta johtuen laitteistoa tulee olemaan vähän, joten linjaston hintakin pysynee suhteellisen alhaisena. Seuraavaksi käsittelen suunnittelemaani uutta linjastosta ja sen rakennuskustannuksia.

7.1 Tarvittavat laitteet

Linjasto koostuu neljästä pääosasta; kuljettimesta, kaksoissahasta, salvospuristimesta ja sivuttaispuristimesta. Linjaston toimintaperiaate käsitellään tarkemmin kappaleessa 7.3. Kyseinen linjasto on suunniteltu erityisesti 45–70 millimetriä paksuille kevythirsille. Pienillä muutoksilla linjasto kuitenkin soveltuu myös paksummille hirsille. Linjaston toiminnalle olennaisin laite on automatiikasta huolehtiva ohjelmoitava logiikka. Logiikan tehtävänä on ajoittaa eri työtapaukset ja ohjailta salvoksen tekoprosessia. Logiikan toimintaan liittyvät olennaisesti erilaiset anturit, kuten paikannusanturit ja voima-anturit. Anturit määrittelevät hirsien aseman ja sylinterien puristussyvyyden. Logiikan ohjelmointi tapahtuu logiikan valmistajan omalla ohjelmalla. Ohjelmat ovat varsin helppokäyttöisiä.

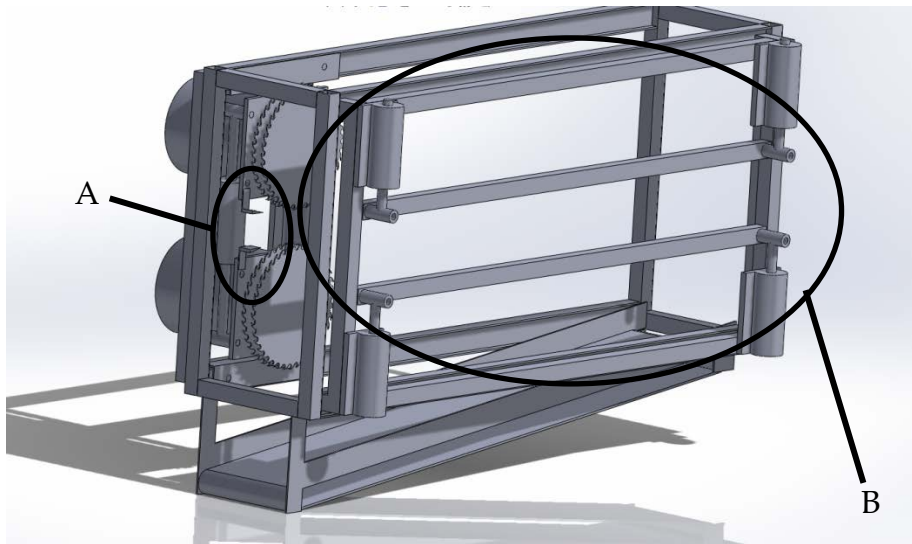
7.2 Linjaston toimintaperiaate

Linjaston toiminta alkaa hirsien syöttämisellä linjastoon (KUVIO 16). Yhdellä täytökerralla linja vetää 25 hirttä rinnan. Tämä ominaisuus auttaa varaston kasvattamisessa.



KUVIO 16. Koko linjasto jonka täyttöpää ympyröity

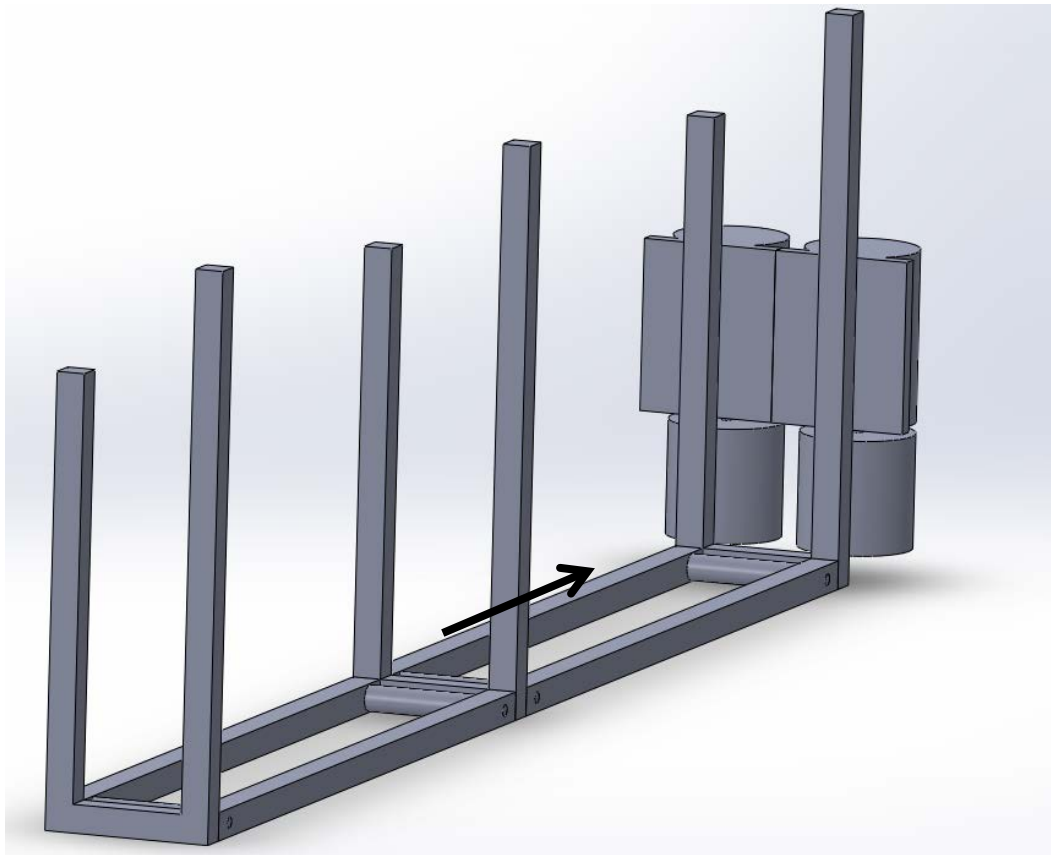
Seuraavassa työvaiheessa rullat kuljettavat hirret kaksoissahalle (KUVIO 17) joka tekee esisahauksen jokaiseen hirteen halutulle kohdalle. Samalla palanpoistoterät (KUVIO 17, kohta A) poistavat hirrestä palat ja pudottavat ne alla olevaan palan-kuljettimeen. Jäljelle jäävät palat voidaan polttaa esimerkiksi hakepolttolaitoksessa. Esisahaus ja palanpoisto jättävät salvoksen noin 2 millimetriä sekä ylhäältä että alhaalta vajaaksi seuraavaa työvaihetta varten. Sahan terien välinen etäisyys on säädettävissä sylintereillä sopivaksi.



KUVIO 17, Kaksoissaha, A palanpoistoterät, B puristuslaitteisto

Sahauksen jälkeen hirret liikkuvat linjastolla eteenpäin puristuspisteelle (KUVIO 17, kohta B). Puristuspisteessä hirsien salvokset puristetaan lopulliseen syvyyteen. Tämä työvaihe on tarpeellinen niissä tapauksissa kun rakenteesta halutaan vesitiivis. Työvaihe voidaan tarvittaessa jättää tekemättä.

Kun hirsiin on työstetty tarvittavat salvokset kulkevat ne kuljettimen toiseen päähän, josta ne siirretään rullapuristimille (KUVIO 18). Hirret tippuvat yksi kerrallaan hihnalle, joka ohjaa hirret kulkemaan kahden rullan lävitse. Rullien tehtävänä on puristaa hirsi sivuttaissuunnassa vastaamaan salvoskolon leveyttä. Tämän työvaiheen jälkeen hirret ovat valmiita asennukseen.



KUVIO 18. Rullapuristin. Hirren kulkusuunta merkitty nuolella.

7.3 Linjaston kustannukset

Linjaston kustannukset voidaan jakaa karkeasti neljään osaan. Ensimmäinen ja suurin yksittäinen kustannus on puristussylinterien käyttövoiman eli paineilman tuottava kompressori. Toisen lähes yhtä suuren kustannuserän tuottaa tietokoneohjelmoitava logiikka, joka vaatii toimiakseen antureita ja johtimia. Kolmas osuus menee linjastossa hirsä liikuttaville, ja lopullisen puristuksen tekeville, sähkömoottoreille joita tarvitaan yhteensä kahdeksan kappaletta. Neljänneksi osuudeksi voidaan laskea linjaston runko. Rungon hinnassa on mahdollista säästää hankkimalla käytetyt kuljettimet. Linjaston hinta-arvioksi tuli 16 300 euroa. Laskelmat ovat liitteessä 1.

7.4 Linjaston tehokkuus

Koska linjastoa ei ole vielä rakennettu, ei todellista tuotantotehokkuutta voi tarkasti sanoa. Pysin arvioimaan linjaston tuotantomäärät olettaen, että kaksi työntekijää käyttää konetta. Suunnittelemani linjaston lastaus ja purku täytyy suorittaa aina kun se on tarpeen. Lastausvaihe on linjaston pitkäkestoisin vaihe. Lastauksen jälkeen automatiikka hoitaa hirret aina purkupisteelle asti. Olettaen että lastaus kestää kolme minuuttia ja että huoltotoimiin kuluu puoli tuntia joka päivä, saadaan linjasto tuottamaan noin 2100 metriä hirttä yhdessä kahdeksan tunnin työpäivässä. Tuntia kohden tämä teho tarkoittaa noin 260 metriä valmista hirttä. Tarkemmat laskelmat liitteessä 2 sisältävät oletuksen siitä että päivän aikana valmistetaan kolmen metrin hirsii kahdella salvoksella hirttä kohden.

8 ARVIOINTIA

Opinnäytetyö aloitettiin vuoden 2013 tammikuussa ja työhön liittyviä palavereita on pidetty noin kolmen viikon välein. Opinnäytetyön aihe kuitenkin täsmennettiin lopulliseen muotoonsa vasta maaliskuun palaverissa ja tämä aiheutti kiirettä aikatauluun. Työhön liittyvä teoriapohja oli helposti saatavilla, lukuun ottamatta puun puristuksen teoriaa. Ilmeisesti Suomessa ei ole tutkittu puun puristamista ja sen fysikaalisia ominaisuuksia puristamisen jälkeen, ilman että tutkimukseen liittyy puun lämpökäsittely. Opinnäytetyön kannalta olennaisinta olikin löytää tietoa puun puristamisesta ilman lämpökäsittelyä, sillä juuri lämpökäsittelyllä pyritään muuttamaan puun fysiologisia ominaisuuksia pysyvästi.

Aloituksen viivästymisen takia väliarviointeja ei ehditty tehdä kovin monta. Menetelmän integroinnin kannalta olennainen tehdasvierailu venyi viimeiselle viikolle ja tämä osaltaan tiukensi aikataulua entisestään. Uuden laitteiston suunnittelu kuitenkin onnistui varsin mutkattomasti, vaikka jälkepäin mietittynä opinnäytetyön tilaajaa olisi kannattanut konsultoida enemmän mahdollisten toivomusten suhteen. Tiukan aikataulun takia neuvottelut jouduttiin kuitenkin jättämään vähemmälle. Puuteamin positiivinen palaute tehdystä työstä motivoi minua tiiviiseen työntekoon, ja lopputulokseen olen lopulta tyytyväinen.

Vierailu Timber-Hirsi Oy:llä oli erittäin tärkeä integroinnin kannalta. Suunnittelu ei olisi onnistunut ilman tietoja hirrentyöstölinjaston teknisistä ominaisuuksista ja suorituskyvystä. Suunnittelua auttoi myös tieto siitä kuinka vahvoja hirsiiä työstetään yleisimmin Haapaveden tehtaalla.

Työskentely opinnäytetyön parissa on antanut minulle esiintymisvarmuutta palaverissa, ja opettanut lähteiden hankinnassa sekä lähdekritiikissä. Työn aihe oli erittäin mielenkiintoinen ja odotan innolla millainen vaikutus uudella salvoksen

valmistusmenetelmällä on tulevaisuuden hirsirakentamiseen. Opinnäytetyön rooli opettavana tehtävänä on erittäin tärkeä ja koen oppineeni työtä tehdessäni asioita jotka varmasti hyödyttävät minua tulevaisuuden työtehtävissä. Ongelmanratkaisukykyäni on parantunut ja olen oppinut hankkimaan tietoa paremmin. Tiukan aikataulutuksen johdosta oma ajankäytön organisointini on parantunut.

LÄHTEET

Fonselius, J., Rinkinen, J., Vilenius, M., 1997 Koneautomaatio. Servotekniikka. Helsinki: Oy Edita Ab.

Hirsitaloteollisuus ry, 31.10.2011. Lehdistötiedote. Www- dokumentti. Saatavissa: http://www.hirsikoti.fi/content_images/lehdistotiedotteet/lt_vuoden_2012_energia_maarayksista_31102011.pdf. Luettu 25.4.2013

Hans Hundegger Maschinenbau GmbH 13.5.2013 Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.hundegger.de/en/machine-building/company.html>. Luettu 13.5.2013

Huolman, E., Narkilahti, J. 2013 Opinnäytetyöpalaverit 1.2.2013, 13.2.2013, 21.2.2013, 27.3.2013 ja 16.5.2013

Jussila, A., Kuikka, K., Mononen, M., Voutilainen, M., Vuorenmaa, M., 1993. Puutekniikka. Tuotantotekniikka. 1.-2.painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Otava.

Kangas M. Eduskunnan välikysymys eduskunnan puhemiehelle. 22.1.2010. Hirsirakentamisen ja – rakennusten kehitysyhteistyövienti maanjärjestysalueille.

Keinänen, T., Kärkkäinen, P. 2000 Hydrauliiikka ja Pneumatiikka. Koneautomaatio 1. 2.painos. Porvoo: WSOY

Lauharo, K. 2002. Hirsi rakennusaineena ja teollinen hirsitalo. Kuopio: UNIpress Ab

Nieminen L. 2011. Hirsirakentaminen. Opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Talonrakennustekniikka.

Ollila, J-P. Palaveri Timber-Hirsi Oy:n tehtaalla 16.5.2013

Vuolle-Apiala R. 2010. Hirsityöt. 6.painos. Vantaa: Kustannusosakeyhtiö Moreeni

Uuden linjaston hintalaskelma

| | |
|---|--------------|
| Paineilmakompressori | 7500€ |
| Paineilmaletkut | 1000€ |
| Logiikka | 1000€ |
| Logiikan tarvitsemat lisävarusteet: | |
| • Virtalähde | 100€ |
| • Anturit | 1000€ |
| • Johtimet | 100€ |
| Sähkömoottorit 8kpl á 400 € | 3600€ |
| Runkomateriaalit: | |
| runko, laakerit, hihnät, ketjut, pultit, mutterit | noin. 2000€ |
| Yhteensä | 16 300 € |

Linjaston tehokkuuslaskelma

Oletetut hirret 3 metriä pitkiä 45x145mm kevythirsiä

Hirsiä linjastossa täyttökertaa kohden 20*3 metriä 60 metriä

Linjaston läpimenoaika:

Lastaus 5 minuuttia

Ensimmäisen salvoksen sahaus 10 sekuntia

Siirtymäaika 5 sekuntia

Ensimmäisen salvoksen puristus päältä 15 sekuntia

Toisen salvoksen sahaus 10 sekuntia

Toisen salvoksen puristus päältä 15 sekuntia

Sivuttaispuristus kaikille hirsille yksi kerrallaan 20*10s 200 sekuntia

Yhteensä 9 minuuttia 15 sekuntia

Oletetaan päivittäiselle huollolle 30 minuuttia ja työajaksi 8 tuntia.

Laskennallisesti työajasta 75 prosenttia on tehokasta työaika. Tämä laskee todellisen työajan kuuteen tuntiin. Huolto pois luettuna linjasto toimii siis 5 tuntia 30 minuuttia. Tässä ajassa linjasto ehtii tehdä 35 kiertoa. Maksimitäytöllä (60 metriä) saadaan yhden työpäivän aikana saadaan siis noin 2100 metriä valmista hirttä. Laskutettavaa työtuntia kohden linjasto tuottaa noin 260 metriä valmista hirttä.

Integroidun puristusjärjestelmän hinta-arvio

| | |
|---------------------------------------|--------|
| Servolaitteisto | 3000 € |
| Hydrauliikkasyylinterit á 400€ | 1200 € |
| Runko | 200 € |
| Tarvikkeet (johdot, letkut, kaapelit) | 1000 € |
| Yhteensä | 4400 € |