

**Jaakko Vähäkangas**

**Vannesahan suunnittelu ja rakentaminen omaan käyttöön**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Tuotantotalouden koulutusohjelma**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Yksikkö</b> Ylivieska	<b>Aika</b> Tammikuu 2017	<b>Tekijä/tekijät</b> Jaakko Vähäkangas
<b>Koulutusohjelma</b> Tuotantotalous		
<b>Työn nimi</b> Vannesahan suunnittelu ja rakentaminen omaan käyttöön		
<b>Työn ohjaaja</b> DI Heikki Salmela		<b>Sivumäärä</b> 22
<p>Opinnäytteen tavoitteena oli suunnitella ja rakentaa vannesaha omaan käyttöön. Vannesaha helpottaa omien metsäpuiden jatkojalostamista. Vannesahan avulla puusta voidaan sahata lautoja, lankkuja ja pelkkahirsiä. Vannesahaa valmistettaessa on hyödynnetty olemassa olevia kierrätysosia. Teoriaosuudessa käsitellään vannesahan rakennusvaiheita ja kuvat tuovat lisätietoa rakennusprojektin eri vaiheista.</p>		

<b>Asiasanat</b> Koneen suunnittelu, vannesaha
---

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b> Ylivieska	<b>Date</b> January 2017	<b>Author</b> Jaakko Vähäkangas
<b>Degree programme</b> Industrial Management		
<b>Name of thesis</b> Engineering and constructing of a bandsaw		
<b>Instructor</b> DI Heikki Salmela	<b>Pages</b> 22	
<p>The purpose of the thesis was to engineer and construct a bandsaw for personal use. A bandsaw eases the refinement of forest owner`s. With the bandsaw one can be planks and logs from the trees. A lot of recycled material was used extensively in constructing the bandsaw. On theory part elaborates the phases of the construction processes and pictures provides more information on the different steps of the project.</p>		

**ABSTRACT**

**Key words**

Mechanical engineering, bandsaw.

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

Pelkkahirsi: Tasasivuiseksi muotoiltu hirsi

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 TYÖN TAVOITTEET.....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Rajaukset .....</b>	<b>2</b>
<b>3 PIENSAHAUSMENETELMIÄ.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Hirsirakentamisperinne.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2 Pelkkahirsi .....</b>	<b>3</b>
<b>3.3 Erilaisia piensahaustenmenetelmiä.....</b>	<b>4</b>
<b>4 RUNGON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1 Rungon teknilliset ratkaisut .....</b>	<b>7</b>
<b>4.2 Rungon säätöjalat.....</b>	<b>8</b>
<b>5 VANNESAHAAN KELKKA .....</b>	<b>10</b>
<b>5.1 Runko ja laakerointi .....</b>	<b>10</b>
<b>5.2 Korkeuden säätö.....</b>	<b>11</b>
<b>5.3 Vannesahan terän kiristys.....</b>	<b>13</b>
<b>5.4 Terä ja teräohjain .....</b>	<b>15</b>
<b>5.5 Moottori .....</b>	<b>17</b>
<b>5.6 Kiilahihnapyörät ja kiristinmekanismi.....</b>	<b>18</b>
<b>5.7 Suojapellit .....</b>	<b>20</b>
<b>6 YHTEENVETO .....</b>	<b>22</b>

**LÄHTEET**

**KUVIOT**

KUVA 1 PELKKAHIRSI

KUVA 2. MOOTTORISAHALLA TOIMIVA PIENSAHA

KUVA 3. SÄHKÖMOOTTORILLA TOIMIVA PIENSAHA

KUVA 4. RUNKO PALKKIEN SUORAAN LAITTAMINEN LASERIN AVULLA.

KUVA 5. RUNGON SÄÄTÖJALAT

KUVA 6. VANNESAHAAN KELKAN LAAKEROINTI

KUVA 7 PYSTYTOLPPIEN LAAKEROINTI.

KUVA 8 KORKEUDEN SÄÄTÖ

KUVA 9 VANNESAHTERÄNKIRISTYS.

KUVA 10. TERÄPYÖRÄT

KUVA 11. TERÄOHJAIN JA TERÄ

KUVA 12. VANNESAHAN MOOTTORI

KUVA 13 KIILA HIHNAPYÖRÄT JA KIRISTIN

KUVA 14 TERÄNSUOJAPELLIT

KUVA 15 VALMIS VANNESAHA

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli rakentaa ja suunnitella omaan käyttöön vannesaha, jolla voidaan sahata tukkipuista pelkkahirsiä, lautta ja lankkua. Voimanlähteenä vannesahassa toimii polttomoottori, koska vannesahaa käytetään myös sellaisissa paikoissa joihin ei tule sähköä. Opinnäytetyön aiheen valintaan vaikutti halu päästä tekemään asioita myös käytännössä.

Ajatus vannesahan rakentamisesta tuli, kun tein isommista tukkipuista polttopuita ja huomasin, että vannesahalla voisi tehdä omaan käyttöön lautta, lankkua ja pelkkahirttä. Monesti puut ovat myös niin suuria ja pitkiä, että ne eivät mahdu kenttäsiirkeliin tai tarvelaudan määrä on monesti sen verran pieni, että ei kannata yksittäisiä puita lähteä sahauttamaan kauemmaksi. Vannesahan runkoa voidaan tarvittaessa hyödyntää myöhemmässä vaiheessa myös hirsijyrsimen käyttöön. Tarkoituksena vannesahan rakentamisen vaiheissa oli hyödyntää myös kierrätysosia. Laakerit, vannesahanterä ja polttomoottori ovat vannesahassa uusia, sillä tarkoitus oli tehdä saha, jonka käyttöikä olisi pitkä.

Vannesahaa rakentaessa päädyin runkovalinnassa 100mm x 50:n RHS-palkkiin neljän millimetrin seinämällä, koska halusin rungosta jämään. Suurimmat puut ovat halkaisijaltaan isoja ja painoa kertyy paljon ja jos runko antaa periksi, ei saada suorita lankkuja, lautoja ja pelkkahirsiä.



## 2 TYÖN TAVOITTEET

Työn tavoitteena oli saada toimiva vannesaha, jolla voidaan sahata tukkipuista lauttaa, lankkua ja pelkkahirsiä omaan käyttöön. Vannesahan rakentamisessa otettiin huomioon materiaalivalinnat esimerkiksi kierrätysmateriaaleja. Vannesaha on ulkokäytössä ja sääolosuhteet vaihtelevat, joten laakereiden, moottorin, terän ja hihnan suojaukset on tehtävä huolella käyttöikää ajatellen. Vannesahan rakentamisessa on otettu huomioon myös suojamaalauksen tärkeys.

Vannesahan käyttömahdollisuudet ovat monipuoliset puun jatkojalostusta ajatellen. Vannesahalla voidaan sahata tukkipuusta erilaisia lautoja, lankkuja ja hirsiaihiöitä. Vannesahalla voidaan sahata jopa 900 mm halkaisijaltaan olevia puita, joita muuten on erittäin hankala sahata. Vannesahan runko on 6000 mm pitkä ja runkoa voidaan tarvittaessa pidentää jatkopalkeilla, jos tarvetta on. Vannesahan runkoa voidaan hyödyntää myöhemmässä vaiheessa hirsijyrsimeen. Vannesaha liikkuu käsin työntämällä ja myöhemmässä vaiheessa vannesahan liikkeet voidaan automatisoida joko hydraulisesti tai sähköisesti, mutta pieniä eriä sahatessa riittävät hyvin mekaaniset säädöt.

### 2.1 Rajaukset

Vannesahaa ei ole suunniteltu ja valmistettu kaupallista käyttöä varten. Vannesaha on tehty omaan käyttöön ja se on prototyyppi. Työn dokumentoinnissa ei käydä yksityiskohtaisesti kaikkea työvaiheita läpi, eikä vannesahasta ole koneellisia piirustuksia olemassa.

## 3 PIENSAHAUSMENETELMIÄ

### 3.1 Hirsirakentamisperinne

Hirsirakentaminen on kehittynyt eniten siellä, missä on ollut luontaiset edellytykset eli metsää ja erityisesti havupuuta. Varhaisin löydös puurakentamisesta on toistaiseksi noin 4000 vuoden takaa. Tästä lähtien hirsirakenne kehittyi vähitellen täysiksi seiniksi. Suomessa varhaisin löydetty hirsikehikko on löytynyt Laatokan tuntumasta 800 jkr. Hirsi on ollut pitkään tälle vuosisadalle saakka talojen runkorakentamisen päämateriaali. Kaupunkien tiivis rakentaminen hirsirakentamisesta sai käänteen, kun tuhoisia tulipaloja sattui ja viranomaiset rupesivat suuntaamaan rakentamisen kiven käyttöön. Maaseudulla yhä yleisin rakennusmateriaali on puu, joka on pitänyt pintansa tähän päivään saakka. (Rakentajan tietokirjat 2006, 9;132.)

Suomessa ensimmäisiä teollisia tuotteita olivat höylähirret. Tukit sahattiin aluksi tasasivuiseksi ja tämän jälkeen höylättiin. Teollisessa hirrenkehityksessä muutokset ovat olleet tämän jälkeen hyvin vähäisiä. Suurin muutos on ollut prosessien ja koneiden kehityksessä. Hirsitalojen suurin kehitys ajoittuu 1970-1980 luvulle, jolloin haettiin ratkaisuja hirren tiiveyteen, lämmöneristykseen ja kutistumiseen liittyviin ongelmiin. Nykypäivänä suomalaiset ovat teollisen hirsivalmistuksen kärkipäässä maailmalla. Suurin yksittäinen hirsitaloja valmistava yritys on suomalainen. Suomalainen hirsituoteteollisuus toimii tietokonesuunnittelun pohjalta, mikä ohjaa myös valmistusta hyvin pitkälle. (Rakentajan tietokirjat 2006, 9;132.)

### 3.2 Pelkkahirsi

Pelkkahirsi on kahdelta tai kolmelta sivulta sahattu puu, josta sahauksen jälkeen poistetaan kuori. Pelkkahirsiä voidaan sahata kenttäsirkeillä, raamisahalla tai vannesahalla. Pelkkahirsiä sahatessa saadaan sivutuotteena lautaa ja isommista puista lankkua. Pelkkahirsiä sahatessa täytyy ottaa huomioon puunsuoraan asettaminen, koska puut ovat monesti pitkiä. Tämän jälkeen, kun pelkkahirsi on sahattu ahioksi, hirrestä poistetaan kuori ja hirret taapeloidaan. Mahdollista on tehdä myös suoraan sahauksen jälkeen veistäminen ja samalla myös kuoriminen. ([http://wikikko.info/wiki/Hirren\\_pelkkaaminen](http://wikikko.info/wiki/Hirren_pelkkaaminen))



KUVA 1. Pelkkahirsi. (Kuva <https://www.google.fi/search?q=pelkkahirsi&client>)

### 3.3 Erilaisia piensahausmenetelmiä



KUVA 2. Moottorisahalla toimiva piensaha (Kuva: Uittokalusto 2017)

Kuvassa 2 esitetty näkyvässä Big Mill Basic piensahalaitoksessa on erillinen moottorisaha, jolla voidaan ensin kaataa puut ja sen jälkeen käyttää sahaa piensahaukseen. Big mill Basic sahalaitoksella voidaan sahata puut suoraan metsässä sopivaksi lankuiksi tai laudoiksi ilman, että puita lähdetään kuljettamaan sahalle. Moottorisahalla toimivat piensahat ovat hyvä vaihtoehto piensahaukseen, jos sahauksen määrä ei ole kovin iso. (<http://www.logosol.fi/sahat/big-mill-systeemi/>)

Omassa vannesahaprojektissani halusin 4-tahtimoottorin, koska mahdollisesti myöhemmässä vaiheessa on tarkoitus automatisoida konetta. Moottorisahalla toimiva piensaha on hyvin hankala saada automatisoitua sähköisesti tai hydraulisesti ja samalla moottorisaha joutuisi kovalle rasitukselle sahatessa puita, koska kierrokset ovat täysillä koko ajan.



KUVA 3. Sähkömoottorilla toimiva piensaha. (Logosol 2017)

Logosolin valikoimasta löytyy erilaisia piensahoja. Kuvassa 3 on esitelty piensaha sähkömoottorilla, joka soveltuu hyvin pitkäaikaiseen sahaukseen. Sähkösahan etuna on polttomoottorikäyttöiseen piensahaan verrattuna terän vähäisempi kuluminen tasaisen kierrosten ansiosta.

Sähkösaha ei tullut kysymykseen omassa projektissani, koska sahan on tarkoitus palvella metsässä jossa ei ole sähköä saatavilla. Agregaatin avulla saisi sähköä helposti myös semmoisissa paikoissa, johon sähköä ei tule. Agregaatin hankinta ei kuitenkaan ole taloudellisesti kannattavaa pienen sahausmäärän takia.

## 4 RUNGON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

### 4.1 Rungon teknilliset ratkaisut

Rungon suunnittelussa kiinnitin huomiota olemassa olevien materiaalien hyödyntämiseen. Vannesahaa rakentaessa suunnitelmat tulivat käytäntöön ja tekniset ratkaisut muodostuivat hiljalleen käytäntöön. Vannesahan runkoa suunniteltaessa päädyin kuuden metrin pituuteen, koska runkopalkit toimitettiin kuuden metrin pituisina. Rungon leveydeksi tuli 830 mm, koska halusin ottaa huomioon mahdollisesti myöhemmässä vaiheessa hankittavan hirsijyrsimen raideleveyden. Vannesahan kuljettamista varten otin myös huomioon myöhemmässä vaiheessa asennettavan peräkärryn akselin.

Rungon materiaalivalinnassa päädyin 100 x 50 RHS-pohjamaalattuun putkipalkkiin 4 mm:n seinämällä, koska halusin rungosta jämään. Päädyin runkovalinnassa pohjamaalattuun palkkiin, sillä hintaero on pieni verrattuna normaaliin rautaan ilman suojaamaalautusta. Suojamaalattu palkki on siisti ja vain hitsattavat kohdat täytyy puhdistaa maalista. Rautapalkkeja on mahdollista ostaa ilman pohjamaalautusta, mutta monesti raudat ovat pihalla ja ilmankosteus tuottaa korroosion rautaan, joka on vaikea puhdistaa pois. Pohjamaalattua palkista täytyi puhdistaa hitsattavat kohdat huolellisesti kulmahiomakoneeseen tulevalla lamellilaikalla. Palkit hitsasin toisiinsa kiinni ja tämän jälkeen teräsharjalla puhdistin hitsatut kohdat sekä pohjamaalasin ne. Päätin pitää rungon aluksi pohjamaalattuna, koska jos joutuu runkoon tekemään muutoksia, niin on helppo puhdistaa pohjamaali pois ja muuttaa rungon rakenteita tarvittaessa. Tavoitteenani on pintamaalata vannesaha, kun se on ollut hetken käytössä ja tarvittavat muutokset tehty.

Rungon kasaamiseen oli monenlaisia vaihtoehtoja. Esimerkiksi välipalkit olisi voinut kiinnittää levyillä runkopalkkeihin ja läpipultit liitoksilla runkoon, mutta päädyin hitsaamaan välipalkit runkoon kiinni. Aluksi asettelin pitkittäiset runkopalkit suoraan lattialle 100 x 100 puuparrujen päälle vatupassia ja lasermittalaitetta apuna käyttäen Pitkittäisten runkopalkkien ollessa suorassa laitoin laserin ja suorakulman avulla poikittaiset runkopalkit paikalleen. Hitsasin joka kulmasta aluksi pisteillä palkit kiinni ja tämän jälkeen tein lopuille palkeille saman työn. Kun palkit olivat kiinni, hitsasin palkit kiinni ympäriinsä. Rungon tarkistin lopuksi laserilla ja vatupassilla, jotta rungosta tulisi suora. Rungon täytyy olla täysin suora, koska tämä vaikuttaa puun suoruteen. Mittaukset on tehtävä alusta alkaen huolellisesti. Rungon ulkoreunoille tuli 60 x 7 mm:n lattarauta, johon hitsasin 400 mm:n välein 10mm:n raudasta

palasia. Aluksi vaihtoehtona oli laittaa kulmarauta palkin päälle ruuviliitoksilla, mutta päädyin lattarautaan, koska olin aiemmin hankkinut raudat valmiiksi.



KUVA 4. Runkopalkkien suoraan laittaminen laserin ja vatupassin avulla.

#### 4.2 Rungon säätöjalat

Koska rungon pituudeksi tuli kuusi metriä, runko oli antaa periksi, sillä jänneväli oli hyvin pitkä. Tämän ja myöhemässä vaiheessa tehtävän rungon jatkamisen kannalta oli ehdottoman tärkeää myös saada säädettävät tukijalat runkoon. Tässä vaiheessa mietin erilaisia vaihtoehtoja säätöjalkojen toteuttamiseksi. Katselin erilaisia kuvastoja säädettävistä tukijaloista, mutta runko-osan korkeus olisi kasvanut huomattavasti, joten luovuin tästä ajatuksesta.

Päädyin lopulta siihen, että katkaisin 16 mm:n kierretangosta kulmahiomakoneella 100 mm:n pituisia kierretangonpätkiä. Hitsasin runkoon 50 x 50 levyrikan ja siihen hitsasin 16 mm:n mutterin kiinni. Alapuolelle leikkasin olemassa olevasta 100 x 50 mm:n palkista 90 x 90 mm:n levyjä. Lopuksi hitsasin 16 mm:n mutterin kierretangonpäähän, josta voidaan säätää avaimella rungon suoruutta maaston mukaan. Kuvassa 5 näkyy rungon säätöjalka pohjamaalattuna. Runkoon tuli yhteensä 8 kappaletta kuvan 5. mukaisia säätöjalkoja.



KUVA 5. Rungon säätöjalka.



## 5 VANNESAHAN KELKKA

### 5.1 Runko ja laakerointi

Vannesahan kelkan toteutuksesta oli monenlaista vaihtoehtoja. Aluksi tarkoituksena oli hyödyntää olemassa olevia ovipyörästäjiä, joissa urat olivat valmiina ja jotka olisivat sopineet lattaraudan päälle hyvin. Päädyn normaalien laakereiden valintaan, koska laakerit rullaavat hyvin kapean lattaraudan päällä ja laakerit olivat edullinen valinta toteuttaa kelkan rullamekanismi.

Päätin laittaa kaikki laakerit uusina, koska sääolosuhteet ovat hyvin vaihtelevat Suomessa ja uudet laakerit ovat edullisia. Päätin suojata kaikki laakerit pitemmän käyttöiän takia. Kaikki laakerit ovat 8 mm pulteilla kiinni vaihdettavuuden takia. Kuvassa 6 näkyy vannesahan kelkan runko ja laakereiden suojuukset, jotka on tehty olemassa olevasta 50 x 50mm:n putkesta halkaisemalla putki keskeltä kulmahiomakoneella. Laakereiden suojat ovat kiinni 8 mm pulteilla, jotka kulkevat laakerin läpi.



KUVA 6. Vannesahan kelkan rungon laakerointi.

Vannesahan kelkan pystytolpat ovat 50 x 50 RHS-palkkia. Pystytolppien ulkopuolelle tuli 60 x 60 Rhs-palkki 4 mm:n seinämällä, johon jäi pieni välys molemmille puolin palkkia. 60 x 60 ulkopuoliseen palkkiin päätin laittaa laakeroinnin, koska palkki liikkuu hyvin kevyesti laakeroinnin avulla ja pienen välyksen saa hyvin pois laakereiden avulla. Kuvassa 7 näkyy pystytolppien laakerointi.



KUVA 7. Pystytolppien laakerointi.

## 5.2 Korkeuden säätö

Korkeuden säätöä miettiessäni päädyin trapetsikierteeseen, koska kierre on harva ja kestää painoa paremmin, kuin normaali kierretanko. Korkeuden säätö on toteutettu rungon molemmille puolin tulevalla 24 mm:n kokoisilla trapetsikierretangoilla. Trapetsikierretankoa yhdistää kettinki yläpäässä, jolla saadaan kelkka nousemaan tasaisesti ylös. Yläpäässä on laakerointi ja hammaspyörät molemmin puolin,

jonka myös yhdistää kettinki. Tällöin, kun kammella pyöritetään toiselta puolen, kumpikin puoli nousee tasaisesti hammasvälityksen ansiosta.

Päädyin tähän ratkaisuun, sillä samalla pystyin hyödyntämään vanhojen polkupyörien hammasrattaita ja kettinkä. Trapetsikierretanko tulee 100 x 50:ä mm paksun palkin läpi, johon sorvautin 16 mm:n kierteet. Tämän avulla sain lukittua laakeroinnin ja polkupyörän hammasrattaan muttereilla kiinni. Laakeroinnin lukitukselle tein 100 x 50 palkkiin 8 mm:n reiän. Trapetsikierteen läpi viennille tein reiän kulmahiomakoneella, koska reiän ei tarvinnut olla tarkka.

Vannesahan kelkan nosto ja lasku tapahtuvat hammasrattaan yläpuolella olevaa kampea kääntämällä. Kuvassa 8 näkyy toteutettu mekanismi. Tähän ratkaisuun päädyin, koska halusin nostosta hyvin yksikertaisen ja toimivan. Myöhemmässä vaiheessa on myös helppo automatisoida nosto ja lasku sähkömoottorin avulla. Yläpalkin kiinnitys on toteutettu 8 mm pulteilla pystytolppiin, koska myöhemmässä vaiheessa, on helpompi tehdä muutoksia, jos kelkan voi purkaa helposti ruuviliitosten avulla.

Yksi toteutustapa vannesahan nostamiseen ja laskemiseen olisi ollut myös vaijerin avulla nostaminen ja laskeminen. Tällöin vaijerin kiertäminen erilaisten pyörien ympäri saisi kelkan nousemaan ja laskemaan. Toteutustavan valintaan vaikutti jo olemassa olevat tarvikkeet noston ja laskun toteuttamiseksi. Valintaan vaikutti myös se, että vaijeri on epätarkempi kuin kierre, koska vaijeri antaa hieman periksi.

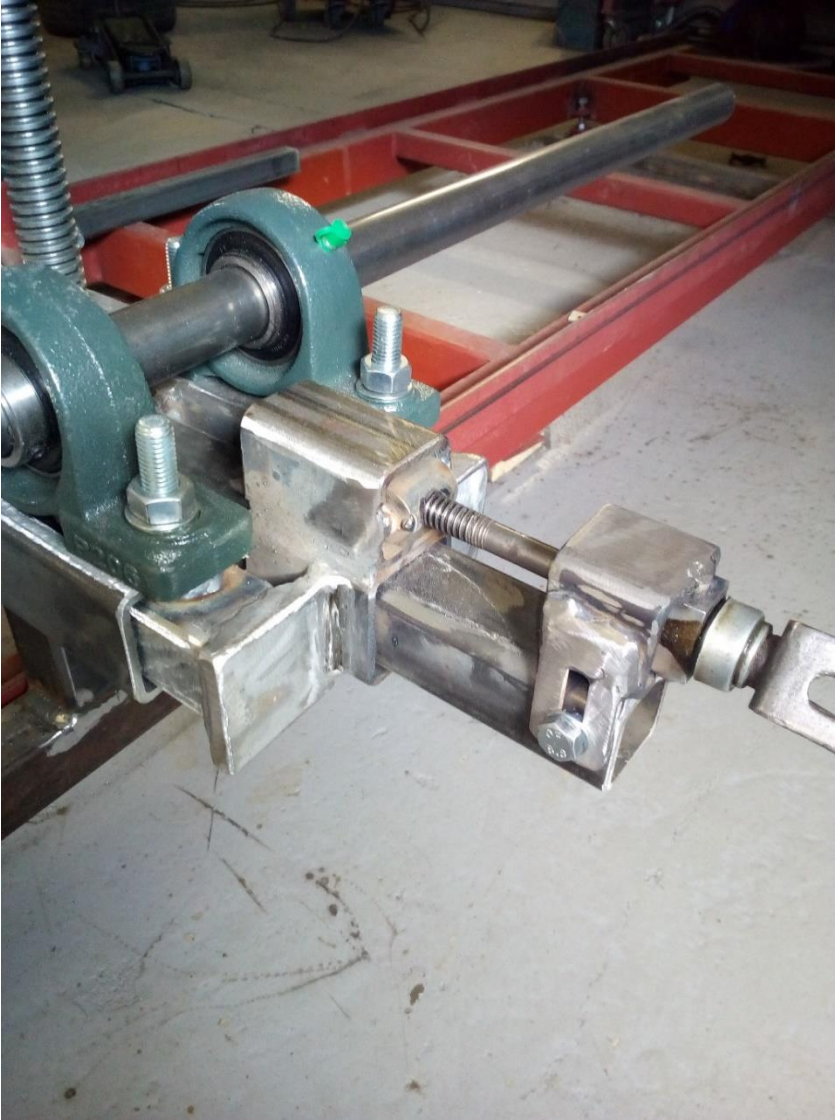


KUVA 8. Korkeuden säätö.

### 5.3 Vannesahan terän kiristys

Vannesahan teränkiristys on tehty vain toiselle puolen vannesahaa, koska teränkiristystä ei voi tehdä sille puolelle, jossa on moottori ja hihnaveto. Teränkiristykseen oli monenlaisia vaihtoehtoisia toteutustapoja. Aluksi oli tarkoitus laittaa pullotunkki kiristykseen, mutta päädyin mekaaniseen ratkaisuun, koska vannesaha tulee olemaan ulkona. Mekaaniset ratkaisut kestävät paremmin suomen kovat pakkaset ja kesän helteet.

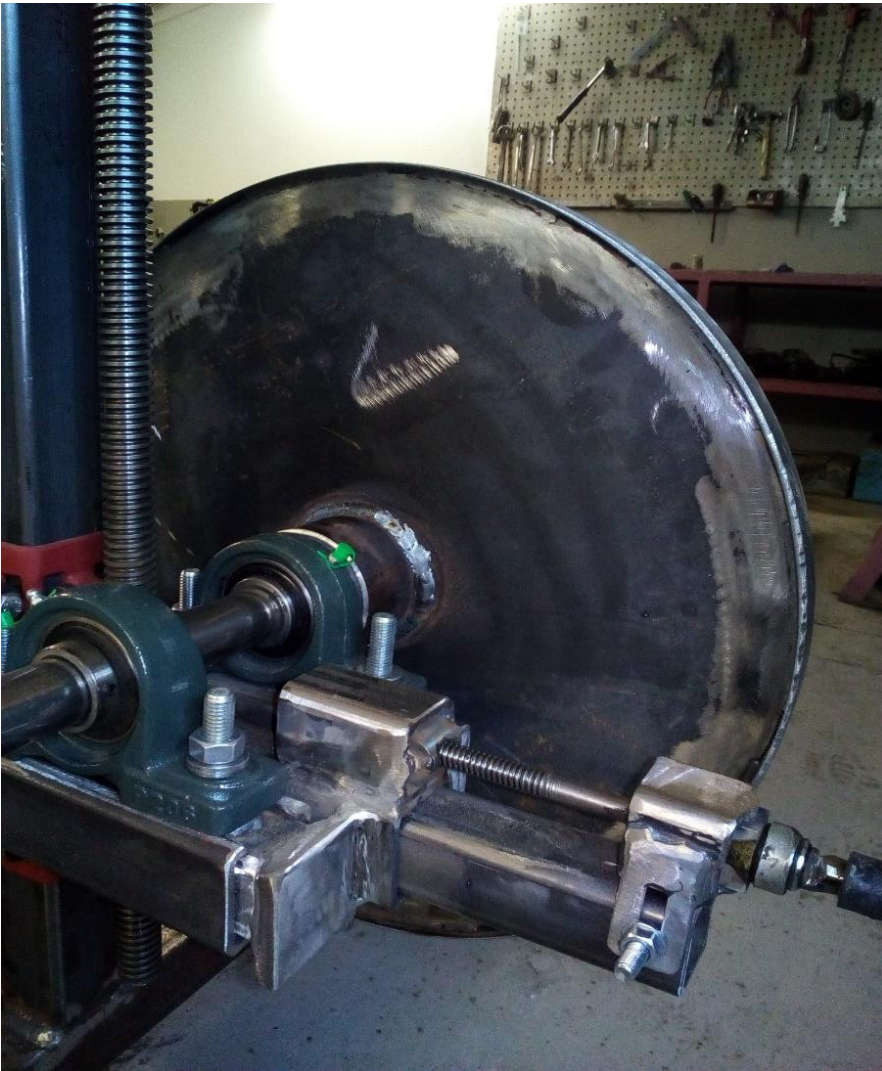
Teränkiristysmekanismi on tehty 50 x 50 mm RHS-palkkiin kulmahiomakoneella pitkittäinen lovi, jonka sisään tuli 40 x 40 mm RHS-palkki. Pienempään palkkiin hitsasin kiinni 16 mm pultit, johon myös laakeripukit kiinnittyivät. Auton tunkista otin kierreosan, jonka hyödynsin kiristykseen. Kun tunkin kierreosan päästä pyörittää, vannesahan teräpyörä liikkuu eteen ja taaksepäin. Teräpyörän täytyy liikkua terää vaihdettaessa ja samalla saadaan uusi terä oikealle kireydelle.



KUVA 9. Vannesahan terän kiristys.

Teräpyörät oli aluksi tarkoitus tehdä auton rattaista, mutta päädyin lopulta 8 mm:n paksuiseen teräslevyyn, koska sahanterä syö kumia koko ajan eikä ollut tietoa kumien kestävydestä. Vannesahan akselit ovat 30 mm:n paksuista pyörötankoa, jotka menevät laakeripukkien läpi. Terälevyn ympärille on taivutettu 4 mm:n paksuinen lattarauta, joka on hitsattu kiinni teräpyörään. Tämän jälkeen teräpyörät on sorvattu suoriksi, jotta pystysuunnan heitto saatiin pois. Teräpyöriin on sorvattu holkit 30 mm akselille, johon on tehty 8 mm:n kierteellä olevalle pultille reikä, näin saadaan lukittua teräpyörä kiinni akseliin.

Teräpyörät olisi ollut mahdollista tehdä vanerista, mutta päädyin metallisiin, koska vannesaha tulee olemaan ulkokäytössä ja käyttöikä raudalla on erittäin pitkä.



KUVA 10. Teräpyörä.

#### 5.4 Terä ja teräohjain

Vannesahan teriä on mahdollista saada mittatilaustyönä ja myös terän hammastuksia on monenlaisia eri tarkoituksiin. Vannesahan teriä on sekä pienellä hammastuksella että isolla hammastuksella ja teriä löytyy myös eri levyisinä. Vannesahan terän pituudeksi tuli 3800 mm:ä, joka on kiristysalueen puolella välin. Tukkivannesahan terää kiristäessä on huomioitava terän oikea kireys. Vannesahan terä lämpenee sahauksessa, joten oikea kireys on otettava huomioon, että terä ei katkea liiallisen lämpenemisen johdosta. Vannesahan terä on yhtenäinen, joka kiittää kahden teräpyörän ympärillä. Vannesahan terää asentaessa oli tärkeää saada linjattua teräpyörät oikeaan kulmaan, jotta terä olisi sopivan verran teräpyörrien ulkopuolella.

Teräohjain on teräpyörien molemmilla puolilla. Toisella puolen teräohjain on säädettävä, koska puiden koko vaihtelee ja teräohjainta voidaan liikuttaa puun koon mukaan. Teräohjaimessa on säätöjä ylös, alas, eteen ja taakse. Teräohjain on tehty 25 mm:n putkesta, jonka sisälle on laitettu 20 mm:n putki ja kiristys on 8 mm:n pulteilla. Teräohjaimen laakerit ovat 8 mm:n läpäreiällä ja laakereita on viisi kappaletta vannesahan molemmilla puolella. Vannesahassa on kaksi laakeria terän alapuolella ja kaksi laakeria terän yläpuolella, joiden läpi terä kulkee. Takana on myös laakeri, koska vannesahan kelkkaa työntämällä terä vastaa takapuolella olevaan laakeriin, että terä ei lähde pois teräpyörän päältä sahatessa puuta.

Teräohjaimia tarvitaan myös terän suoruuden säätämistä varten. Kuvassa 11 on kiinteä teräohjain ja vannesahan terä, jota voidaan säätää, ylös, alas, eteen ja taaksepäin. Terän suoruuden voi säätää rungon mukaan suoraan ja puuta sahatessa voi tehdä tarkastusmittauksia puulle. Jos puut eivät ole täysin suoria, niin vannesahan terää voidaan nostaa suoraan niin kauan, että puusta saadaan tarkka mitta. Kuvassa 11 näkyy myös ensimmäinen onnistunut testisaha. Terä leikkasi puuta hyvin pienilläkin moottorin kierroksilla. Teräpyörät ovat metallia ja samoin myös vannesahan terä. Mahdollisesti myöhemmässä vaiheessa teräpyörien pintapuolelle asennan kumin, koska ääni olisi hiljaisempi ja metalli ei olisi metallia vasten., mutta tällä hetkellä vannesahan terä ei luistanut teräpyörässä ollenkaan, vaikka koesahauksessa oli noin 65 cm:ä halkaisijaltaan oleva haapapuu.



KUVA 11. Terä ja teräohjain.

## 5.5 Moottori

Vannesahan moottoriksi oli alun perin tarkoitus laittaa olemassa oleva Hondan kuuden hevosvoiman moottori. Vannesahaa rakentaessa kuitenkin Hondan moottorin vähäinen teho arvellutti. Moottorin teho olisi todennäköisesti riittänyt sahan pyörittämiseen, mutta moottorin kierrokset ja vääntö olisivat loppuneet kesken, joten välityksiä olisi joutunut laittamaan erittäin hitaaksi. Vannesahoja saa valmiina moottorisahan moottorilla varustettuna myös, mutta omassa työssäni se ei tullut kysymykseen, koska olisin joutunut ostamaan uuden ison moottorisahan pelkästään vannesahausta varten, mikä ei olisi ollut taloudellisesti järkevää. Lopulta päädyin uuteen Loncin-merkkiseen paikallismoottoriin sähköstartilla. Moottori on nelitahtinen ja tämän takia myös erittäin hiljainen verrattuna kaksitahtiseen moottoriin. Moottorin kuutiolavuus on 389 ja siinä on 13 hevosvoimaa.



Asiaa tutkiessani merkki oli aivan outo ja mietin varaosien saatavuutta. Asiaa tutkittuani sanottiin, että moottoriin saa kaikkia varaosia ja moottori on erittäin luja. Moottorin kautta saa myös valot vannesahaan ja myöhemmässä vaiheessa voi kampiakselin päässä olevasta kiilahihnapyörästä ottaa hydraulipumpulle kiilahihnan avulla voiman, jos haluaa automatisoida vannesahan toimintoja.



KUVA 12 Vannesahan moottori.

## 5.6 Kiilahihnapyörät ja kiristinmekanismi

Vannesahan välityksiä miettiessäni vannesahan terän nopeudeksi tuli noin 25m/s. Terän nopeutta voi muuttaa erittäin helposti kiilahihnapyörän kokoa muuttamalla. Kiilahihna pyörät ovat 30 mm:n akselissa

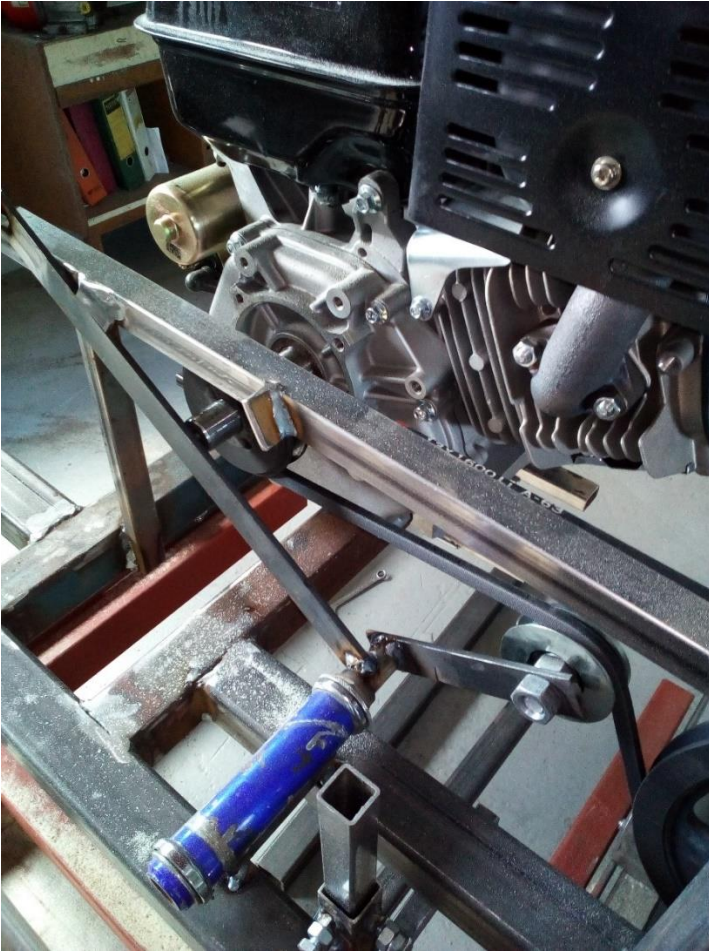
kiinni kahdella kuusiokoloruuvilla. Hihnapyörässä on kartiomainen osa, joka ottaa kiinni samalla hihnapyörään ja akseliin kuusikulmaruuveja kiristämällä. Kiilahihnapyörät ovat myös erittäin halpoja. Väilyksiä voi vaihtaa erilaiseksi tarpeen vaatiessa kahta ruuvia löysäämällä. Väilykseen vaikuttaa myös teränhammastus, jos terässä on oikein harva hammastus, niin väilytys täytyisi olla pienempi.

Ensimmäinen sahaus onnistui erittäin hyvin eikä moottorin kierroksia tarvinnut nostaa kovinkaan paljoa, niin terä meni hyvin puuhun ja syöttönopeus tuntui sopivalle. Hihnapyörän kiristys tapahtuu mekaanisesti kampea kääntämällä ja terä lähtee pyörimään, Terän pysäyttäminen tapahtuu kampea kääntämällä päin vastaiseen suuntaan. Mekanismin on rakennettu teräpyörästä ylimääräiseksi jääneillä raudoilla ja laakerointi on polkupyörän ohjauksesta hyödynnetty.

Kiristinmekanismi ja kaikki muut on suunniteltu käden ulottuville ja otettu huomioon terän pyörimisen suunta. Kaikki hallintalaitteet on laitettu sahan oikealle puolelle, joten sahauspuru ei haittaa sahaajaa.

Mekanismin olisi voinut rakentaa vapaakytkimen avulla. Vapaakytkimiä kyselyäni niitä olisi saanut ainoastaan hammasväilyksellä, joten luovuin ajatuksesta ja päätin rakentaa mekaanisen hihnan kiristysmekanismen. Vapaakytkin toimii, kun moottoriin tulee tarpeeksi kierroksia, niin kytkin ottaa keskipakovoiman johdosta kiinni ja alkaa pyöriä. Hihnaväilyksen etuna voidaan pitää hiljaisempaa ääntä verrattuna hammasväilykseen.

Koesahauksia tehdessäni huomasin, kun sahattaessa isoa noin 80 cm:ä halkaisijaltaan olevan koivun vannesahaukseen, niin hieman remmi alkoi luistaa. Samankokoisella haapapuulla ei ollut ongelmia, koska haapa on puuna huomattavasti pehmeämpää mitä koivu. Remmin kireyttä voi muuttaa kireämmälle, kun laittaa pykäliä lisää säätö tankoon, niin kiristin nousee korkeammalle ja hihna menee kireämmälle.

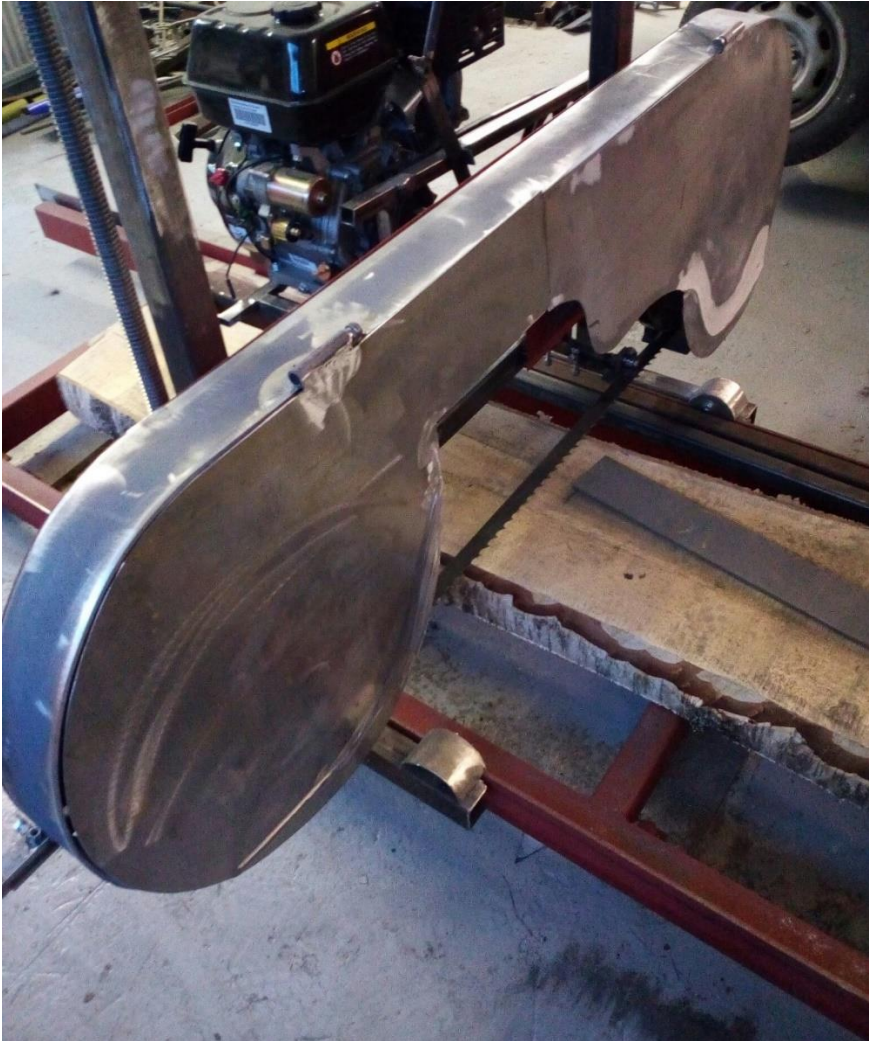


KUVA 13 Kiilahihnapyörät ja kiristin.

## 5.7 Suojapellit

Vannesahan terä täytyi suojata hyvin ennen varsinaista käyttöä työturvallisuuden takia. Työturvallisuuden on kiinnitetty huomiota suojaamalla terä mahdollisimman hyvin, jotta terän katketessa terä ei tule suojakotelosta pois. Terän suojapellit on tehty 1,5 mm peltistä kulmahiomakoneella leikkaamalla pellit sopivan kokoisiksi ja sikkikoneella on tehty peltiin uria, jolla saatiin lisäjäykkyyttä peltiin. Peltiin on laitettu saranat, jotta terä voidaan vaihtaa avaamalla suojapellit sahan etupuolelta. Vannesahan runko ja pellit on suojamaalattu korroosionesto maalilla, jonka jälkeen vannesahan runko on maalattu mustaksi ja suojapellit oranssiksi. Maalaus on suoritettu paineilmalla toimivalla maaliruiskulla. Rautapalkkien sisään on ruiskutettu auton kotelosuoja-ainetta, joka estää korroosion syntymistä.

Suojapellit on tehty irrottavaksi, jotta koneen huolto ja terän vaihto olisi helpompaa. Suojapellit on lukittu kiinni asentoon 6mm:n siipimuttereilla. Suojapellit on äänieristetty sisäpuolelta autojen äänieristykseen tarkoitettulla bitumimatolla. Äänieristys bitumi on asennettu peltiin kuumailmapuhallinta apuna käyttäen. Laajoihin peltiosiin tulee hyvin helposti resonointiääniä, joten äänieristysbitumilla saatiin resonointi pois.



KUVA 14. Teränsuojapellit

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoista ja haastavaa. Työssä valmistettu vannesaha on prototyyppi ja sitä on tarkoitus kehittää tulevaisuudessa automaattisemmaksi. Vannesahan kaikki työvaiheet on tehty itse, lukuun ottamatta teräpyörien sorvausta ja polttoleikkausta, koska itselläni ei ole sorvia eikä polttoleikkausvälineitä. Opinnäytetyössä omat tavoitteet saavutettiin ja sain toimivan vannesahan jolla voi sahata mittatarkkaa puuta.

Vannesahaa rakentaessa tuli tehtyä muutoksia, kun rakentamisvaiheessa tuli parempia ajatuksia ajatellen käytäntöä. Vannesahan materiaalivalinnoissa täytyi ottaa huomioon kestävyys haastavien sääolosuhteiden takia, koska saha tulee olemaan pihalla. Vannesahan rakentamisen haasteita oli ratkaisu mihin materiaalivalintaan päätyi, koska erilaisia materiaaleja on paljon tarjolla. Vannesaha on rakennettu omassa autotallissa, jossa oli erilaisia käsityökaluja sekä kantti-, sikkauk- ja hitsauskone. Kuvassa 15 vannesaha on valmiina pintamaalattuna ja teränjäähdytys rakennettu valmiiksi. Kuvassa näkyy myös valmiina puun korkeuden mittaamiseen tarkoitettu järjestelmä.

Tavoitteenani oli saada opinnäytetyössä näkyväksi teorian ja käytännön vuoropuhelu, sillä ne tukivat toisiaan projektin eri rakennusvaiheissa. Kirjoitin ja tutkin teoriaa samassa tahdissa, kun käytännön työ valmistui. Opinnäytetyössä kuvien tavoitteena oli havainnollistaa rakennusprojektin eri vaiheita.

Opinnäytetyö oli opettavainen monessa mielessä ja aikaa kului paljon itse työn tekemiseen. Ongelmitta työ ei valmistunut ja haasteita oli teräpyörien suuntauksessa yllättävän paljon, ennen kuin terän sai kulkemaan tasaisesti teräpyörien päällä. Työturvallisuuteen perehtymiseen täytyi käyttää paljon aikaa, jotta rakennettu vannesaha olisi turvallinen käyttää.

Tarkoituksena on. Vannesahalla sahata omasta metsästä tukkipuita pelkkahirsiksi ja tehdä pihasauna tai mökki. Tämän kaltaisen projektin onnistuminen kannustaa rakentamaan uusia koneita ja samalla innostaa myös hyödyntämään enempi omaa metsää.



KUVA 15 VALMIS VANNESAHA

## LÄHTEET

Talonrakentajan käsikirja 3, Hirsitalon rakentaminen 2006, Gummerus kirjapaino oy Vaajakoski. Rakentajan tietokirjat 2006, 9;132.

Uittokalusto 2017. www-dokumentti saatavissa: <http://www.logosol.fi/sahat/big-mill-systeemi/>

Uittokalusto 2017. www-dokumentti saatavissa: sähkömoottorilla toimiva piensaha Logosol 2017

Wikikko 2017. www-dokumentti saatavissa: [http://wikikko.info/wiki/Hirren\\_pelkkaaminen](http://wikikko.info/wiki/Hirren_pelkkaaminen).









