

LAB-ammattikorkeakoulu
Tekniikka, Lappeenranta
Insinööri AMK
Konetekniikka

Pekko Räsänen

Sahakoneen linjaus

Opinnäytetyö 2020

Tiivistelmä

Pekko Räsänen

Sahakoneen linjaus, 28 sivua, 40 liitettä

LAB-ammattikorkeakoulu

Tekniikka, Lappeenranta

Insinööri AMK

Konetekniikka

Opinnäytetyö 2020

Ohjaajat Lehtori Tuomo Liimatainen, LAB-ammattikorkeakoulu, After Sales Manager Marko Järvinen, Veisto Oy

Toimiakseen luotettavasti ja täyttääkseen sahateollisuudelta vaadittavat sahatavaran laatuvaatimukset on sahakoneen oltava oikein säädetty. Tämän työn tarkoituksena oli luoda perusohjeistus Veisto Oy:n HewSaw sahakoneiden linjaustyöhön ja jonka avulla linjausta aiemmin suorittamaton asentaja voisi helpommin lähestyä työtä. Lisäksi tavoitteena oli etsiä kehitystyön kohteita linjausprosessista.

Työn lähteinä käytettiin linjaustyötä tehneiden asentajien haastatteluja, aiemmin tehtyjä linjausohjeita sekä sahakoneiden valmistuspiirustuksia ja käyttöohjeita.

Työn lopputuloksena saatiin muodostettua ohje, joka sisältää perusohjeistuksen linjausprosessiin sekä kehitysehdotuksia liittyen linjaustyön turvallisuuden ja käytettävien työkalujen parantamiseen.

Asiasanat: sahateollisuus, kunnossapito, sahakone

Abstract

Pekko Räsänen

Adjusting sawmill machine into the right working line, 28 pages, 40 appendices

LAB-University of Applied Sciences

Technology, Lappeenranta

Bachelor of Engineering

Mechanical Engineering

Bachelor's Thesis 2020

Instructors: Lehtori Tuomo Liimatainen, LAB-ammattikorkeakoulu, After Sales Manager Marko Järvinen, Veisto Oy

To be able to work reliably and to be able to fulfill quality requirements of end product, sawmill machines need to be adjusted properly. The purpose of this study was make basic instructions for adjusting HewSaw sawmill machine into the right working line, so mechanics who have no previous experience of this adjusting work, would get basic idea how work is done.

Data for the study was collected from sawmachine manufacturing drawings, operating manuals and by interviews of mechanics who had done adjusting work before.

Work contains basic instructions for adjusting sawmill into the working line and development suggestions to make work safer and to improve tools used.

Keywords: sawmill industry, maintenance, sawmachine

Sisällysluettelo

Sisällys

Sisällysluettelo	4
Sisällys.....	4
1 Veiston sahakoneet	6
1.1 HewSaw sahakoneiden historia.....	6
1.2 Sanasto.....	7
1.3 Sahalinjojen rakenne	9
1.4 Sahausprosessin kulku	11
2 Linjaus	12
2.1 Mitä sahakoneen linjaus on ja miksi se tehdään	12
3 Työkalut	13
3.1 Linjausmaalit ja keskiviivalanka	13
3.2 Mittalaitteet	13
4 Työturvallisuus.....	14
4.1 Henkilösuojaimet	14
4.2 Sahakoneiden turvalaitteet	14
4.3 Turvallisuustoimet linjaustyössä	15
5 Linjaustyö.....	15
5.1 Työjärjestys.....	15
5.2 Keskiviivalangan paikoilleenlaitto.....	15
5.3 Mittausten suorittaminen	16
5.4 Säätojen tekeminen	16
5.5 Automaatio-ohjelmistot	17
5.6 Konekohtaiset esimerkit.....	17
5.6.1 Kuljettimet	18
5.6.2 Tukinpyörittimet ja pelkankäännin	18
5.6.3 Lajittelijat	19
5.6.4 Sahat ja hakkurit.....	20
6 Kehityskohteet	24
6.1 Turvallisuus.....	24
6.1.1 Putoamisvaara	24
6.1.2 Puristumisvaara.....	25
6.1.3 Mittauslaserit	26
6.2 Työkalut	26
6.2.1 Keskilangan korvaaminen linjalaserilla	26
6.2.2 Syöttöpyörien linjaustyökalun käyttöturvallisuuden parantaminen	27
7 Arvio omasta työstä	27
8 Lähteet.....	29

Liitteet

- Liite 1 Egyptinparrun veistoa
- Liite 2 3-spir teräpäät
- Liite 3 mittauskuljetin ja tukinpyörin
- Liite 4 Pelkkahakkuri
- Liite 5 Pelkkasaha
- Liite 6 Jakosaha
- Liite 7 SL250 sahalinjan periaatekaavio
- Liite 8 R200 layout
- Liite 9 SL250TRIO layout
- Liite 10 Esimerkki keskiviivalangan pitimestä
- Liite 11 Mikrometri
- Liite 12 Esimerkki konekohtaisesti kalibrointityökalusta
- Liite 13 Suojaluukun turvarajakytkin
- Liite 14 Turva-aidan lukko
- Liite 15 Mikrometri kiinni otsaterässä
- Liite 16 Keskitystanko mittauskuljettimessa
- Liite 17 Mittauskuljetin keskilinja
- Liite 18 Pelkanmittauskuljetin keskilinja
- Liite 19 Tukinpyörin ensimmäinen roottori
- Liite 20 LogIn keskitystelat
- Liite 21 Tukinpyörin toinen roottori
- Liite 22 Pelkankäännin
- Liite 23 Laudanerottajat
- Liite 24 Laudanerottajat
- Liite 25 EK3+ yläpainotelat
- Liite 26 EK3+ etupää
- Liite 27 EK3+ takapää
- Liite 28 Pelkkasaha sivusyöttötelat
- Liite 29 Pelkkasaha sivuohjain
- Liite 30 Ulompi pyöröterä
- Liite 31 Sisempi pyöröterä
- Liite 32 Sisempi oikea pyöröterä
- Liite 33 Särämäyskursot korkeussäätö
- Liite 34 Pelkkahakkurin teräpäiden säätö
- Liite 35 Pystyohjainten säätö
- Liite 36 Sivuvetotelojen mittaus
- Liite 37 R200SE
- Liite 38 R200SE syöttöpyörät
- Liite 39 R200SE tukkihjaimet
- Liite 40 R200 SE teräpäät
- Liite 41 Yleinen työohje HewSaw sahakoneiden linjaukseen

1 Veiston sahakoneet

1.1 HewSaw sahakoneiden historia

Syksyllä 1963 Raution veljekset ryhtyivät suunnittelemaan ns. Egyptinparrun valmistamiseen tarkoitettua veistokoneetta, samalla otettiin nykyisen Veisto Oy:n ensiaskeleet. Egyptinparru oli erityisesti Egyptiin myytyä, ensisijaisesti männystä jalostettua rakennuspuutavaraa, jolla oli muista puujalosteista poikkeavia vaatimuksia. Parrujen tuli olla veistettyjä sekä kapenevia aihion luonnollisen kaventumisen suunnassa. Lisäksi parrujen piti olla tarkasti annettujen mittojen mukaisia. Nämä vaatimukset aiheuttivat sen, että parrujen veisto oli käsityötä ja korkeaa ammattitaitoa vaativaa. (Koneveisto Rautio Oy 1998, 18-22, 46, 47)

Käsityönä veistettyjä parruja oli viety Suomesta jo suurissa määrin 1900-luvun alussa. Maailmansodat ja ostajamaiden paikalliset kriisit kuitenkin häiritsivät vientiä ja paikoitellen vienti tyrehtyi kokonaan jopa vuoden kestäviksi tauoiksi. Tämän takia monet parrunveistäjät etsivät uusia töitä ja parrujen menekin taas kasvaessa oli pulaa ammattitaitoisista parrunveistäjistä. Koneistetulle veistolle oli siis kysyntää muutenkin kuin palkkakuluissa säästämisen takia. (Koneveisto Rautio Oy 1998, 10-12, 27, 28)

Veljesten isän, Eevertin, ideasta oli jo 1950-luvun lopulla kokeiltu parrunveistokoneen rakentamista, mutta koneen toimintaan ei oltu tyytyväisiä ja parrujen menekin romahdettua vuosikymmenen vaihteessa pysähtyi koneen kehitystyö. Kun 1960-luvun alkupuolella parrujen menekki taas kasvoi, ajatus veistokoneen rakentamisesta heräsi uudelleen ja koneen rakentaminen alkoi syksyllä 1963. Seuraavana keväänä uusi kone oli valmis. Nyt uusien ideoiden perusteella rakennetun koneen veistämä parru pystyi täyttämään Egyptinparrulta vaaditut ominaisuudet.

Parrujen valmistusta veistokoneella (LIITE 1). (Koneveisto Rautio Oy 1998, 27, 28, 46-49)

Lyhyen markkinoinnin jälkeen saatiin ensimmäinen urakkasopimus, josta selvitettiin kunnialla. Kesän lopulla perustettiin Kone-Veisto, Velj. Rautio. Ensimmäi-

senä toimintavuotena valmistettiin lisää parrunveistokoneita ja urakoissa niitä olikin mukana jo neljä. Egyptinparrujen menekki oli vaihtelevaa, mutta silti yrityksen toiminta laajeni 1970-luvulle tultaessa, kuitenkin 1970-luvun lopun taantuma heikensi huomattavasti parrunveiston kannattavuutta. Tämä käynnisti ko-keilut veistokoneen soveltuvuudesta sahatuotantoon. Asentamalla kaksi veistokoneita peräjälkeen ja näiden perään halkaisuterä laittamalla saatiin alkeellinen sahakone. Kone tuotti kuitenkin vain kaksi sahatavarakappaletta yhdestä tukista ja puun käyttösuhde ei ollut hyvä. Veistokoneen perusidea toimi kuitenkin jat- kossa sahakoneen suunnittelun pohjana. (Koneveisto Rautio Oy 1998, 46-75; Verbatum Oy 2007, 80)

Kokonaan uuden veistosahan suunnittelutyö aloitettiin ja syksyllä 1979 oli Män- tyharjulla ensimmäinen veistosaha toimintavalmis. Sahakoneen kehittäminen jatkui ja 1983 myytiin ensimmäinen sahakone ulkopuoliseen käyttöön. Ulkomaille en- simmäinen sahakone toimitettiin 1985. (Koneveisto Rautio Oy 1998, 74, 75, 95- 104)

Sahakoneiden kehitys ja myynti on pysynyt vireänä ja nykyään Veiston saha- koneita on käytössä ympäri maailman ja Veisto toimii Etelämannerta lukuun otta- matta kaikissa maanosissa (Veisto Oy 2019, 16). Yritys on kasvanut huomatta- vasti alkuajoista ja työllistää nykyään reilut kaksisataa työntekijää. Päätoimi- paikkana on kuitenkin yhä Mäntyharju, jossa myös sahakoneiden valmistus ta- pahtuu. Konevalikoima on kasvanut huomattavasti alkuajoista ja usean eri ko- koluokan sahakoneiden lisäksi valikoimassa on myös puutavaran syöttöön ja lajitteluun liittyviä kuljettimia. Uusissa sahakoneissa on hyötysuhdetta ja sa- hausnopeutta kehitetty entisestään. Veiston sahakoneiden kilpailuetuina onkin ollut erinomainen saanto ja sahausnopeus.

1.2 Sanasto

Pelkka	Tukki, josta on sahattu tai haketettu pois kaksi sivua
Lenko	Tukin luonnollinen käyryys
Saanto	Sahauksen hyötysuhde, kuinka suuri osa ainespuusta saadaan käyttökelpoiseksi tavaraksi.

Etupään syöttö	Vastaa tukin syötöstä sahakoneeseen. Kokonaisuuden muodostavat syöttöpyörät, syöttömoottori sekä niihin liittyvät rakenteet.
Jälkipään veto	Vastaa sahatavaran poistamisesta sahakoneesta. Kokonaisuuden muodostavat ulosvetopyörät/telat, ulosvetomoottorit sekä niihin liittyvät rakenteet.
Keskiviivalanka	Koneen läpi pingotettava lanka, joka kuvaa puun pituussuuntaista keskiakselia. Halkaisija 1 mm.
Oikea ja vasen	Suunnat katsottuna puun syöttösuuntaan.
Otsaterä	Pyöröterä, joka on kiinnitettynä teräpäähän. Otsaterä sahaa tukin sivun irti teräpäähän haketusterien hakettaessa. (LIITE 2, Teräpää otsaterällä ja ilman)
Pystyohjaimet	Pystyteräpäiden jälkeiset ohjaimet, jotka tukevat pelkkaa pystyteräpäiden työstämistä pinnoista. Kiinnitetty pystyteräpäiden petilevyihin, joten ne liikkuvat pystyteräpäiden mukana.
Sivuohjaimet	Ennen pyöröteräyksikköä olevat ohjaimet. Tukevat puuta vaakateräpäiden työstämistä sivupinnoista.
Pyöröteräyksikkö	Pystysuunnassa säädettävä jakosahan teräasetteiden kokonaisuus. Mahdollistaa sahausasetteiden muuttamisen ilman uuden asetekokonaisuuden kokoamista.
Syöttöpyörät	Koneen etupäässä sijaitsevat kumipyörät, jotka syöttävät puun sahakoneen sisään
Särmäysasete	Särmäysyksikön akseleille särmäyskursoista, otsateristä ja välilaiipoista koottava asete, jolla haketetaan ns. pintalautojen sivut pelkka- jakosahauksen jälkeen.
Särmäyskurso	Särmäävä teräkokonaisuus, joka koostuu teräpaloista, jotka on kiinnitetty pultein kursonrunkoon.

Teräpään säätö	Hydrauliservolla, ruuvikäytöllä tai vaihdemoottorilla toteutettu järjestelmä, joka siirtää teräpäätä
Teräasete	Teräholkin ympärille jako- ja reunaholkeista sekä pyöröteristä koottu kokonaisuus. Muutetaan halutun tuotteen mukaan
Reunaholkki	Teräasetteen ulommaiset holkit
Jakoholkki	Sahatavan paksuuden määrittävä holkki, joka asetetaan teräasetteeseen pyöröterien väliin.

1.3 Sahalinjojen rakenne

Erilaisia sahaus ja konekoonpanoja on suuri määrä, mutta koneista ja koonpanoista riippumatta, linjauksen peruseriaatteet ovat samat. Sahalinjat koostuvat seuraavista osista.

- Mittauskuljetin – Tukinsyötöstä ja kuorinnasta tukki tulee mittauskuljettimelle, jossa tukkimittarilta saatavat tiedot lähetetään sahan ohjausautomaatiikalle. (LIITE 3, Mittauskuljetin ja tukinpyöritin)
- Tukinpyöritin 1R/2R – Tukkimittarilta saadun tiedon mukaan tukinpyöritin kääntää syötettävän puun optimaaliseen sahausasentoon. Kääntö tapahtuu pyörivillä kääntöroottoreilla, joita on yksi tai kaksi paria riippuen tukinpyörityksen mallista. (LIITE 3, Mittauskuljetin ja tukinpyöritin)
- Pelkkahakkuri – Pelkkahakkurin pysty- ja vaakateräpäät hakettavat tukin neljä sivua. (LIITE 4)
- Pelkanmittauskuljetin - Pelkanmittauskuljettimella pelkka mitataan sekä sen pinnanlaatua tarkkaillaan pelkkahakkurin terien kunnon valvomiseksi. Pelkanmittauskuljettimella myös keskitetään pelkka valmiiksi pelkka-sahaan syöttöä varten
- Pelkkasaha - Pelkasta sahataan pintalaudat ja ne särmätään pelkka-sahassa. Laudan koko optimoidaan pelkanmittauksen perusteella. (LIITE 5)

- Erottelukuljetin – Erottaa pelkkasahan sahaamat sivulaudat ja siirtää ne kuljettimelle.
- Pelkankäännin – Pelkankäännin kääntää pelkan “kyljelleen” valmiiksi syötettäväksi jakosahaan.
- Jakosahan syöttökuljetin - Syöttää pelkan jakosahaan sekä keskittää sen sahausta varten.
- Jakosaha – Jakosaha sahaa pintalaudat ja sydäntavarat pelkasta. (LIITE 6)
- Erottelukuljetin EK3 – erottaa pintalaudan pelkasta ja siirtää sen kuljettimelle.
- Erottelukuljetin EK4 – Erottaa sydäntavaran
- Ristisaha – Sahaa sahatavaranipun vaakasuunnassa, särmää pintalaudat.

(Veisto Oy 2017, 22-31)

1.4 Sahausprosessin kulku



Yllä olevassa kaaviossa on kuvattu kaksi hyvin erilaista, mutta tyypillistä linjakoonpanoa Veiston sahakoneista.

(LIITTEET 7, 8, 9, periaatekaavio ja layout SL250TRIO sahalinjasta sekä layout R200 sahalinjasta)

(Veisto Oy 2020, 5-7; Veisto Oy 2008, 8)

2 Linjaus

2.1 Mitä sahakoneen linjaus on ja miksi se tehdään

Sahakoneen linjaukseksi kutsutaan säätötyötä, jossa varmistetaan, että jokainen yksittäinen kone sahalinjastossa käyttää samaa keskilinjaa ja että sahakoneiden työliikkeiden sijainnit ovat oikein ohjauslogiikassa (Ukkonen, L. 2019).

Sahakoneen linjauksen tarpeelle on kaksikin syytä. HewSaw sahakoneen suuren sahausnopeuden takia puutavara voi liikkua sahalinjalla jopa neljä metriä sekunnissa. Jos puutavara ei siirry sahakoneista toiseen samaa keskilinjaa pitkin, kohdistuu syöttö- ja kohdistuslaitteisiin ylimääräistä rasitusta. Tämä voi johtaa odottamattomiin laiterikkoihin sekä ennen aikaiseen kulumiseen. Toisen syyn linjaukselle muodostaa modernin sahatuotannon tiukat laatuvaatimukset. Hyvän sahauslaadun lisäksi puutavaran on oltava tarkasti mittojenmukaista. Myös hakkeen palakokovaatimukset edellyttävät sahakoneen säädöiltä tarkkuutta. Linjaus voidaan tehdä aikataulutetusti tietyin väliajoin tai jos työstöjälki on heikko, eikä puu kulje ongelmitta koneen läpi. Tällaisissa tapauksissa tulee kuitenkin ensin varmistaa terien kunto ja koneen muu normaali toiminta. (Puuinfo 2020; Veisto Oy 2017)

2.2 Linjausohjeen tarve

Linjaus on monivaiheinen sekä tarkkuutta vaativa työ. Linjauksen onnistuminen riippuu hyvin paljon työn suorittajan ammattitaidosta ja kokemuksesta. Linjausprosessi on ollut hyvin työntekijävetoinen ja yleispätevä suoritusohje työlle on puuttanut. Riittävä työn tarkkuus ja toistettavuus on saavutettu kokeneiden asentajien ammattitaidon avulla.

Koska HewSaw-sahakoneiden tuotekehitys on aktiivista ja koska sahakoneiden toimitusmäärät ovat verrattain pieniä aiheutuu se, että eri vuosina toimitetut koneet voivat huomattavasti erota toisistaan. Lisäksi sahakoneisiin tehdyt elinkaaripäivitykset muuttavat sahakoneiden ohjausperiaatteita. Nämä seikat kuitenkin tekevät seikkaperäisen ja yksityiskohtiin menevän linjausohjeen luomisesta mahdollottoman. Niinpä pyritään tekemään yleinen ohje käytettävistä tekniikoista ja antamaan muutama esimerkinomainen tarkempi linjausohje.

3 Työkalut

3.1 Linjausmaalit ja keskiviivalanka

Keskiviivalanka kuvaa linjauksessa puun pituussuuntaista keskiakselia. Keski-
viivalanka on 1mm paksuinen teräslanka. Keskilanka kiristetään taljan avulla
linjausmaalien välille.

Linjausmaalit eli keskiviivalanganpitimet pitävät linjauksessa käytettävää keski-
viivalankaa paikoillaan. Keskiviivalangan pitimet ovat kutakin koneyksilöä varten
valmistetut ja ne kiinnitetään asennustyön ajaksi sokkien avulla kohdistettuna
pultein koneen runkoon. (LIITE 10, esimerkki keskiviivalangan pitimestä)

3.2 Mittalaitteet

Pääasiallinen mittalaite linjaustyössä on **sisämikrometri** varustettuna magneet-
tisella ja kosketustunnistimella varustetulla jalalla. Mikrometrillä varmistetaan
mitattavan pinnan etäisyys keskilankaan. Mikrometristä on myös muokattuja
versioita, joiden pituus on vakio ja kosketustunnistimen valo on johdon päässä.
Tätä käytetään muun muassa pelkkasahan linjauksessa. Mikrometrin ohella
tarvitaan myös **työntömittaa**. (LIITE 11, mikrometri)

Vaaituskojeen rooli on sahakoneen ensiasennuksessa suurempi, mutta myös
linjaustyössä sille on käyttöä. Vaaituskojetta käytetään muun muassa jakosa-
han pystysuunnassa liikkuvien kursojen korkeussäädössä.

Konekohtaiset mittaustyökalut vaihtelevat konetyypeittäin, tyypillinen kone-
kohtainen mittaustyökalu on levy, joka kiinnitetään teräpäihin, jotta saadaan
hyvä kiinnityspinta muille mittatyökaluille. (LIITE 12, Esimerkki konekohtaisesta
kalibrointityökalusta)

Linjausviivain on tukeva alumiiniviivain, jolla voidaan tarkastaa kahden pinnan
yhdensuuntaisuus

Luotilankaa käytetään esimerkiksi vetotelojen ja rullien sivuttaisen aseman mit-
taamiseen.

4 Työturvallisuus

4.1 Henkilösuojaimet

Sahalaitoksilla huoltotöitä suorittaessa on huolehdittava henkilösuojainten käytöstä. Seuraavia suojaimia on suositeltavaa käyttää tai tarvittaessa käytettävä:

- Silmäsuojaimet
- Turvakengät
- Huomiovaatteet
- Kypärä
- Suojakäsineet
- Putoamissuojaimet

Myös sahalaitoksilla voi olla omia suojaruustekäytäntöjä, joita tulee noudattaa. Esimerkkinä Metsä Group sahojen turvallisuusohje ulkopuolisille toimijoille:

”Suojaruusteiden ja muiden turvallisuusmääräysten osalta noudatetaan tehdasalueen vähimmäisvaatimuksia sekä turvallisuussuunnitelmassa määriteltyjä suojaruusteita. Työnsuorittajan on käytettävä lisäsuojaruusteita, mikäli työtehtävä niin vaatii.” (Metsä Group 2018)

4.2 Sahakoneiden turvalaitteet

Sahakoneille tehtävien huolto- ja säätötöiden turvallisuuden parantamiseksi koneet on varustettu useilla erilaisilla turvajärjestelmillä. Jotta turvalaitteista saataisiin optimaalinen hyöty, on niitä käytettävä oikein, sekä niiden kuntoa on valvottava. On myös huomioitava, että riippuen koneen valmistusajankohdasta ja asennuspaikasta, voi turvalaitteissa ja niiden käytössä olla eroja.

Sahalinjoissa on seuraavanlaisia turvalaitteita:

- Pyörintävahtireleet - estävät sahan suojaruukkujen avaamisen ennen kuin teräpäiden ja teräyksiköiden moottorit ovat pysähtyneet.

- Suojaluukkujen turvarajakytkimet – luukkujen ollessa avattuja kytkimet estävät ohjausjännitteen kytkeytymisen päälle. (LIITE 13)
- Turva-aidat – kuljettimien, tukinpyörittämien sekä lajittelijoiden ympärillä on turvarajakytkimin varustetut suoja-aidat. Turvarajakytkimessä olevaan valkoista painonappia painamalla ovi avautuu. Oven sulkemisen jälkeen kytkin kuitataan keltaisella/sinisellä painikkeella. (LIITE 14)

Ruuvikiinnitteisissä luukuissa ei ole edellä mainittuja turvalaitteita, luukkuja ei saa avata moottoreiden pyöriessä. (Veisto Oy 2017, 33, 34)

4.3 Turvallisustoimet linjaustyössä

Ennen töiden aloittamista on katkaistava ohjausjännite sekä varmistettava, ettei sitä voida kytkeä päälle. Hydraulikka sekä paineilmajärjestelmä on sammutettava ja jälkimmäisestä tulee päästää paine pois. Muutamissa työvaiheissa onnistunut linjaustyö vaatii paineiden päällä olon. Näissä tapauksissa tulee käyttää työhön tarkoitettuja väliaikaisia rajoittimia liikkuvien koneenosien välissä puristumisvaaran poistamiseksi. (Kuitunen, N. 2019; Veisto Oy 2017, 82)

5 Linjaustyö

5.1 Työjärjestys

Sahalinjaston linjaustyö suoritetaan kone kerrallaan puutavaran etenemissuuntaan. Mikään linjaustyön osa ei sinänsä tätä järjestystä edellytä, mutta selkeyden ja järjestelmällisyyden takia on tätä totuttu käyttämään.

Tämä kuitenkin mahdollistaa normaalista työjärjestyksestä poikkeamisen esimerkiksi tilanteissa, joissa ei ole aikaa linjata kuin osa sahalinjan koneista. Tällöin voidaan linjaus suorittaa siihen koneeseen, joka sitä eniten tarvitsee lopun linjaustyön odottaessa seuraavaan huoltokertaan. (Kuitunen, N. 2019)

5.2 Keskiviivalangan paikoilleenlaitto

Konekohtaiset keskiviivalanganpitimet asennetaan paikoilleen koneen kumpankin päätyyn niille tarkoitettuihin paikkoihin. On varmistettava, että pitimet

eivät ole vaurioituneet ja ne asettuvat oikein paikoilleen. Tämän jälkeen keskiviivalanka kiristetään paikoilleen siten, että se kulkee pitimissä olevien hahlojen lävitse. Keskiviivalangan paikoilleenkiristämisessä käytetään apuna pientä ketjutaljaa ja kiinnityspisteinä sahalinjan soveltuvia osia. Keskiviivalangan riittävä kireys on saavutettu, kun lanka ei helposti poikkea keskilinjasta sormella painaen. Lopuksi on varmistettava, ettei kiinnityspisteiden välillä mikään sahakoneen osa kosketa lankaa ja käännä sitä vinoon.

5.3 Mittausten suorittaminen

Linjauksessa suoritettavissa mittauksissa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta mitataan koneenosan tietyn pinnan etäisyyttä keskilankaan. Jotta mittaus tulokset ovat kelvollisia on:

- Seurattava mittalaitteiden valmistajan käyttöohjeita (mikrometrit, vaaituskojeet)
- Varmistettava ennen mittausta, että mitattava koneenosa on ehjä. Vääntyneet tai pahoin kuluneet jakoveitset, laakerivauriot yms. estävät onnistuneet mittauksen suorittamisen
- Varmistuttava, ettei mittauspinnalla ole epätasaisuuksia (epäpuhtauksia), jotka voivat häiritä mittalaitteen asettumista oikeaan asentoon mittausta varten. Tämä on erityisen tärkeää magneettijalalla varustettua mikrometriä käyttäessä. (LIITE 15, Mikrometri kiinni otsaterässä)

5.4 Säättöjen tekeminen

Linjauksessa tehtyjen mittauksien mukaiset säädöt tehdään pääsääntöisesti kolmella tapaa:

- Koneen ohjauspaneelin kautta, asettamalla mitatut arvot ohjauslogiikkaan. Tämä säätötapa on yleisimmin koneiden työliikkeissä.
- Mekaanisesti säätämällä laakeripesien sijainteja, yhdystankojen/keskitystankojen pituuksia tai hydraulisynterierien/männänvarsien sijaintia kiinnikkeissä. Säätö mekaanisilla keskitystangoilla on yleinen esimerkiksi syöttöteloissa ja syöttöpyörissä, jotka toimivat pareittain. (LIITE 16, keskitystanko)

- Säättämällä asennuskorkeutta lisäämällä tai vähentämällä asennuslevyjä (shimmejä). Asennuslevyillä säädetään esimerkiksi pelkkahakkurin si-vuohjaimia.

Ohjauslogiikkaan mitattuja mittoja syöttäessä on oltava tarkkana, että tiedot tallennetaan oikean kohdan mittaustuloksiksi. Varsinkin särmäyksiköissä on sekaantumisen vaara.

Mekaanisia säätöjä tehdessä on varottava, ettei säätö pääse muuttumaan säädön lukittavia kiinnittimiä kiristäessä.

Tarvittavien säätöjen tekemisen jälkeen on aina suoritettava uusintamittaus, jotta varmistustaan, ettei säätöä ole tehty väärin eikä säätö ole päässyt muuttumaan säätöä lukittaessa.

5.5 Automaatio-ohjelmistot

Veiston sahakoneita on vuosien aikana toimitettu usean eri toimittajan ohjelmilla ohjauslogiikoilla. Ohjauslogiikan toimittajia ovat olleet muun muassa OT-Control, Prologic+ sekä vanhemmissa koneissa Lisker Oy. Pienistä käytettyyseroista huolimatta ohjelmistojen peruseriaatteet ovat samat linjaustyön osalta eikä ohjelmistojen käyttöön tässä työssä perehdytä tarkemmin. (Kuitunen, N. 2019)

5.6 Konekohtaiset esimerkit

Konekohtaisten erojen takia täysin yleispätevää linjausohjetta ei voi antaa. Tämän takia tässä kappaleessa käydään läpi esimerkkiluonteisesti yksityiskohtaisemmin muutaman tyyppillisen konemallin linjausprosessi. Vaikka eroja kehitysversion, asennusvuoden ja asennuskokoonpanon takia muodostuukin, voidaan samoja mittaustekniikoita ja -järjestystä, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta, käyttää myös muissa koneissa. Ennen linjaustyötä on kuitenkin ehdottomasti selvitettävä konekohtaiset säätöarvot.

5.6.1 Kuljettimet

5.6.1.1 Mittauskuljetin (LogIn)

1. Mitataan sivutelojen symmetrisyys keskilinjaan. Säädetään tarvittaessa keskitystangon pituutta muuttamalla. (LIITE 17)

5.5.1.2 Pelkanmittauskuljetin

1. Säädetään sivutelojen etäisyys keskilankaan symmetriseksi keskitystangolla. (LIITE 18)
2. Mitataan telojenväli, merkitään tulokset ohjauslogiikkaan. Telojen liike on epälineaarinen vipuvarsiensa takia, joten mittaukset on suoritettava auki-keski- ja kiinniasennossa.

5.6.2 Tukinpyörittimet ja pelkankäännin

5.6.2.1 LogIn 2R Tukinpyöritin

1. Tukinpyöritin 1, pystyliikkeen säätö. Verrataan tukinpyörittimen roottorin keskilinjaa seuraavan koneen keskilinjaan vaaituskojetta apuna käyttäen. Asetearvon ollessa 0 tulisi roottorin telojen keskilinjalla olla samalla tasolla seuraavan koneen keskilinjalla. Jos keskilinjalla havaitaan ero, mitataan ja korjataan.
2. Tukinpyöritin 2, pystyliikkeen säätö tehdään kuten edellisessä.
3. Käännetään ensimmäinen telapari siten, että kääntökehä on kumityynyjä vasten. Merkitään ohjausautomaattiin telaparin vaakasuora asento.
4. Avataan ja suljetaan telat 300mm etäisyydelle toisistaan käyttäen pyörittimen hydraulikkaa. Mitataan telojen etäisyys keskilangasta mittauspintana telan pinta piikkien välissä. Säädetään tarvittaessa servosylinteriä käyttäen (toleranssi +/- 1mm).
5. Tarkastetaan telojen vaakasuuntainen asema keskilinjasta asettamalla ylemmän telan keskelle luotilanka. Tarvittaessa säädetään vaakasuunnan servosylinterillä (toleranssi +/- 1mm) (LIITE 19)
6. Säädetään keskitysteloiden väli symmetriseksi keskilangasta mitaten, mittauspintana telaprofiilin pohja. Säädetään tarvittaessa käyttäen yläpuolella olevaa keskitystankoa. (LIITE 20)

7. Käännetään toinen telapari siten, että kääntökehä on kumityynyjä vasten. Merkitään ohjausautomaatiikkaan telaparin pystysuora asento.
8. Mitataan telojen etäisyys keskilinjasta mittapintana telan pinta piikkien välissä. Säädetään tarvittaessa servosylinteriä käyttäen toleranssi +/- 1mm) (LIITE 21)

5.6.2.2 Pelkankäännin

1. Käännetään telapari siten, että kääntökehä on kumityynyjä vasten. Merkitään ohjausautomaatiikkaan telaparin vaakasuora asento.
2. Avataan ja suljetaan telat 300mm etäisyydelle toisistaan käyttäen kääntimen hydraulikkaa. Mitataan telojen etäisyys keskilangasta käyttäen mitauspintana telan keskiripoja. Tarvittaessa säädetään asemointisylinterillä (toleranssi +/-1mm). (LIITE 22)

5.6.3 Lajittelijat

5.6.3.1 Erottelukuljetin EK2

1. Mitataan sivuvetotelojen etäisyys keskilinjasta, säädetään käyttäen kunkin telaparin säätötangolla. Etäisyys keskilangasta tulee olla kaikilla teiloilla sama.
2. Mitataan laudanerotuspainimien keskeisyys keskilankaan ja säädetään tarvittaessa keskitystangosta. Mitataan painimien väli ja syötetään ohjauslogiikkaan. (LIITE 23)
3. Mitataan laudanpainajien etäisyys ohjainketjuun, merkitään tieto ohjauslogiikkaan. (LIITE 24)
4. Ajetaan sivuvetotelat auki asentoon ja mitataan telojen väli, merkitään tieto ohjauslogiikkaan.

5.6.3.2 Erottelukuljetin EK3+

1. Yläpainotelojen etäisyys kuljetinmatosta mitataan, merkitään mitta ohjauslogiikkaan. (LIITE 25)
2. Mitataan vastinrullien väli, merkitään mitta ohjauslogiikkaan. (LIITE 26)
3. Mitataan takarunkojen väli, merkitään ohjauslogiikkaan. (LIITE 27)

5.6.4 Sahat ja hakkurit

5.6.4.1 Pelkkasaha (SL250TRIO)

Pelkkasahan linjaustyön onnistumisen kannalta on ehdottoman tärkeää, että työvaiheet suoritetaan numerojärjestyksessä.

1. Mitataan kummankin sivusyöttötelan etäisyys keskilangasta, merkitään mittaustulokset ohjauslogiikkaan. (LIITE 28)
2. Mitataan sivuohjainten etäisyys keskilangasta, merkitään mittaustulokset ohjauslogiikkaan. Sivuhjaimen kulutuslevystä mitattuna offset 0,5mm telasta mitattuna 0mm. (LIITE 29)
3. **Ulompi vasen pyöröterä** (aukeava yksikkö) Kiinnitetään mittaustyökalu akseleille terälappoihin, mitataan magneettimittatyökalun pituus ja kiinnitetään työkalu mittaustyökaluun merkittyyn kohtaan. Johdetaan magneettimittatyökalun kaapeli pyöröteräyksikön ulkopuolelle. Asetetaan pyöröteräyksikön korkeusasemaksi 100mm, suljetaan pyöröteräyksikkö ja lukitaan käyttösylinteriin. Asemoidaan ulompi vasen pyöröterä 0,5mm (keskilanganpaksuus) kauemmaksi keskilinjasta kuin magneettimittatyökalun pituus. Jos magneettimittatyökalun valo palaa siirretään pyöröteräyksikköä ulospäin tai jos valo ei pala siirretään yksikköä sisäänpäin, kunnes valo välkkyä ja sammuu. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. (LIITE 30)
4. **Sisempi vasen pyöröterä** (ulompi terä kalibroitava ensin) Asemoidaan ulompi terä 100mm keskilinjasta ja sisempi terä 50mm keskilinjasta. Referenssipintojen välin tulisi olla 50mm. Jos mitattu väli on <50mm lisätään erotus 50 millimetriin, jolloin saadaan mitattu etäisyys. Jos mitattu on >50mm vähennetään erotus 50 millimetristä. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. (LIITE 31)
5. **Ulompi oikea pyöröterä** Mittaustyökalu kiinnitetään akselien terälappoihin, jonka jälkeen mitataan etäisyys keskilankaan. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. Mittaustyökalu kiinnitetään siis kuten ulomman vasemman pyöröterän yhteydessä.

6. **Sisempi oikea pyöröterä** Mittaustyökalu kiinnitetään sisempien akseleiden kiinnittimiin, jonka jälkeen mitataan etäisyys keskilankaan. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. (LIITE 31)
7. **Vasen takatuki** Kiinnitetään pyöröterä ulkoterän akselille, jonka jälkeen asemoidaan takatuki samalle etäisyysarvolle. Linjausviivainta käyttäen mitataan mahdollinen erotus pyöröterän sisäpuoleisen pinnan ja takatuen välillä. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan.
8. **Oikea takatuki** Mitataan mikrometrillä takatuen ja keskilangan välinen etäisyys.
9. **Särmäyskurso I ja II vasen ja oikea leveysäättö** Mitataan jakoveitsen päästä keskeltä etäisyys keskilinjaan. Mittaustulokseen on lisättävä puolet jakoveitsen paksuudesta. Merkitse kummankin särmäyskurson mitaustulos erikseen ohjauslogiikkaan.
10. **Särmäyskurso I ja II korkeussäättö, vasen alempi ja ylempi, oikea alempi ja ylempi** Etäisyydeksi keskilinjasta asemoidaan 100mm. Säädä magneettijalkaviivain terän poskivälys huomioiden ja kiinnitä se otsaterän runkoon. Vaaituskojetta käyttäen verrataan kurson asemaa pyöröterien keskilinjaan. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. (LIITE 33)
11. Mitataan ylä- ja alavetotelastojen etäisyydet keskilangasta. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan.
12. Mitataan oikean ja vasemman sivuvetotelan etäisyys keskilinjasta. Merkitään mitatut etäisyydet ohjauslogiikkaan.
13. **Pelkkasahayksikön korkeus** Asemoidaan pelkkasahayksikkö korkeudelle 105mm, asetetaan nostosylinterien männänvarsille kalibrintiholkit, jonka jälkeen vähän kerrallaan asemoidaan pelkkasahayksikköä alaspäin, kunnes kaikki kalibrintiholkit ovat puristuksissa paikoillaan. Kaikille nostosylintereille voidaan nyt merkitä mitatuksi etäisyydeksi 100mm. Asemoi pelkkasahayksikkö vasta kun kaikille sylintereille on merkitty sama mitattu etäisyys.

5.6.4.2 Pelkkahakkuri (SL250TRIO)

1. Mitataan keskitys- ja syöttötelojen etäisyys keskilangasta. Telaparien etäisyys langasta tulee olla yhtä suuri. Säädetään tarvittaessa keskitystangolla.

2. Säädetään servosylinterillä syöttöpyöriä siten, että kumpikin syöttöpyörä on yhtä kaukana keskilinjasta. Merkitään mitattu tulos ohjauslogiikkaan. Apuna voi käyttää keskitystyökaloa, joka sijoitetaan syöttöpyörien väliin helpottamaan syöttöpyörien ajamista samalle etäisyydelle keskilangasta. Syöttöpyörien sivuttaissuuntainen säätö tapahtuu löysäämällä laakeripesän lukitusmutterit ja kiertämällä laakeripesää.
3. Mitataan tukkiohjainten ketjun etäisyys keskilinjasta, etäisyyksien pitää olla asetearvolla 0 samat. Merkitään ohjauslogiikkaan mitattu etäisyys. Lopuksi tarkistetaan ohjainten yhdensuuntaisuus keskilangan kanssa.
4. Mitataan teräpäiden etäisyys keskilangasta. Mitataan otsaterän rungosta terän etureunasta katsottuna puun syöttösuunnasta. Siltä puolelta teräpäästä, johon koneen sisällä kulkeva puu ensimmäisenä osuu, koska teräpäiden etureuna on lähempänä keskilinjaa. Huomaa, että terän poskivällyksen takia ei keskilangan paksuutta tarvitse tässä mittauksessa ottaa huomioon. Syötetään mitatut tulokset ohjauslogiikkaan jokaiselle teräpäälle erikseen. (LIITE 34)
5. Sivuohjaimien säädössä seurataan piirustuksen J647800 ohjeita. Säätöprosessi on kaksivaiheinen, ensimmäiseksi ohjain säädetään keskiviivailangan suuntaiseksi sivuohjaimen varren sivuilla olevilla säätöruuveilla ja ohuilla asennuslevyillä, joita asennetaan sivuohjaimen varren sivuille. Etäisyys keskilankaan ei saa olla ohjaimen alkupäässä pienempi kuin ohjaimen jälkipäässä. Suunnan säädön jälkeen säädetään välyys käyttäen sivuohjaimen säätöruuveja. (LIITE 34)
6. Pystyohjaimet säädetään piirustuksen J648000 mukaisesti. (LIITE 35)
7. Määritetään ulosvetotelojen asema mittaamalla ylätelan etäisyys lankaan. Mittaustulos syötetään ohjauslogiikkaan. Määritetään ulosvetotelojen puristus mittaamalla ylä- ja alatelojen etäisyys keskilankaan.
8. Määritetään sivu-ulosvetotelojen asema mittaamalla telojen väli. Syötetään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. Koska sivutelojen liike on vipuvarsien takia epälineaarinen, mittaus on suoritettava auki-, kiinni- ja keskiasennossa. (LIITE 36)
9. Mitataan vaaituskojetta käyttäen mittauskuljettimen kolan V-profiilin pohjan ja jommankumman puolen pelkkahakkuriyksikön keskilinjasta välinen

ero. Merkitään ohjauslogiikkaan. Kohdistetaan tämän jälkeen vasen ja oikeanpuoleinen pelkkahakkuriyksikkö samaan korkeuteen.

5.6.4.3 R200SE

1. Mitataan keskityslevyjen keskeisyys suhteessa keskilankaan. Säädetään tarvittaessa keskitystangolla. Säädön ajaksi irrotettava keskityslevyjen paineilmasylinterin ja keskitystangon yläpuolella oleva suoja. (LIITE 37)
2. Mitataan syöttöpyörien etäisyys keskilangasta, ylemmän syöttöpyörän tulee olla 4mm kauempana keskilangasta. Säädetään tarpeen vaatiessa löysäämällä hydraulisyylinterin männänvarren kiinnitysruuvit, jonka jälkeen kiertämällä männänvarrtta säädetään syöttöpyörien korkeus suhteessa keskilinjaan. (LIITE 38)
3. Tarkastetaan syöttöpyörien sivusuuntainen linjaus suhteessa keskilankaan. Jos sivuttaispoikkeamaa havaitaan, säädetään siirtämällä syöttöpyörien runkolaakerointia sivusuunnassa ja lukitaan pyörä säätörenkaiden avulla keskilinjaan. (LIITE 38)
4. Säädetään syöttöpyörien minimiväli säätöruuvilla. Huomaa, että minimivälin säätö riippuu käytettävästä tukkikoosta.
5. Mitataan tukkiohjaimen edessä olevien sivurullien keskeisyys suhteessa keskilankaan. Säädetään tarvittaessa keskitystangolla.
6. Mitataan tukkiohjaimien etäisyys keskilangasta. Ylemmän tukkiohjaimen on oltava 4mm kauempana keskilinjasta kuin alemman. Säädetään tarvittaessa keskitystangolla. Tarkista ohjainten yhdensuuntaisuus linjalangan kanssa. Tukkiohjainten on oltava säädettyinä 40mm kapeammalle kuin syöttöpyörät, väli säädetään syöttöpyörien ja tukkiohjainten välistä yhdysketjua säätämällä. (LIITE 39)
7. Mitataan vaaka- ja pystyteräpäiden etäisyys keskilangasta. Mittaus tehdään teräpäen etureunasta, koska teräpäen akseli on kallistettu siten, että etureuna on lähempänä keskilinjaa. Teräpäpärien tulee olla samalla etäisyydellä keskilangasta. Säädetään tarvittaessa, merkitään arvot ohjainlaitteisiin. (LIITE 40)
8. Oikeanpuoleinen sivuohjain säädetään 0.25mm kauemmaksi keskilinjasta kuin oikeanpuoleisen vaakateräpäen otsaterän leikkaava reuna. Va-

semmanpuoleinen ohjain säädetään 0,5mm kauemmaksi kuin vasemmanpuoleinen vaakateräpään otsaterän leikkaava reuna.

9. Pystyohjaimet säädetään 0.5mm lähemmäksi keskilankaa kuin pystyteräpään otsaterän leikkuureuna sen etureunasta mitattuna.

Huomaa, että säätöarvot voivat vaihdella riippuen sahattavasta materiaalista.

10. Pystysuuntaiset ulosvetopyörät säädetään 20-50mm kapeammalle kuin pystyteräpäät, säädetään pystyteräpäiden ja ulosvetopyörien välisten yhdysketjujen pituudella. Paineilmajärjestelmän on oltava päällä ulosvetopyörien sijaintia mitattaessa. Sammutetaan kone ja kytketään ohjausjännite päältä. Varmistetaan, ettei ketään ole koneen sisällä. Kytketään käsin pääventtiilin ohjausventtiilistä paine päälle. Suoritetaan mittaus ja kytketään paineet pois.

11. Vaakasuuntaiset ulosvetopyörät säädetään samalle etäisyydelle keskilangasta 20-50mm kapeammalle kuin vaakateräpäät. Säädetään vetopyörien alla olevien yhdystankojen pituutta muuttamalla.

(Veisto Oy 2020; Veisto Oy 2000; Kuitunen, N. 2019; Veisto Oy Kalibrointiohje Hankasalmi)

6 Kehityskohteet

6.1 Turvallisuus

6.1.1 Putoamisvaara

Sahalinjan työskentelytaso on yhtä kerrosta ylempänä kuin hakkeen ja purun kuljetintaso ja itse sahakoneiden alla ei ole lattiatasoa hakkeen ja purun estymättömän kulun mahdollistamiseksi. Keskilinjaa mitattaessa, sekä turva-, että mittaustyökaluja asennettaessa joudutaan kurottelemaan sahakoneen sisälle. Tällöin muodostuu riski pudota kahdesta viiteen metriä koneen sisältä hakkeenkuljetuslinjalle.

Työskentelytasoja ei sahakoneen sisälle pysty pysyvästi purun kulkeutumisen estymisen takia asentamaan. Väliaikaiset työskentelytasot olisivat työergonomian kannalta paras ratkaisu. Väliaikaisten työskentelytasojen valmistaminen olisi kuitenkin tarpeettoman kallis ratkaisu ja niiden asentaminen sahakoneen huoltotöiden alkaessa veisi todennäköisesti enemmän aikaa kuin itse sahakoneen sisällä tehtävä työskentely.

Turvavaljailta saavutettaisiin helposti ja edullisesti vastaava suojaustaso putoamiselta. Turvavaljaiden käyttö kuitenkin rajoittaa joissain määrin liikkumista ja hidastaa siten työtahtia. Toisaalta mittauskohteita, joissa on putoamisvaara, on suhteellisen vähän eikä täten turvavaljaiden käytöstä synny huomattavaa lisäajan tarvetta. Sahakoneiden mallien ja asennuspaikkojen moninaisuuden takia yleispätevää ohjetta siitä, missä vaiheissa putoamissuojausta olisi käytettävä, ei voi antaa. Voidaankin siis suositella, että asentajat tunnistavat putoamisriskin sisältävät työvaiheet ja työkohteet kullakin työpaikalla, ennen kuin linjaustyö aloitetaan.

6.1.2 Puristumisvaara

Sahakoneen työliikkeet ovat nopeita ja rajuja sekä erittäin voimakkaita suurien sahausnopeuksien saavuttamiseksi. Odottamattomien työliikkeiden väistäminen on siis käytännössä mahdotonta. Yleisten työohjeiden mukaan ennen minkään huoltotyön aloittamista, on ohjausjännitteet katkaistava huollettavasta sahakoneesta. Tietyissä linjauskohteissa mittausapuvälineitä asennettaessa pitää sahakoneen työliikkeitä ajaa. Mittausapuvälineitä tulisi siis kehittää niin, että niiden asentaminen olisi mahdollista turvallisemmin. Muun muassa syöttöpyörien mittausapuvälineen käyttöturvallisuutta tulisi kehittää. Tämän mittausapuvälineen parantamisesta lisää kappaleessa 6.2.2.

Tärkeää on myös huomata, ettei sahakoneiden turvalaitteiden toimintaan saa luottaa sokeasti. On hyvä varmistaa, että työsuojajakytkin toimii kuten suunniteltu.

Normaalin kulumisen lisäksi on havaittu, että turvalaitteita tietoisesti ohitettu sahakoneen käytön helpottamiseksi. Vaikka turvalaitteet tietyissä tapauksissa hankaloittavat koneen käyttöön liittyviä töitä, ovat ne tärkeitä turvallisuuden kannalta ja niiden tulisi olla aina käyttökunnossa.

Kyseisten epäkohtien tunnistamisen tärkeyttä tulisi korostaa ja niistä raportoimisen voisi ottaa osaksi normaaleja huolto- ja linjaustöitä.

6.1.3 Mittauslaserit

Tukkimitarit käyttävät kameroiden lisäksi laservaloa tukin mittojen määrittämiseksi. Ylensä huoltotöiden aikana sahalinjan virrat ovat päällä, joten myös tukkimittareiden mittauslaserit ovat päällä. Mittauskuljettimen mittauslaserit ovat yleensä hyvin koteloituja, mutta varsinkin tukinpyörittimen kohdalla on riskinä altistua mittauslaserin valokiilalle.

Käytännössä mittauslasereiden aiheuttama silmävamman riski on kuitenkin hyvin pieni ja riittäväksi varotoimeksi kelpaa mittarien sijaintien tiedostaminen.

6.2 Työkalut

6.2.1 Keskilangan korvaaminen linjalaserilla

Keskilangan käyttö keskilinjan kuvaamisessa aiheuttaa linjaustyöhön epätarkkuuksia liittyen langan kireyteen sekä varman kosketuksen saamiseen mikrometrin ja keskilangan välillä, varsinkin mitatessa epätasaisia pintoja kuten syötö- ja vetotelastoja.

Tarkkuuden parantamisen keinona voitaisiin kokeilla linjalaserin käyttöä. Linjauksen suoritustekniikkaa ei tarvitsisi muuttaa tarvittaisiin ainoastaan pieniä muutoksia käytettäviin mittavälineisiin. Nykyisiä linjausmaaleja voitaisiin käyttää edelleenkin keskilinjan referenssinä, jos linjalaserille valmistettaisiin kiinnike, jolla se voitaisiin linjausmaaleihin kiinnittää. Linjalaserin oikean osumiskohdan määrittäminen mikrometrin kosketuspäähän visuaalisesti on erittäin hankalaa. Ongelma voitaisiin ratkaista valmistamalla mikrometriin uusi pää, johon on kiinnitetty mattalasi, jossa on kaiverrettu viiva osoittamassa oikeaa linjalaserin osumiskohtaa. Tämä mahdollistaisi tarkkojen mittausten ottamisen myös muualta kuin tarkasti keskilangan kohdalta. Linjalaseria käyttäessä jäisi pois työvaihe, jossa keskilanka pujotetaan koneen läpi. Samalla saavutettaisiin välillisesti pieni työturvallisuuden parannus, koska kurottelu koneen sisälle vähenisi. Samoin riski vahingoittua itse keskilankaan jäisi pois.

Haasteena mittauslaserin käytössä olisi mikrometrikokonaisuuden muuttuminen alttiimmaksi vaurioille mattalasin lisäämisen takia. Lisäksi mittalaserin kohdistaminen linjausmaalien välille oikeaan linjaan on vaikeampaa kuin mittauslangan.

Mahdollisista haasteista huolimatta laserin käyttöä kannattaisi kokeilla sen tuomien ajansäästömahdollisuuksien ansiosta. Koska linjaustyö muodostaa ison osan sahalaitoksilla käytetystä asennustyöajasta, olisi pienikin ajansäästö taloudellisesti huomattava etu (Kuitunen, N. 2019).

6.2.2 Syöttöpyörien linjaustyökalun käyttöturvallisuuden parantaminen

Syöttöpyörät ovat kaksi isoa alumiinivanteista kumipinnoitettua pyörää, joiden työliike ajetaan hydraulisesti ja keskitys toteutetaan paineilman avulla. Syöttöpyörien linjauksen avuksi on tehty työkalu, joka asetetaan syöttöpyörien väliin niiden. Kyseisten syöttöpyörien tarkka käsiajo on huomattavan hankalaa, joten syöttöpyörien väliin asennettavaa linjaustyökalua on pidettävä paikoillaan käsin samalla kun syöttöpyöriä ajetaan ”kiinni” toisiaan kohti. Syöttöpyörien liikenopeutta ei käsiajossa pysty tarkasti säätämään, joten liike on raju. Lisäksi syöttöpyörillä on pyörimissuuntaansa pieni vapaaliike. Nämä kaksi tekijää yhdessä mahdollistavat linjaustyökalun lipsahtamisen syöttöpyörien välistä niitä yhteen ajaessa. Jos näin pääsee tapahtumaan, on vaarana vakava puristumisvamma linjaustyökalua pitävään käteen.

Työturvallisuuden parantamiseksi tulisi työkalun asennettavuutta helpottaa. Linjaustyökaluun voitaisiin kiinnittää varsi ja kahva, josta kiinnipitämällä voidaan linjaustyökalu asentaa helposti ja turvallisesti. Varren tulisi olla kiinnityskohdastaan saranoitu ja kiristetty paikoilleen kumipuslilla, jotta vältetään mahdollinen varren isku syöttöpyörien asettuessa paikoilleen.

7 Arvio omasta työstä

Opinnäytetyöprosessin vaikein osa-alue oli soveltuvan, mielenkiintoisen työaiheen löytäminen. Lopulta sellainen kuitenkin löytyi Veisto Oy:n kautta. Linjaus ja siihen liittyvät työvaiheet olivat minulle täysin vieraita, joten opinnäyteprosessin

ensimmäinen vaihe olikin tutustua aiheeseen. Olin mukana linjaustyössä loppuvuodesta 2019 kahdella sahalaitoksella. Tämä mahdollisuus helpotti huomattavasti muodostamaan mielikuvan opinnäytetyön valmistumisen vaatimasta prosessista.

Alkuperäinen ajatus oli tehdä tarkka yleispätevä työohje linjaukseen Veiston sahakoneille ja lisäksi ideoida parannusehdotuksia nykyisiin toimintatapoihin. Melko pian havaitsin kuitenkin, että erilaisten sahalinjojen moninaisuudesta ja koneiden vuosimalleista ja päivityksistä johtuen ei tarkkaa yleispätevää ohjetta pystynyt käytännöllisesti tekemään. Lopulta toteutuneeksi näkökulmaksi tuli yleisen ohjekokoelman luominen linjaustyöhön, sekä tyypillisten linjaustöiden esilletuominen tarkempien linjausesimerkkien avulla. Lopuksi käsiteltiin myös mahdollisia kehitysehdotuksia. Uudelleensuunnitellun työnäkökulman mukainen työ onnistui mielestäni hyvin ja lopputulos on vähemmänkin sahalinjojen kanssa toimineille, mutta tekniikasta tietäville helposti ymmärrettävä kokonaisuus.

Työtä tehdessä pieniä haasteita muodostivat saatavilla olevien lähteiden vähyys sekä aiempi vähäinen tietopohjani linjausprosessista. Lähteiden vähyydelle ei lopulta löytynyt ratkaisua ja niinpä suuren osan lähdemateriaalista muodostavat Veiston omat dokumentaatiot. Toisaalta Veiston dokumentaatiot ovat luotettavin ja ajanmukaisin lähde opinnäytetyön aihealueella. Vähäiset ennakkotietoni linjausprosessista muodostivat haasteita erityisesti asentajille tekemieni haastattelujen yhteydessä. Tämä ongelma kuitenkin ratkesi ollessani mukana käytännön linjaustyössä. Normaalin kysymyspohjaisen haastattelun sijaan seurasin linjaustyötä auttaen itse mukana ja esittäen kysymyksiä, joita työn edetessä tuli esille.

8 Lähteet

Koneveisto Rautio Oy 1998, Leipämäen sahalta Vanosen kautta kansainvälisyteen

Veisto Oy 2020, HewSaw SL250 TRIO Käyttö- ja huolto-ohjeet

Veisto Oy 2019, HewSaw magazine 2019

Veisto Oy 2017, HewSaw SL250 3.4 Operating instructions

Veisto Oy 2008, HewSaw R200 PLUS MSA Käyttö- ja huolto-ohjeet

Veisto Oy 2000, Käyttö- ja huolto-ohjeet HewSaw R200 SE

Veisto Oy, Kalibrointiohje Hankasalmi

Metsä Group 2018, Turvallisuusohje, turvallisuuden vähimmäisvaatimukset palveluntoimittajille. Viitattu 20.5.2020

Verbatum Oy 2007, Breaktroughs 90 success stories from Finland

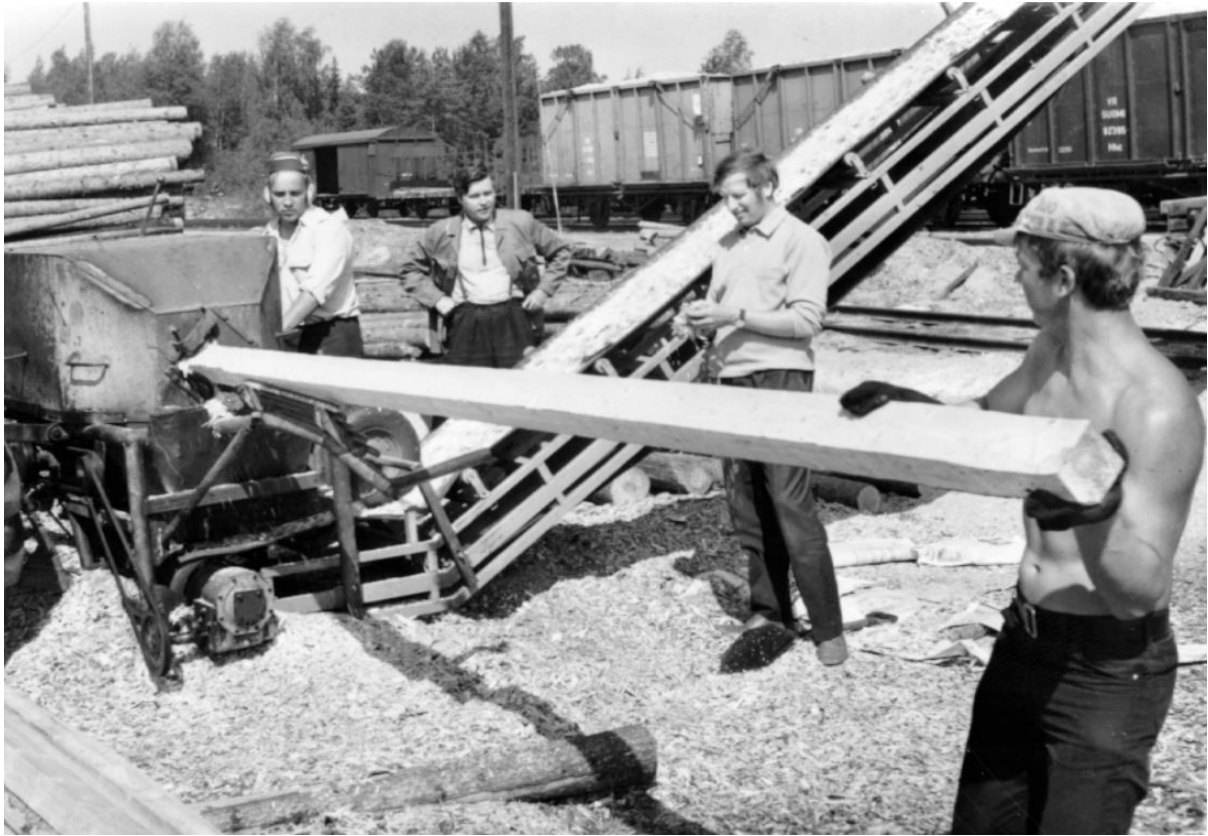
Kuitunen, N. 2019. Project Engineer. Veisto Oy. Mäntyharju. Haastattelu 10-12.12.2019, 18.05.2020.

Ukkonen, L. 2019. Technical Expert, Veisto Oy. Mäntyharju. Haastattelu 10.12.2019.

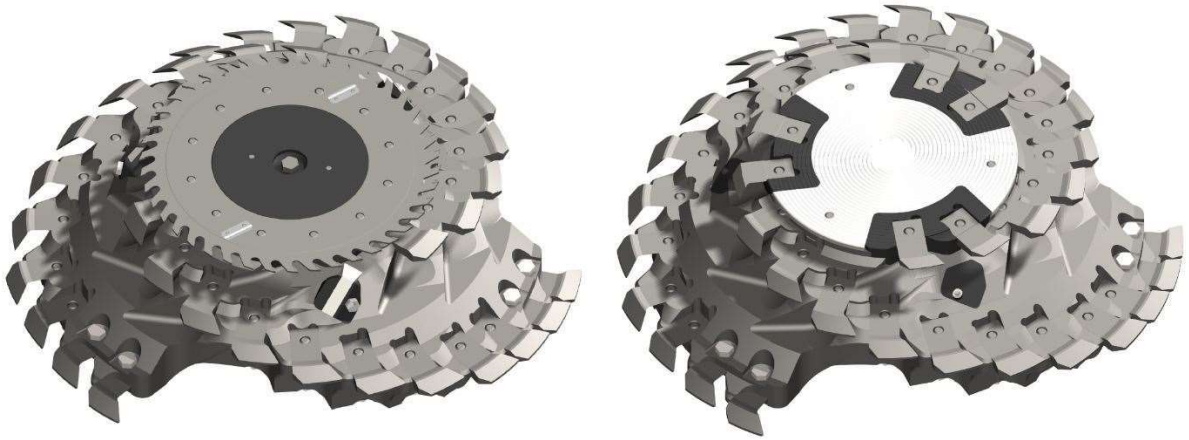
Puuinfo 2020, Sahatavarakappaleiden sallitut mittapoikkeamat:
<https://www.puuinfo.fi/puutieto/sahatavara/sallitut-mittapoikkeamat>. Luettu 15.03.2020

LIITE 1, Egyptinparrun veistoa, Koneveisto Rautio oy, Leipämäen sahalta Vanosen kautta kansainvälisyyteen

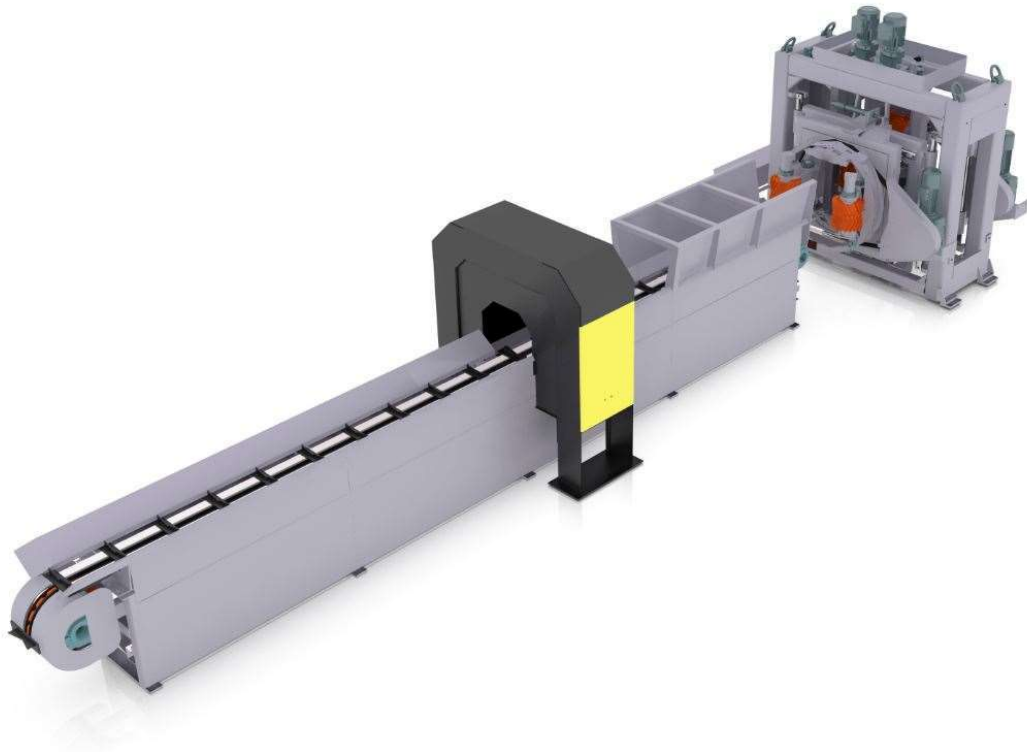
s. 67



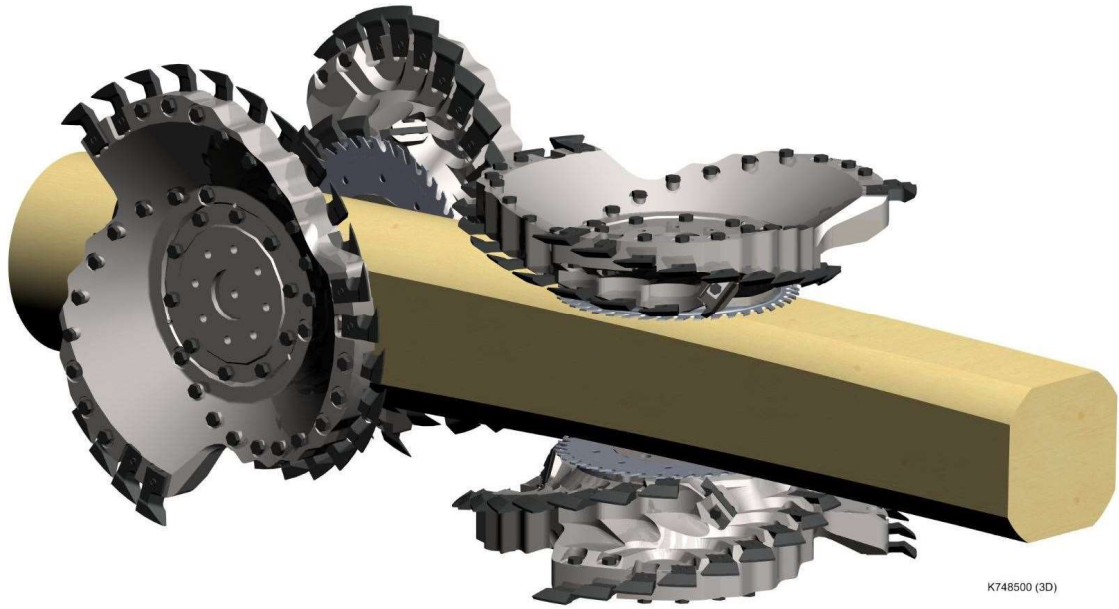
LIITE 2, 3-spir teräpää, Veisto Oy, mainosmateriaalit



LIITE 3, mittauskuljetin ja tukinpyöritin, Veisto Oy, mainosmateriaalit

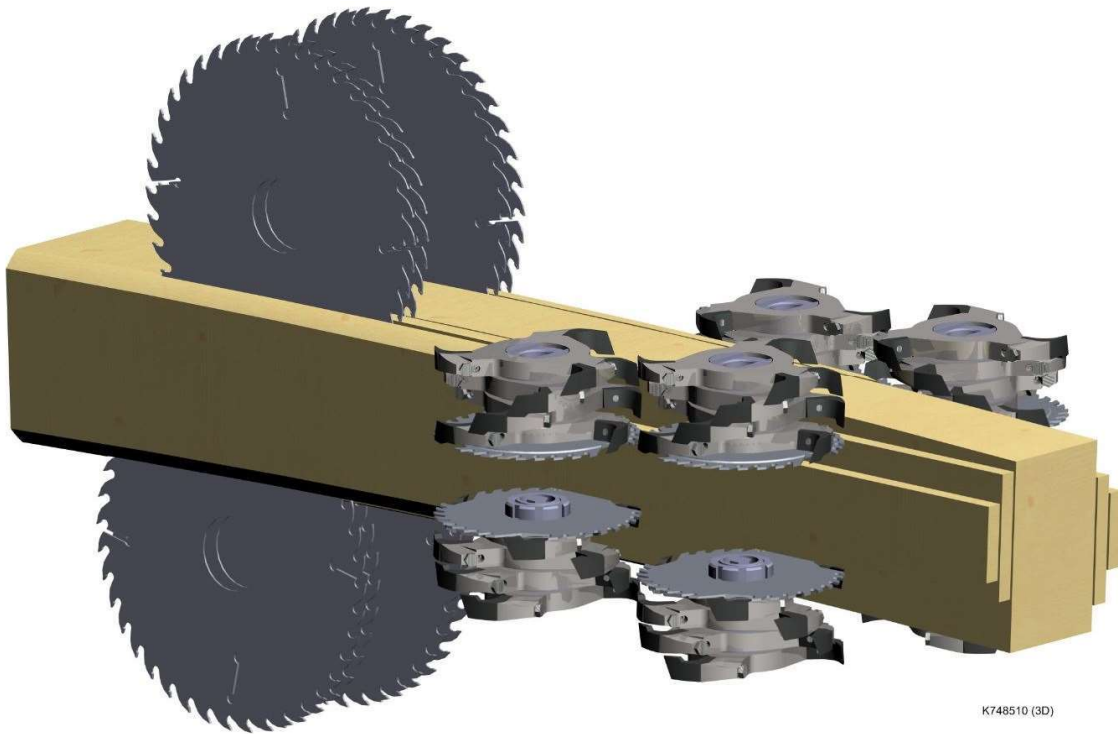


LIITE 4, Pelkkahakkuri, Veisto Oy, mainosmateriaalit



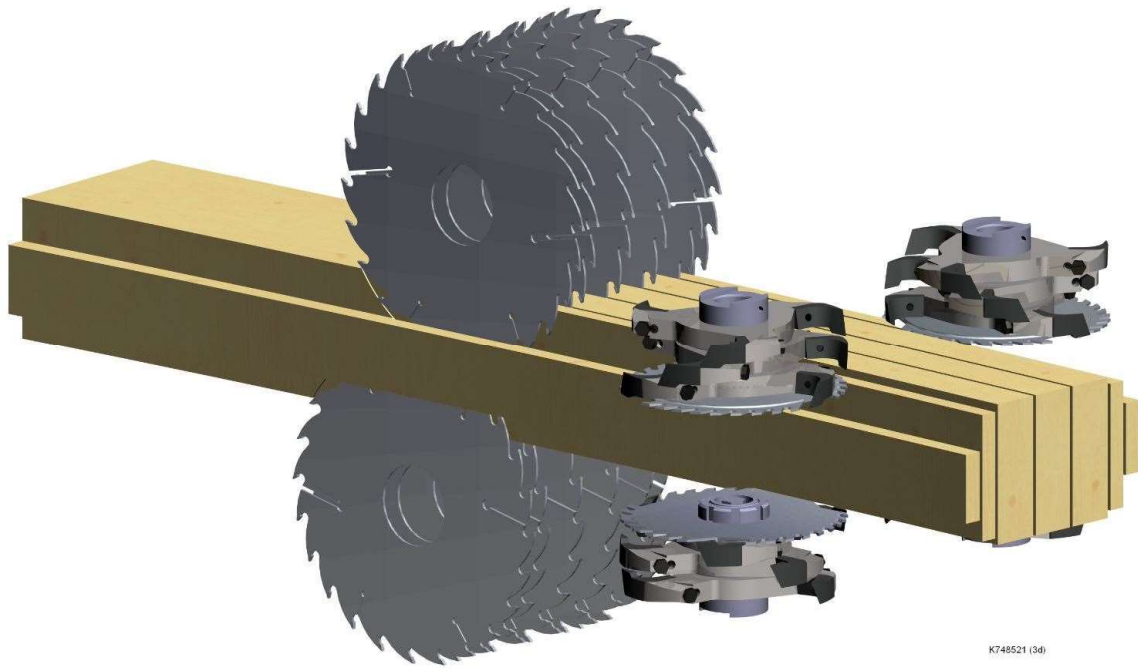
K748500 (3D)

LIITE 5, Pelkkasaha, Veisto Oy, mainosmateriaalit



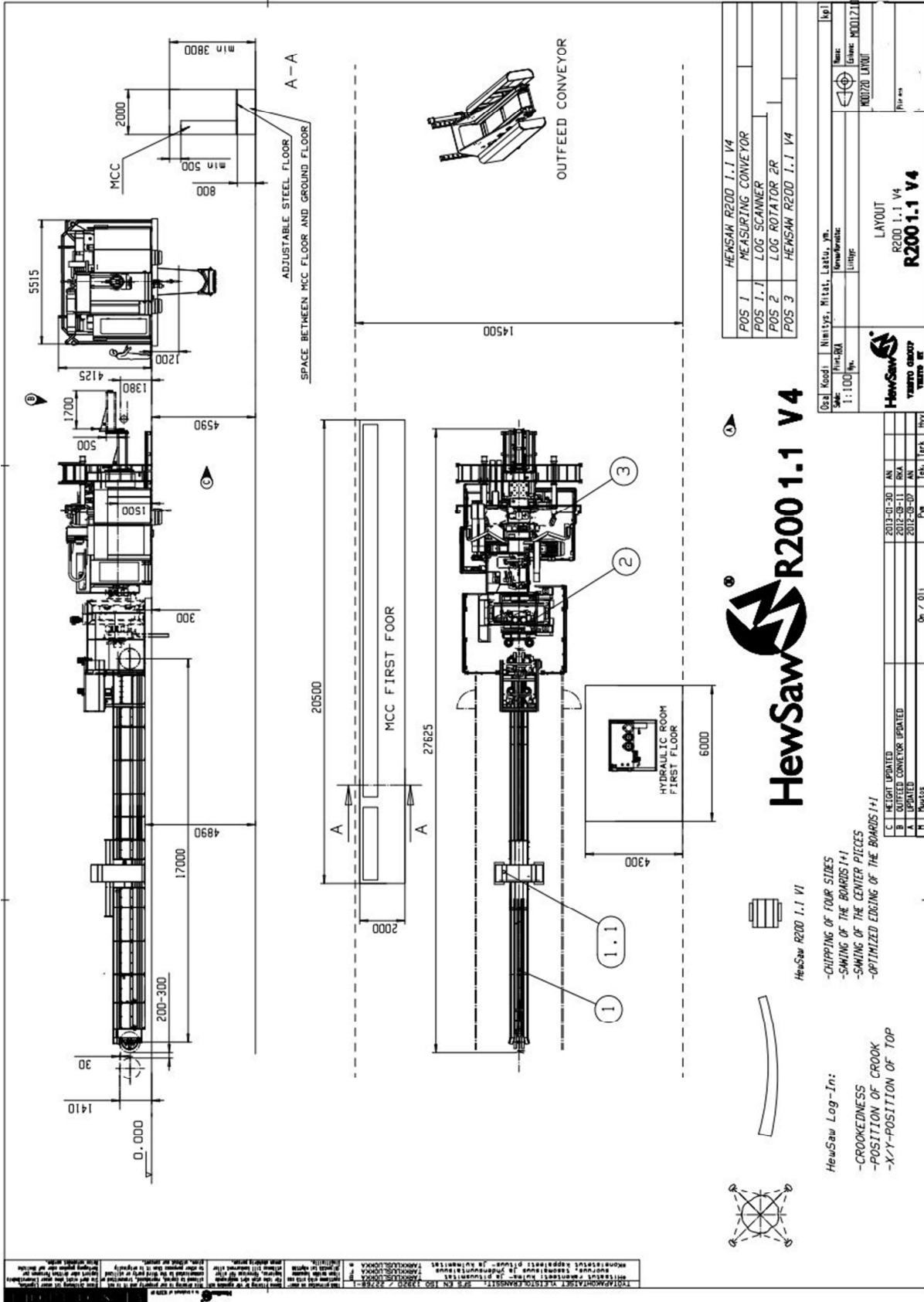
K748510 (3D)

LIITE 6, Jakosaha, Veisto Oy, mainosmateriaalit



K748521 (3d)

LIITE 8, R200 layout, Veisto Oy, laitedokumentaatiot



Yks. Koodi	Nimi/ys, Mitti, Laatu, ym.	Fig./kpl
2013-01-30	AN	
2012-09-11	RVA	
2012-03-20	AN	
A	SPRITTÄ	
C	KEITTO LAUTAT	
B	OUTFEED CONVEYOR UPDATED	
A	SPRITTÄ	
C	KEITTO LAUTAT	

HewSaw R200 1.1 V4

LAYOUT
R200 I.1 V4
R200 1.1 V4

POS 1 MEASURING CONVEYOR
POS 1.1 LOG SCANNER
POS 2 LOG ROTATOR 2R
POS 3 HENSAM R200 I.1 V4

OUTFEED CONVEYOR

HYDRAULIC ROOM FIRST FLOOR

HewSaw R200 I.1 V1

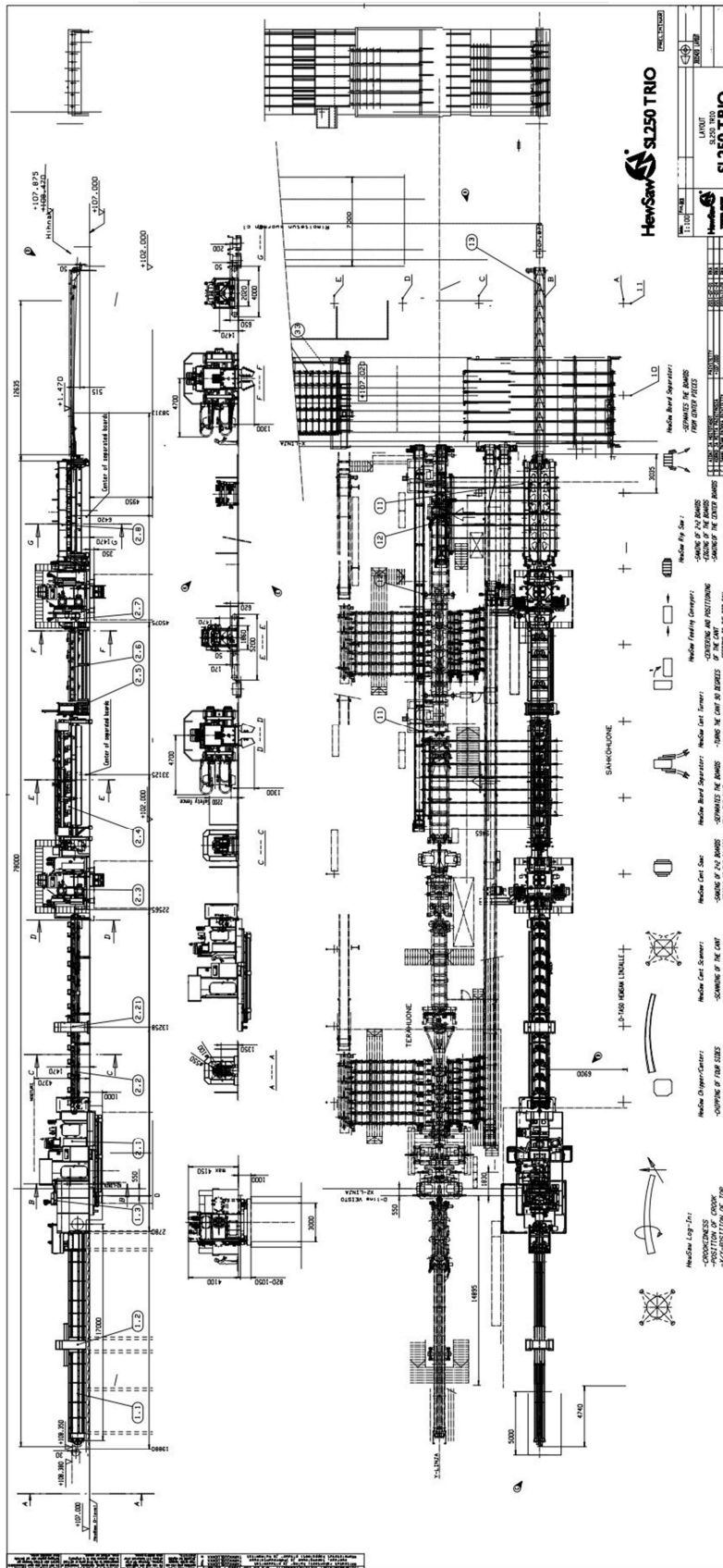
HewSaw Log-In:

- CHIPPING OF FOUR SIDES
- SAWING OF THE BOARDS 1+1
- SAWING OF THE CENTER PIECES
- OPTIMIZED ENDING OF THE BOARDS 1+1

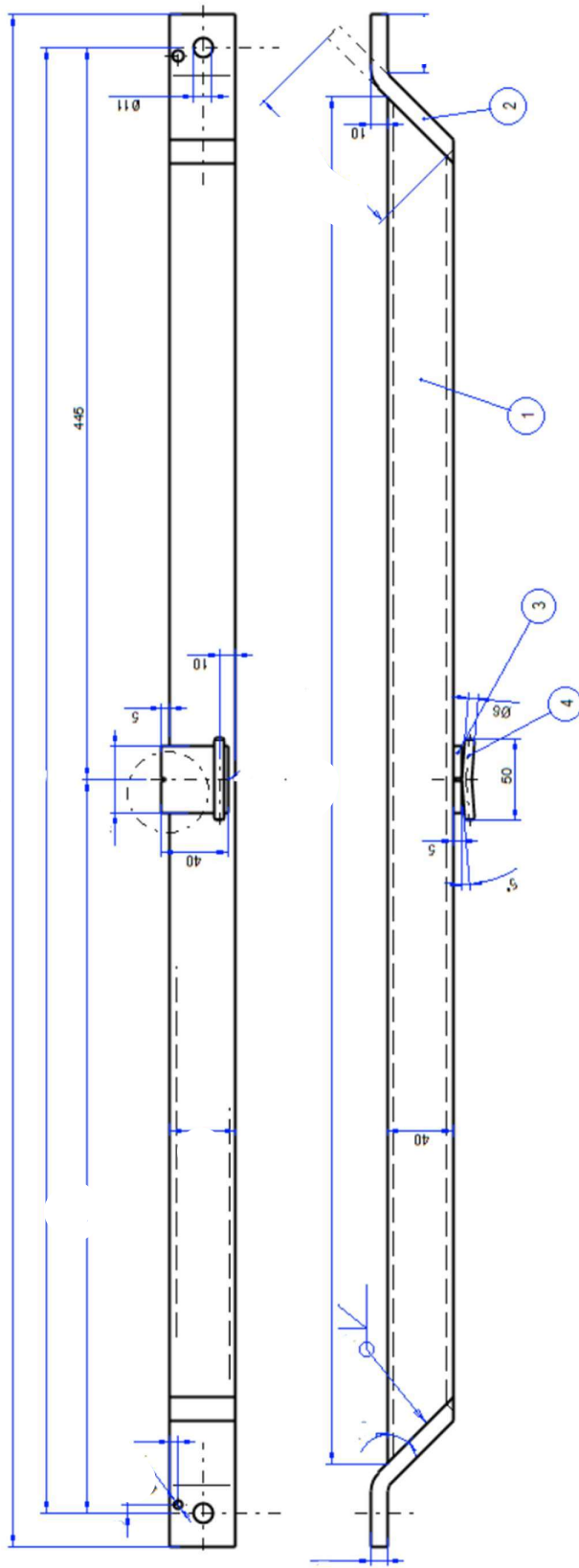
-CROOKEDNESS
-POSITION OF CROOK
-X/Y-POSITION OF TOP

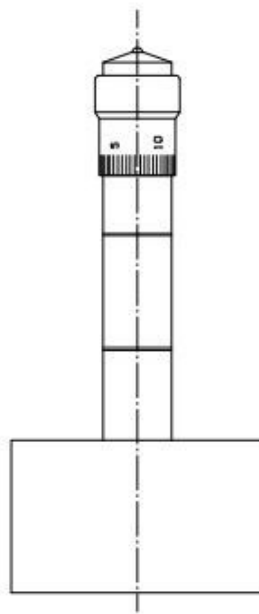
Yks. Koodi	Nimi/ys, Mitti, Laatu, ym.	Fig./kpl
2013-01-30	AN	
2012-09-11	RVA	
2012-03-20	AN	
A	SPRITTÄ	
C	KEITTO LAUTAT	
B	OUTFEED CONVEYOR UPDATED	
A	SPRITTÄ	
C	KEITTO LAUTAT	

LIITE 9, SL250TRIO layout, Veisto Oy, laitedokumentaatiot



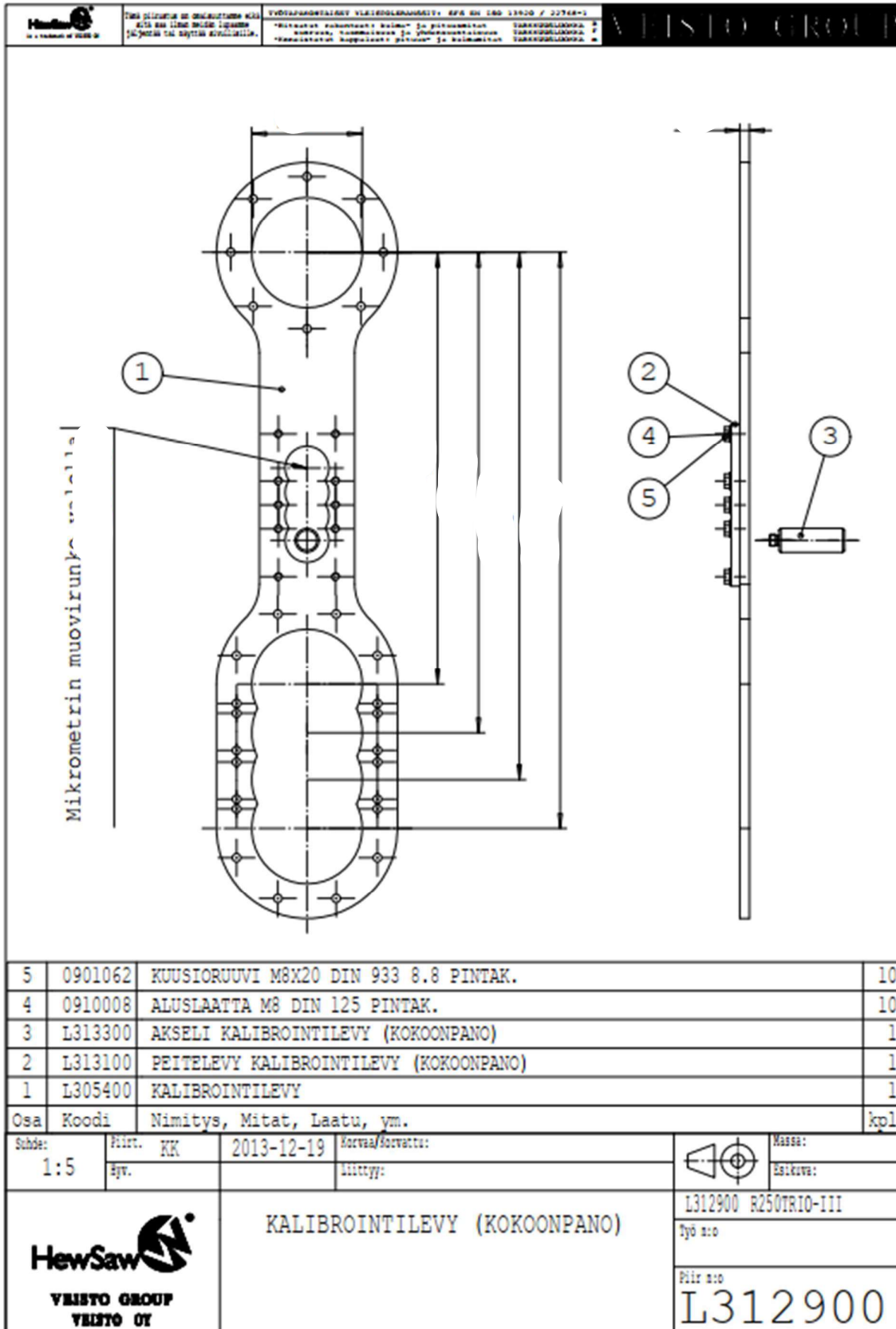
LIITE 10, Esimerkki keskiviivalangan pitimestä, Veisto Oy, valmistuspiirustukset





ACCURATE MEASURING THE DISTANCE BETWEEN THE CUTTER HEADS OR GUIDES AND THE CENTRE LINE STRING IS POSSIBLE BY THIS MEASURING INSTRUMENT.

LIITE 12, Esimerkki konekohtaisesti kalibrointityökalusta, Veisto Oy, valmistuspiirustukset



LIITE 13, Suojaluukun turvarajakytkin, Veisto Oy, kokoonpanon dokumentointi



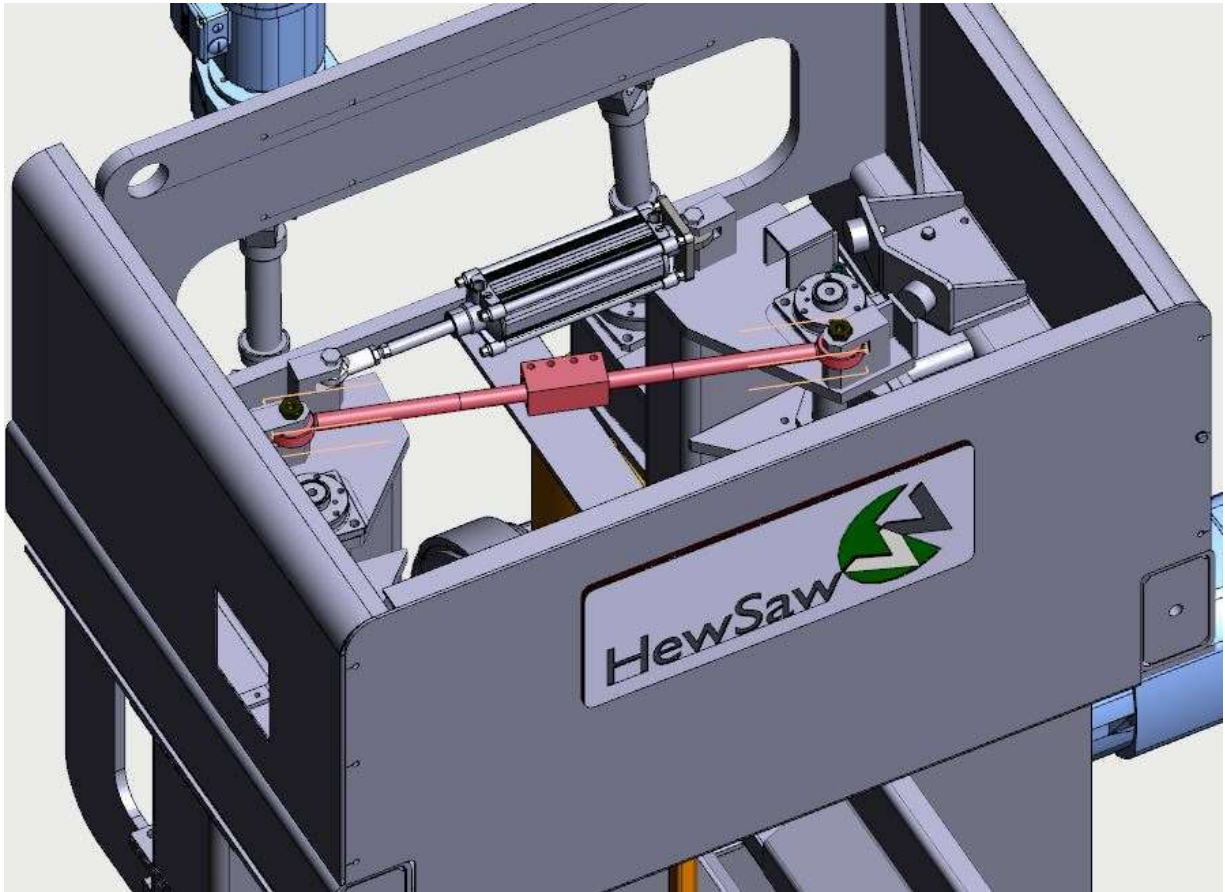
LIITE 14, Turva-aidan lukko, Veisto Oy, kokoonpanon dokumentointi



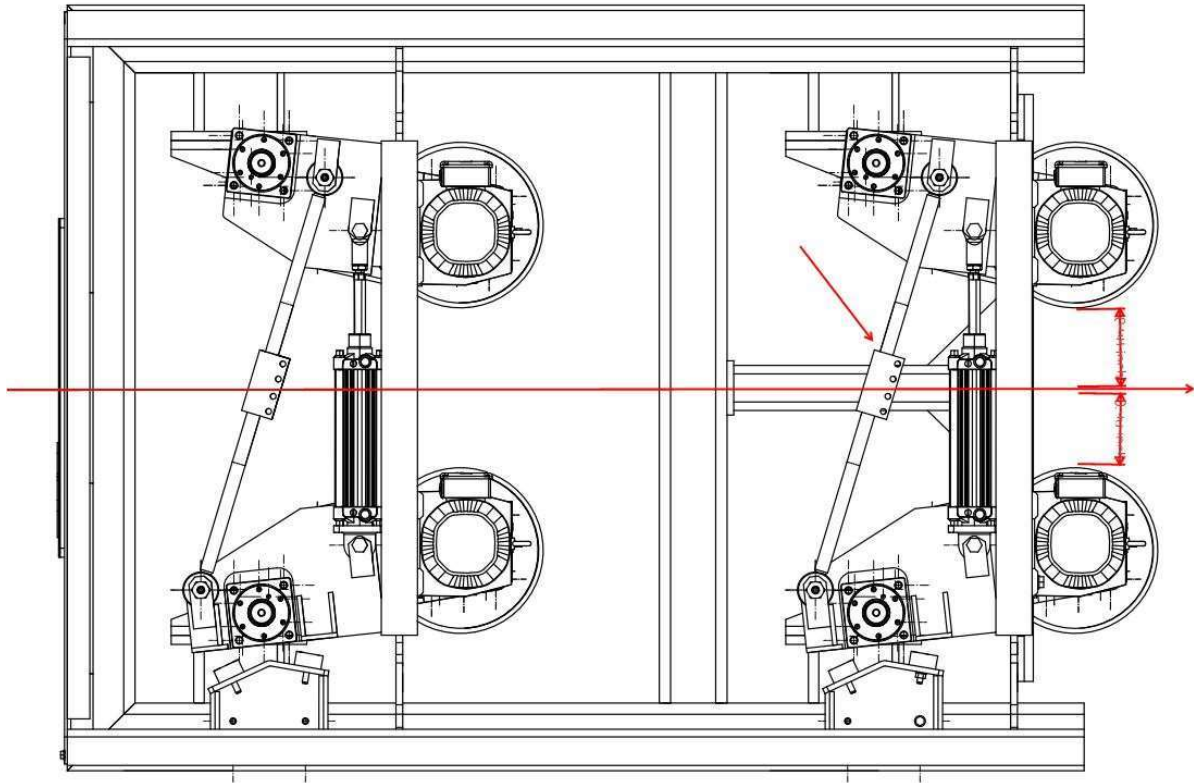
LIITE 15, Mikrometri kiinni otsaterässä, Veisto Oy



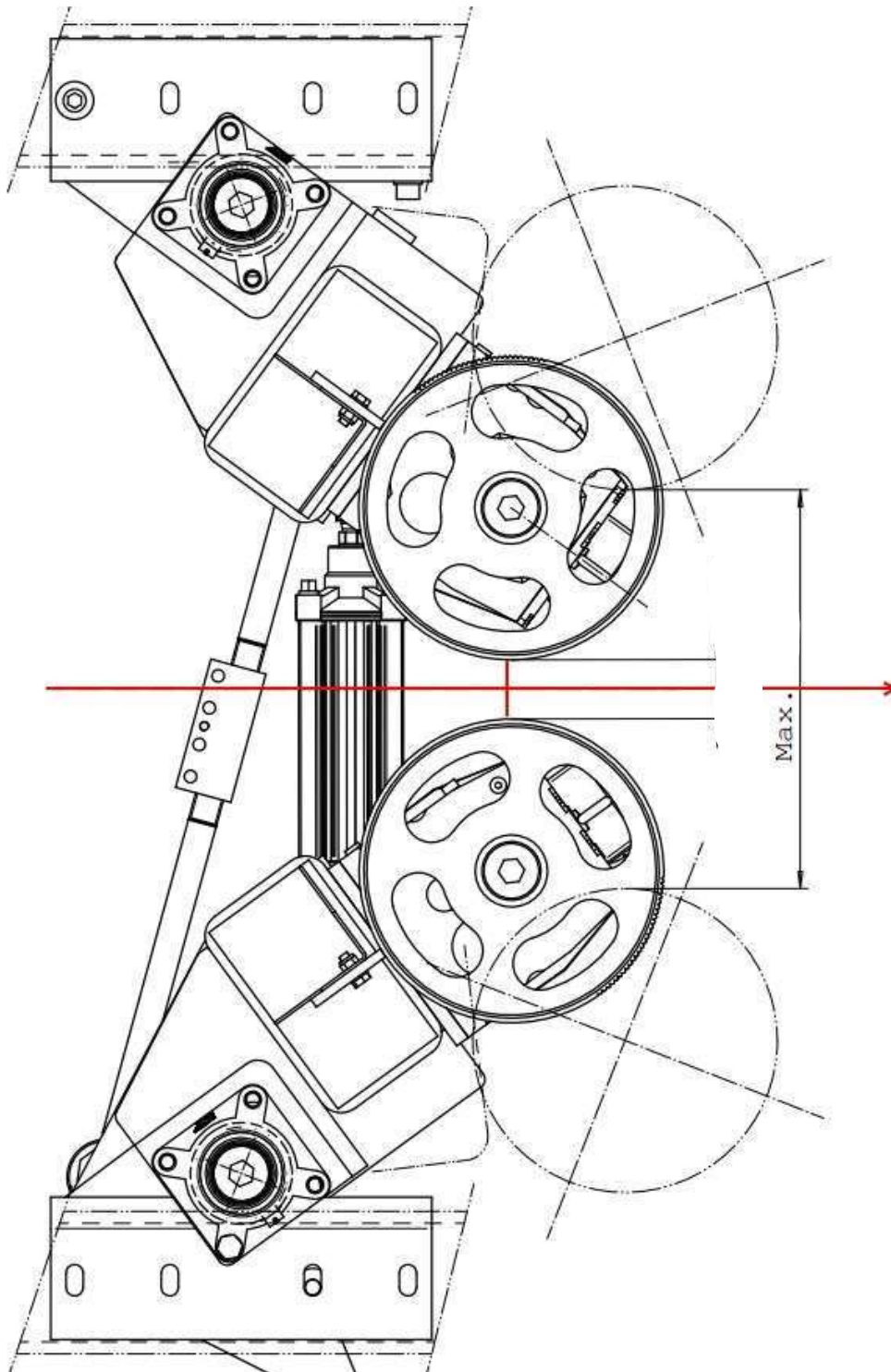
LIITE 16, Keskitystanko mittauskuljettimessa, Veisto Oy, valmistuskuvat



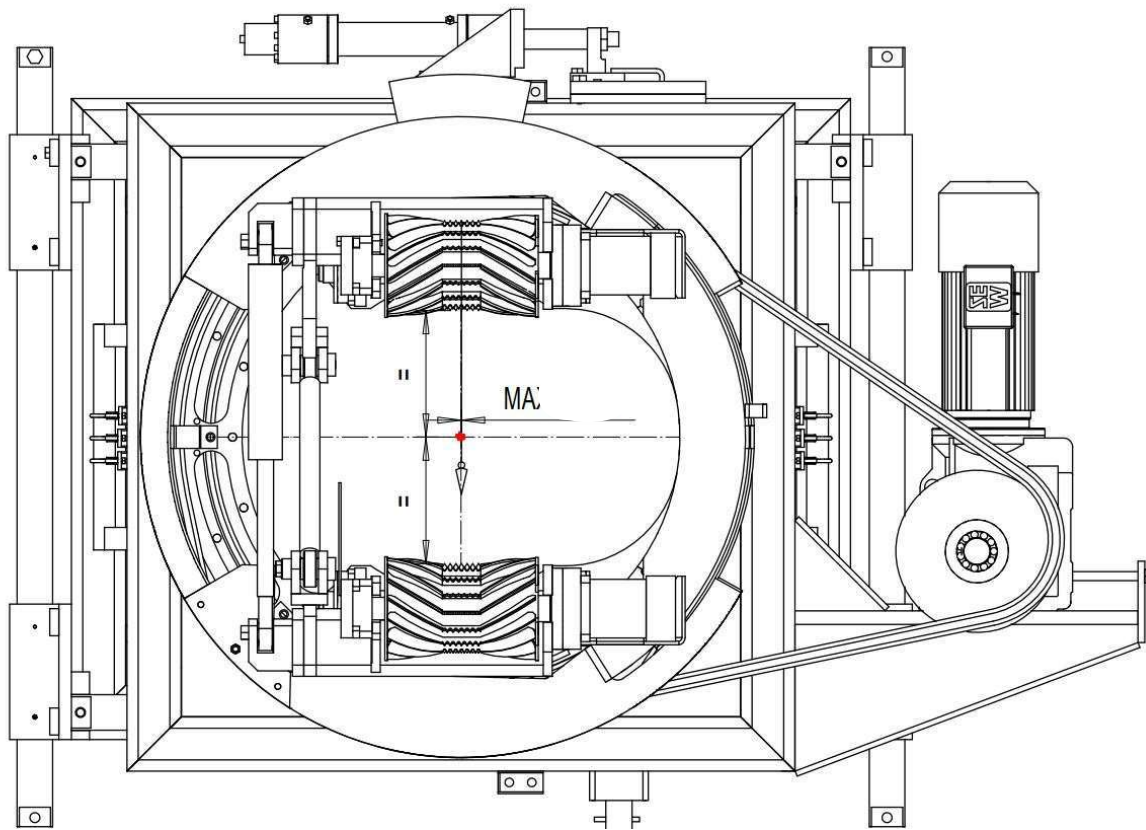
LIITE 17, Mittauskuljetin keskilinja, Veisto Oy, valmistuskuvat



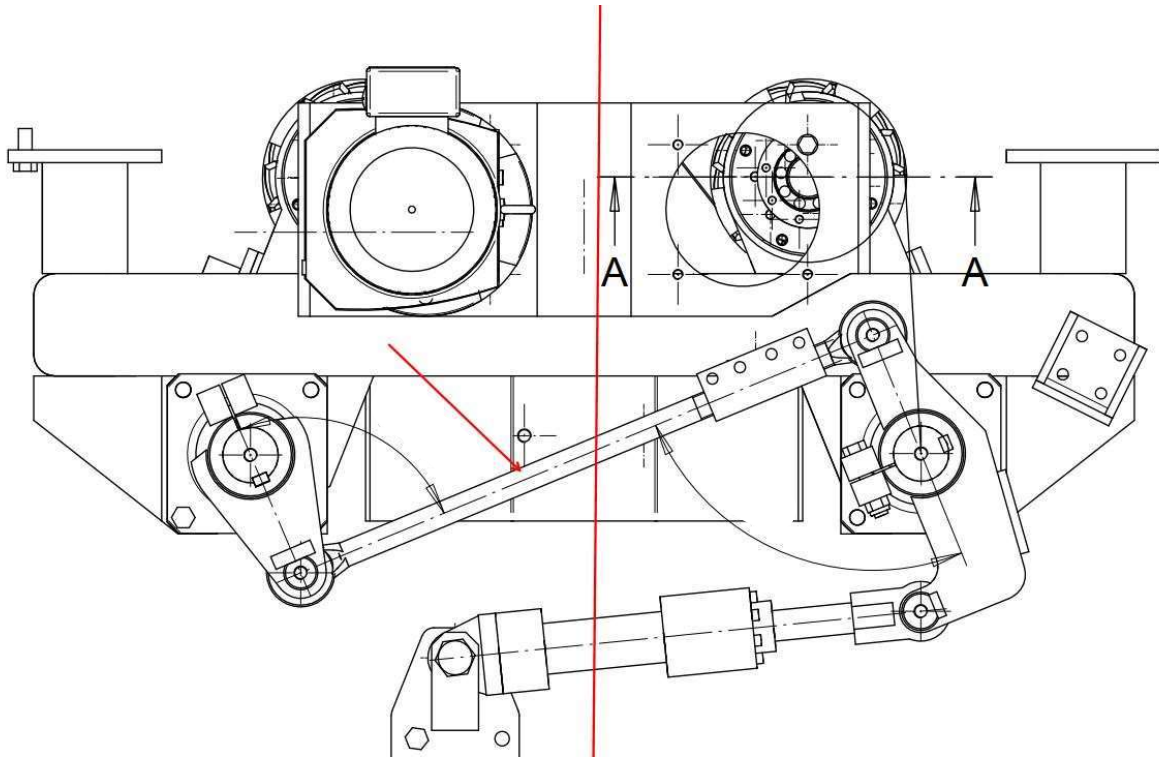
LIITE 18, Pelkanmittauskuljetin keskilinja, Veisto Oy, valmistuskuvat



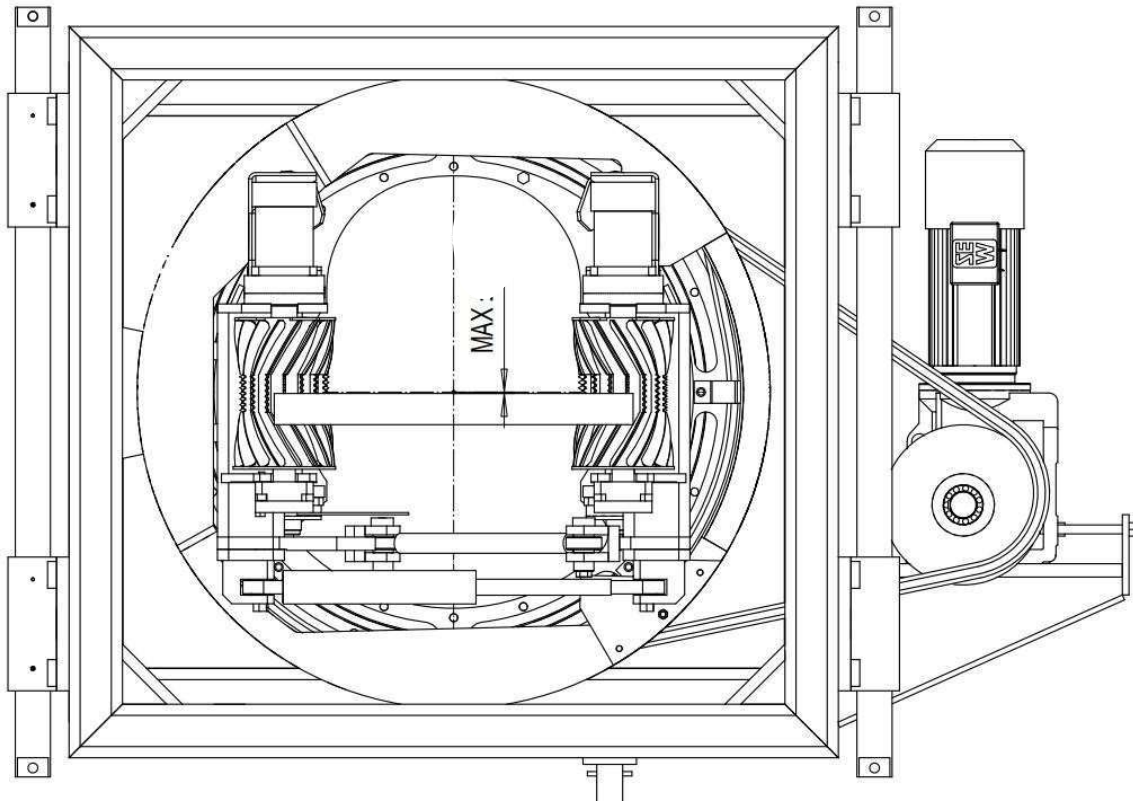
LIITE 19, Tukinpyörittimen ensimmäinen roottori, Veisto Oy, valmistuskuvat



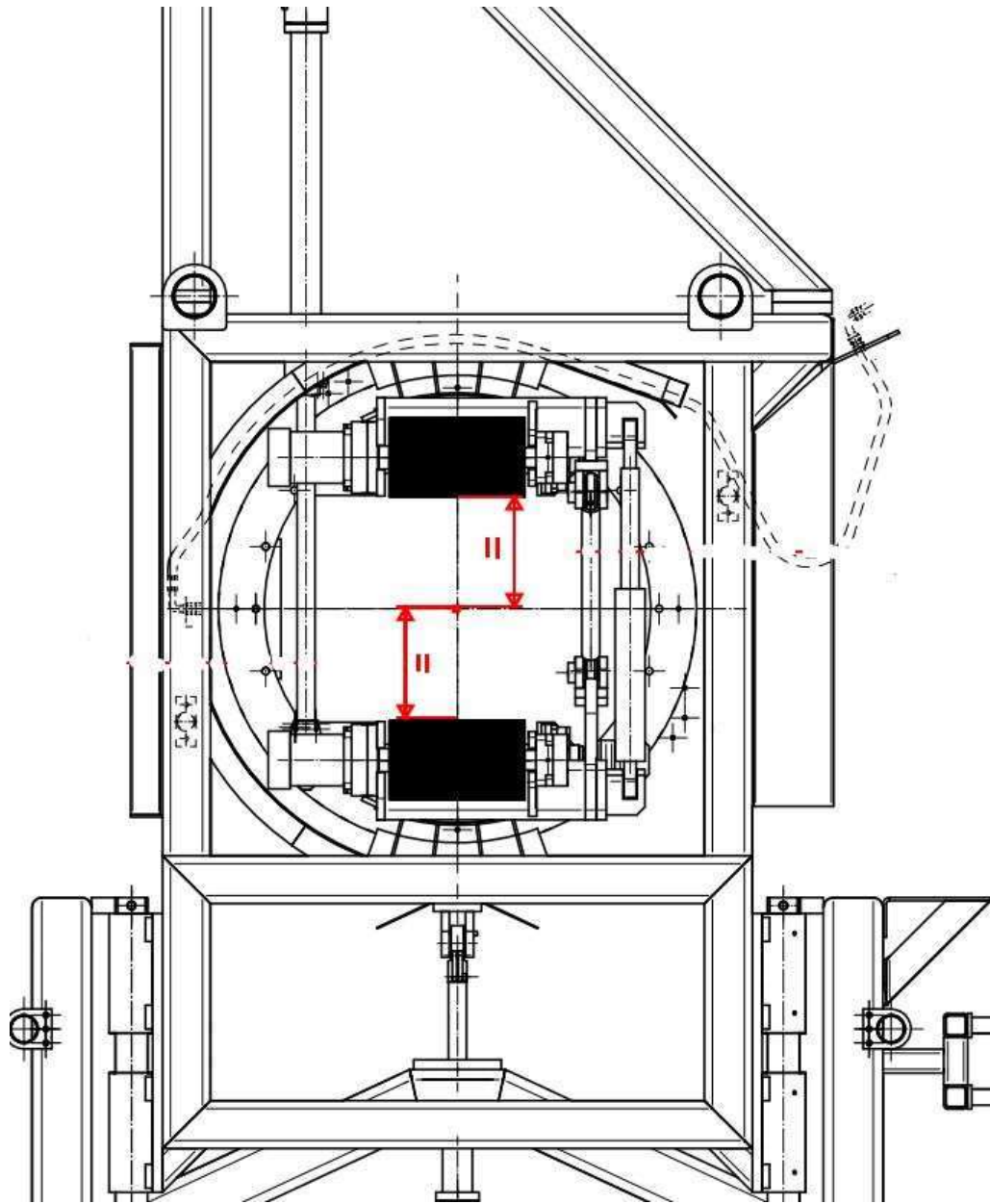
LIITE 20, LogIn keskitystelat, Veisto Oy, valmistuskuvat



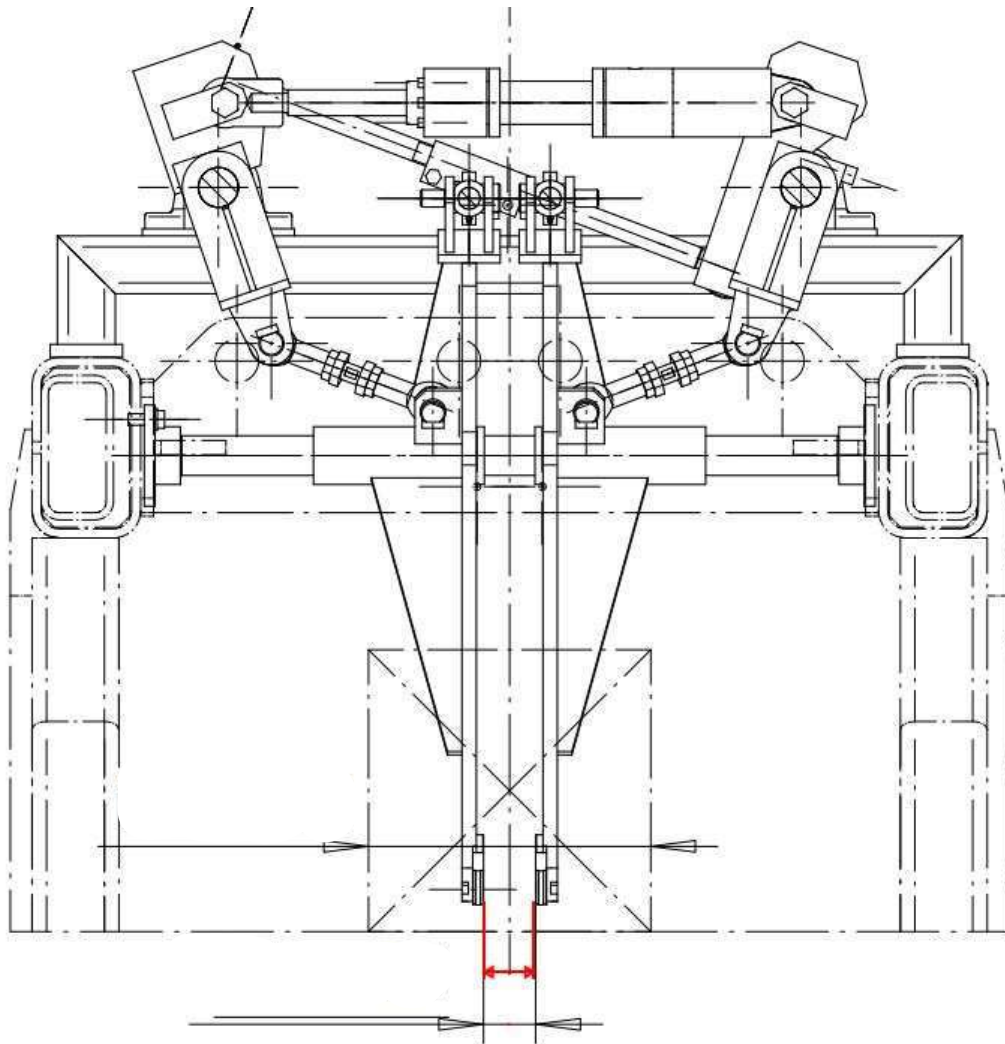
LIITE 21, Tukinpyörittimen toinen roottori, Veisto Oy, valmistuskuvat



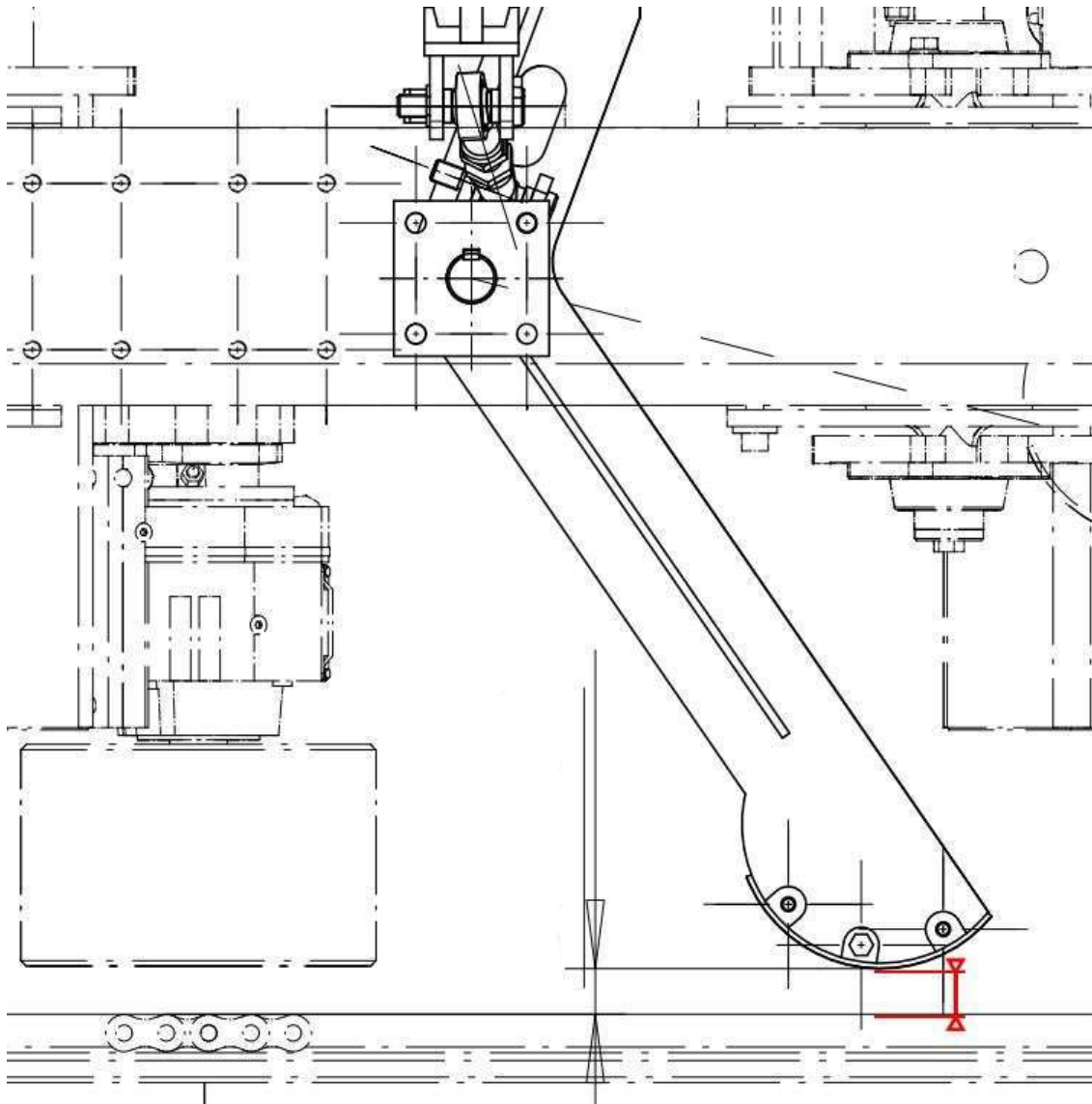
LIITE 22, Pelkankäännin, Veisto Oy, valmistuskuvat



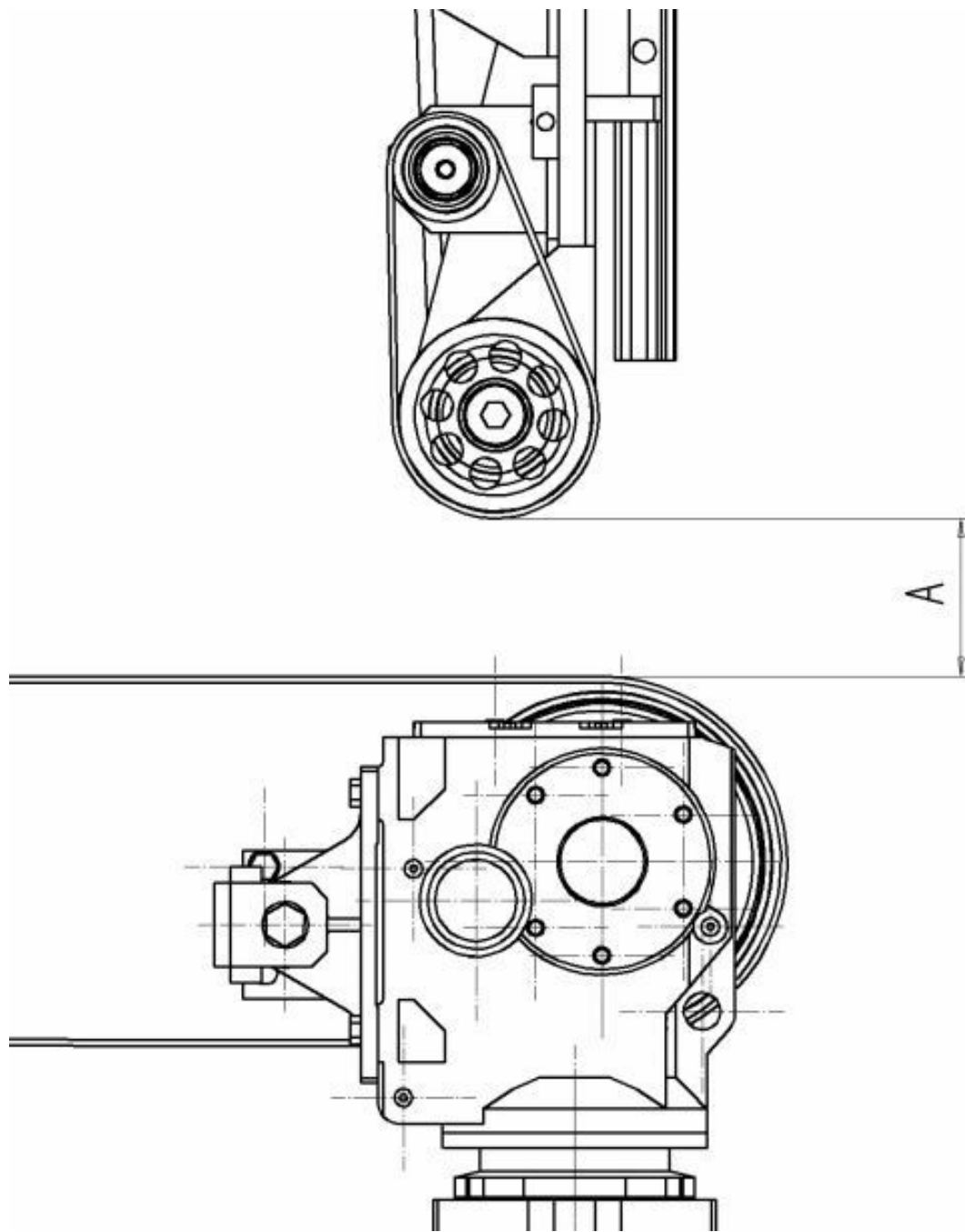
LIITE 23, Laudanerottajat, Veisto Oy, valmistuskuvat



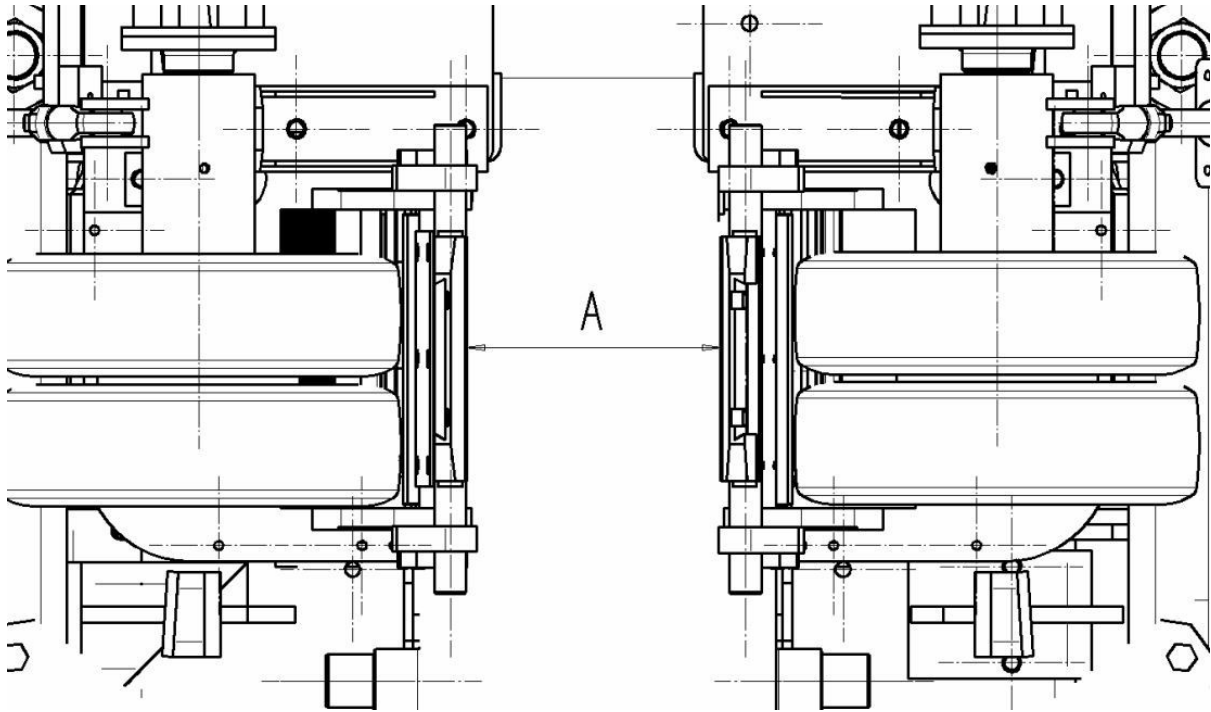
LIITE 24, Laudanerottajat, Veisto Oy, valmistuskuvat



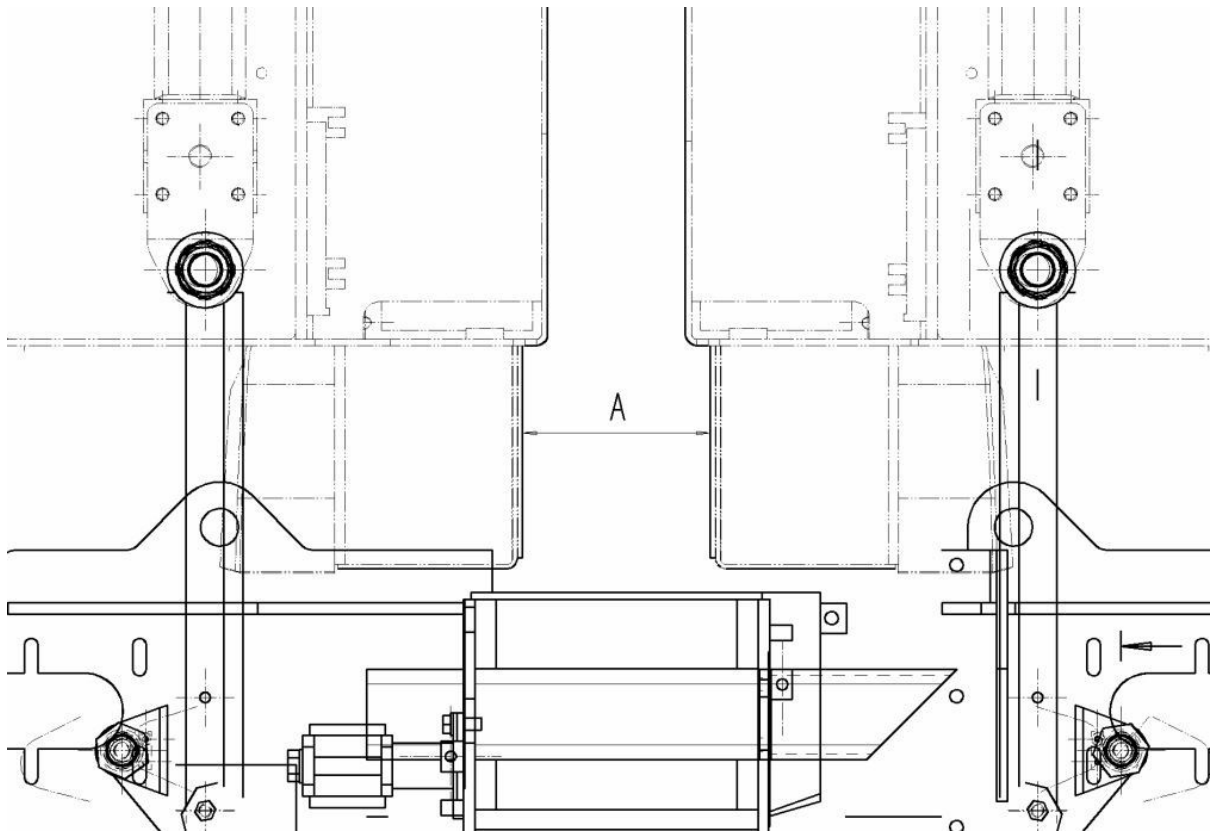
LIITE 25, EK3+ yläpainotelat, Veisto Oy, valmistuskuvat



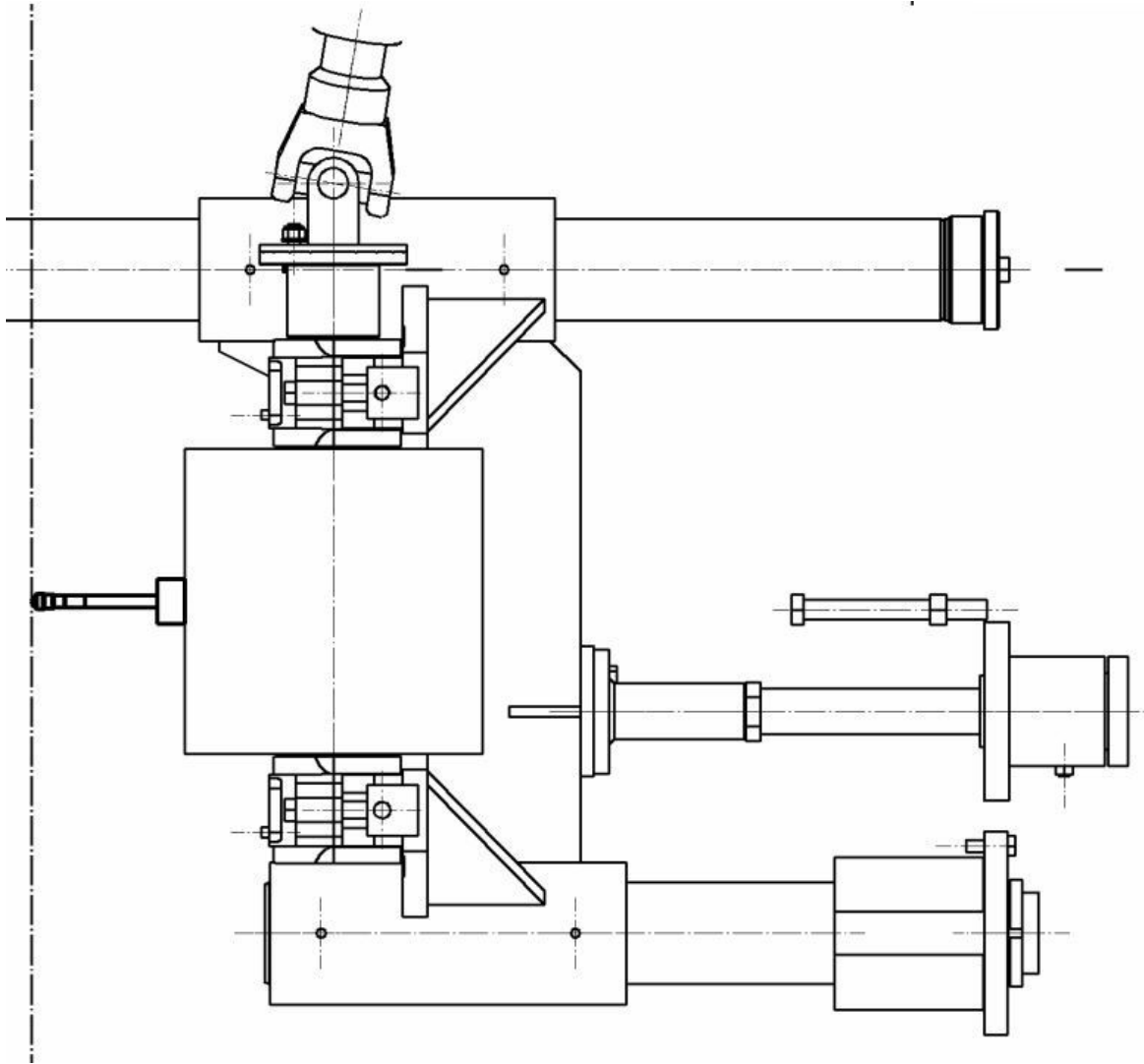
LIITE 26, EK3+ etupää, Veisto Oy, valmistuskuvat



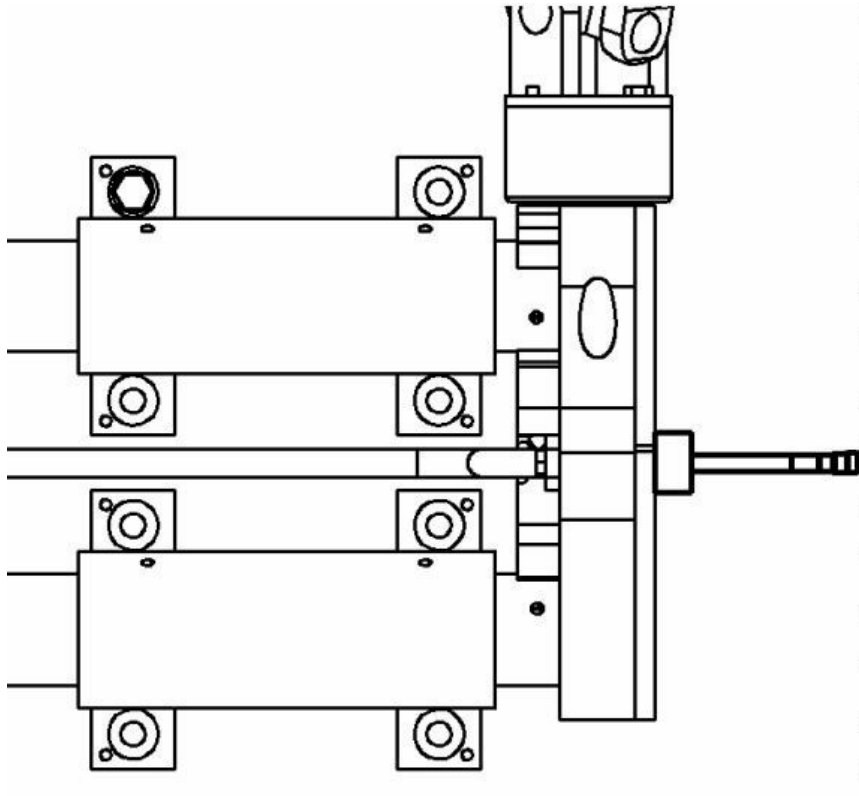
LIITE 27, EK3+ takapää, Veisto Oy, valmistuskuvat



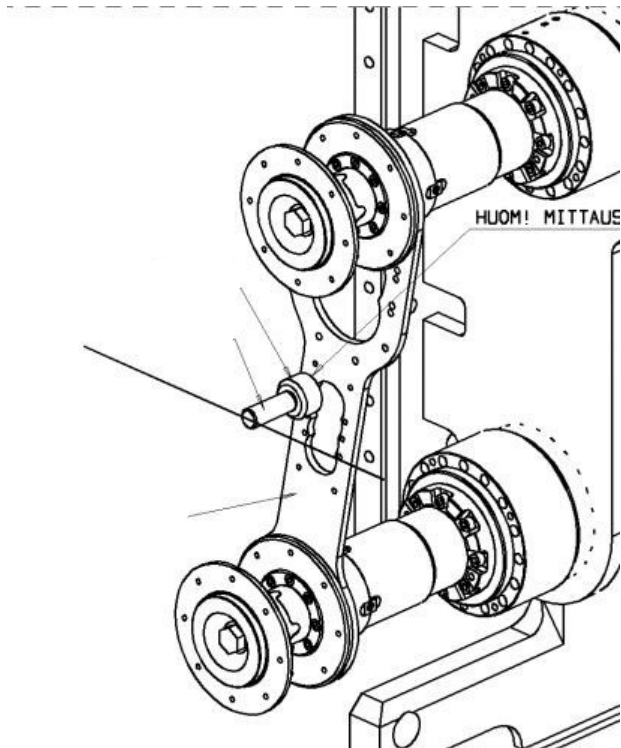
LIITE 28, Pelkkasaha sivusyöttötelat, Veisto Oy, valmistuskuvat



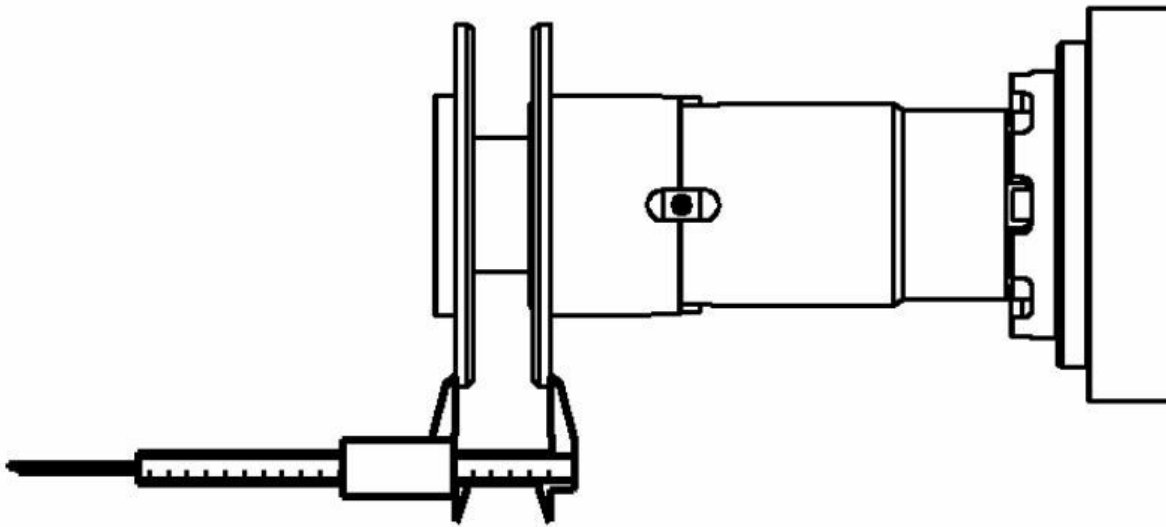
LIITE 29, Pelkkasaha sivuohjain, Veisto Oy, valmistuskuvat



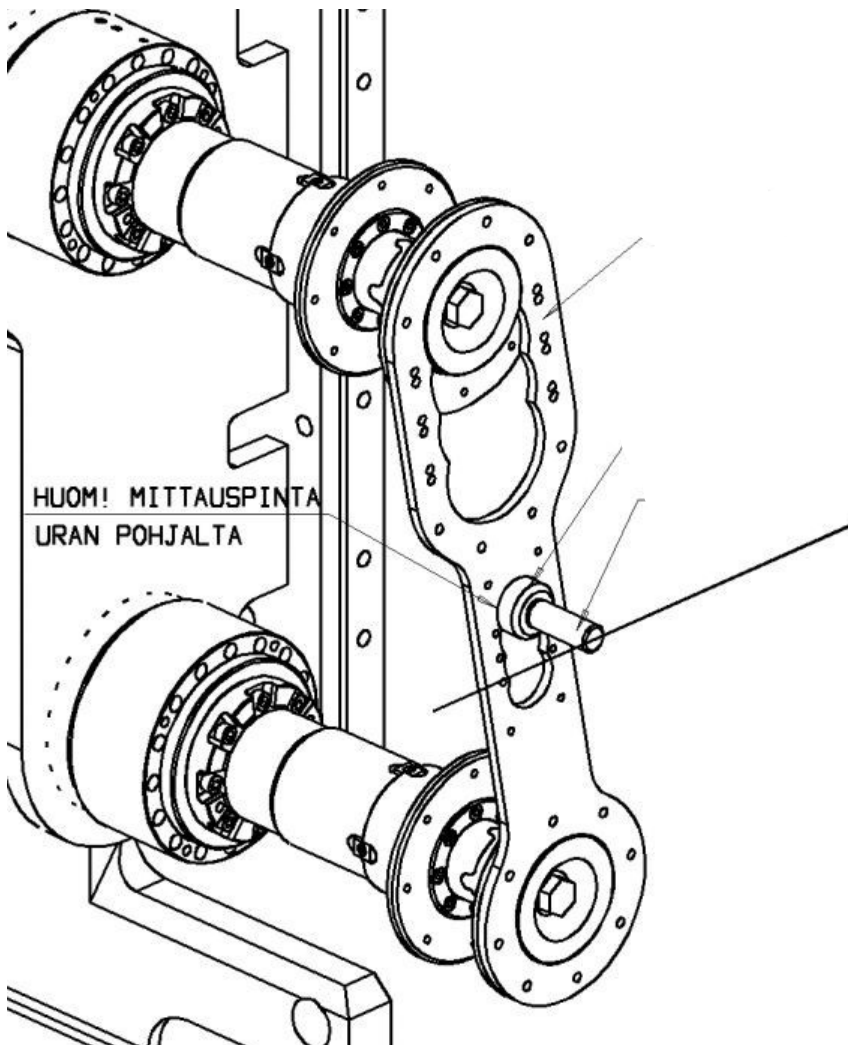
LIITE 30, Ulompi pyöröterä, Veisto Oy, valmistuskuvat



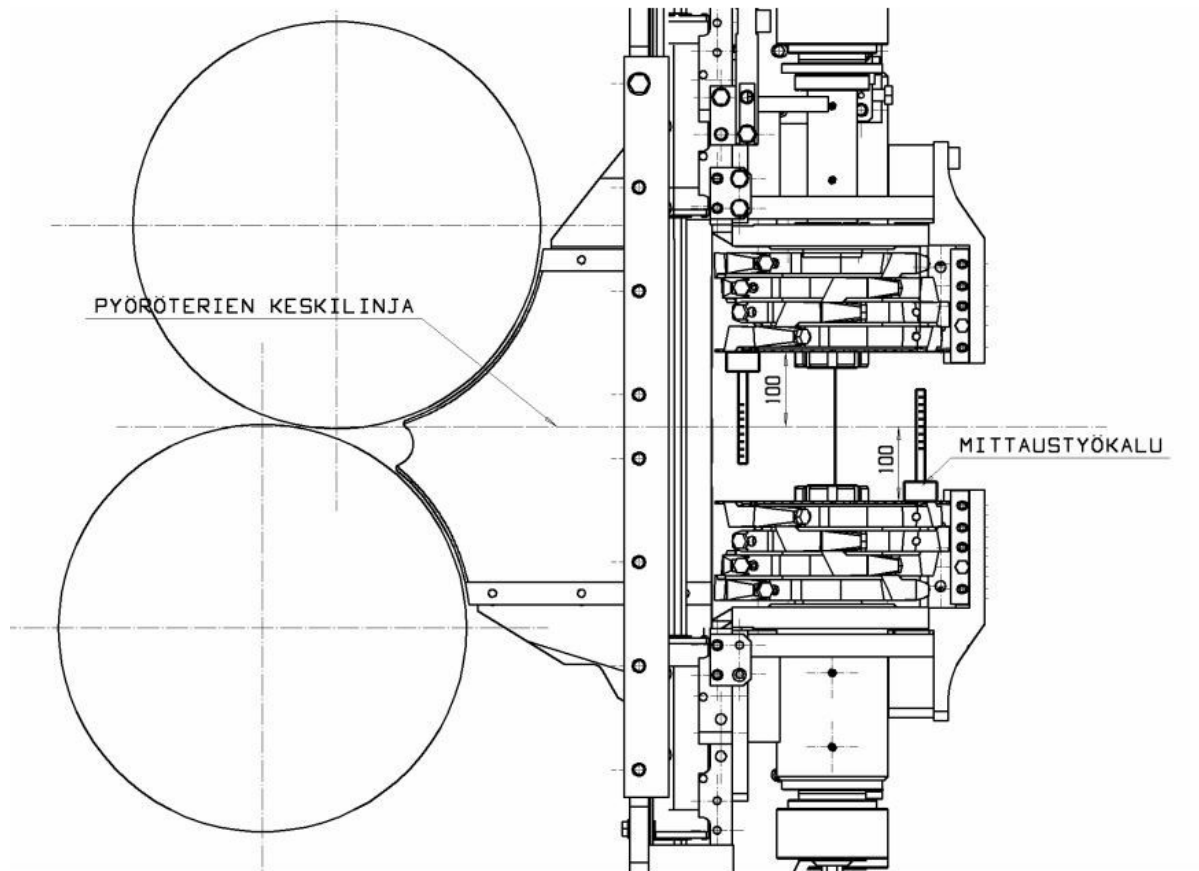
LIITE 31, Sisempi pyöröterä, Veisto Oy, valmistuskuvat



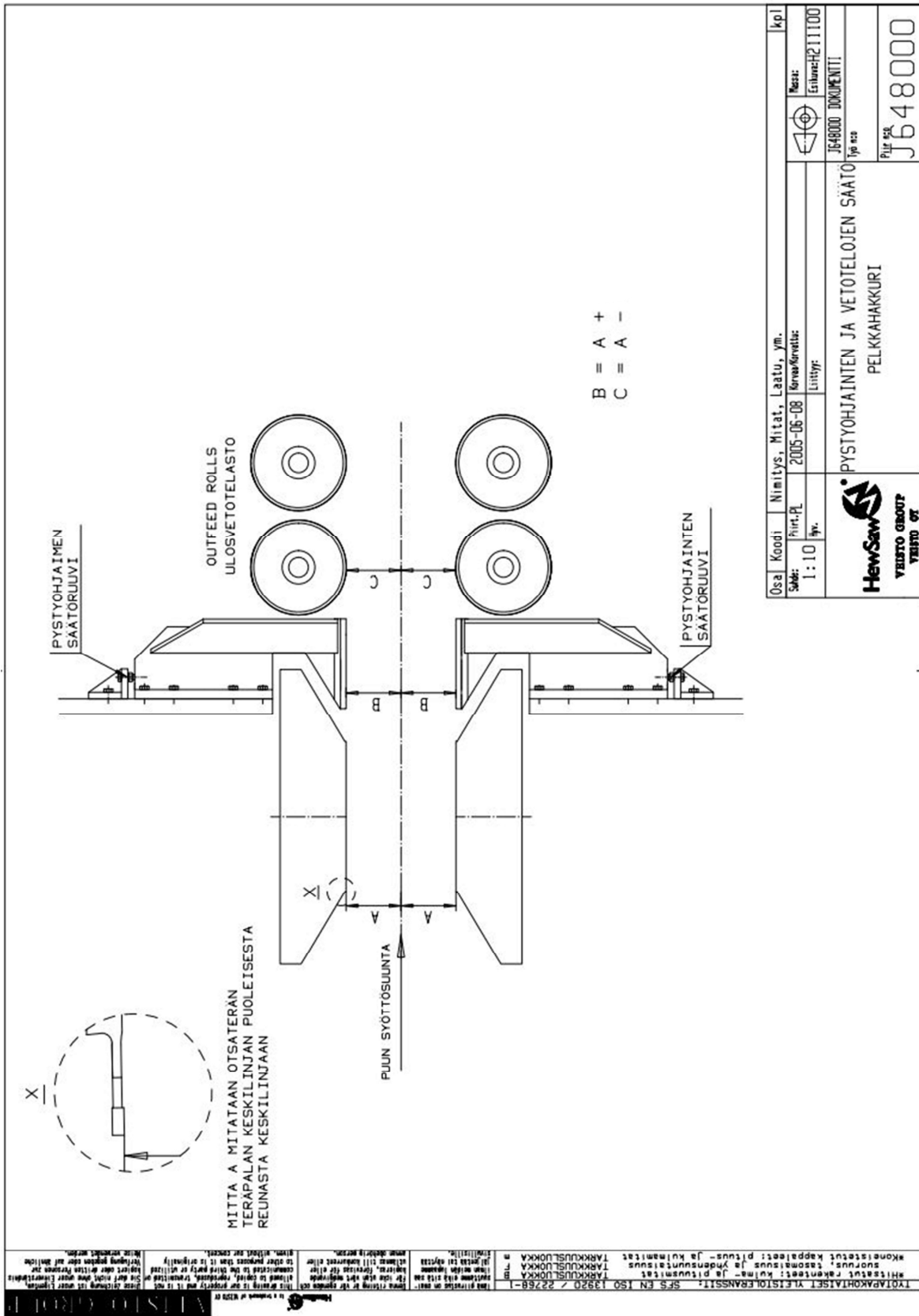
LIITE 32, Sisempi oikea pyöröterä, Veisto Oy, valmistuskuvat



LIITE 33, Särämäyskursot korkeussäätö, Veisto Oy, valmistuskuvat



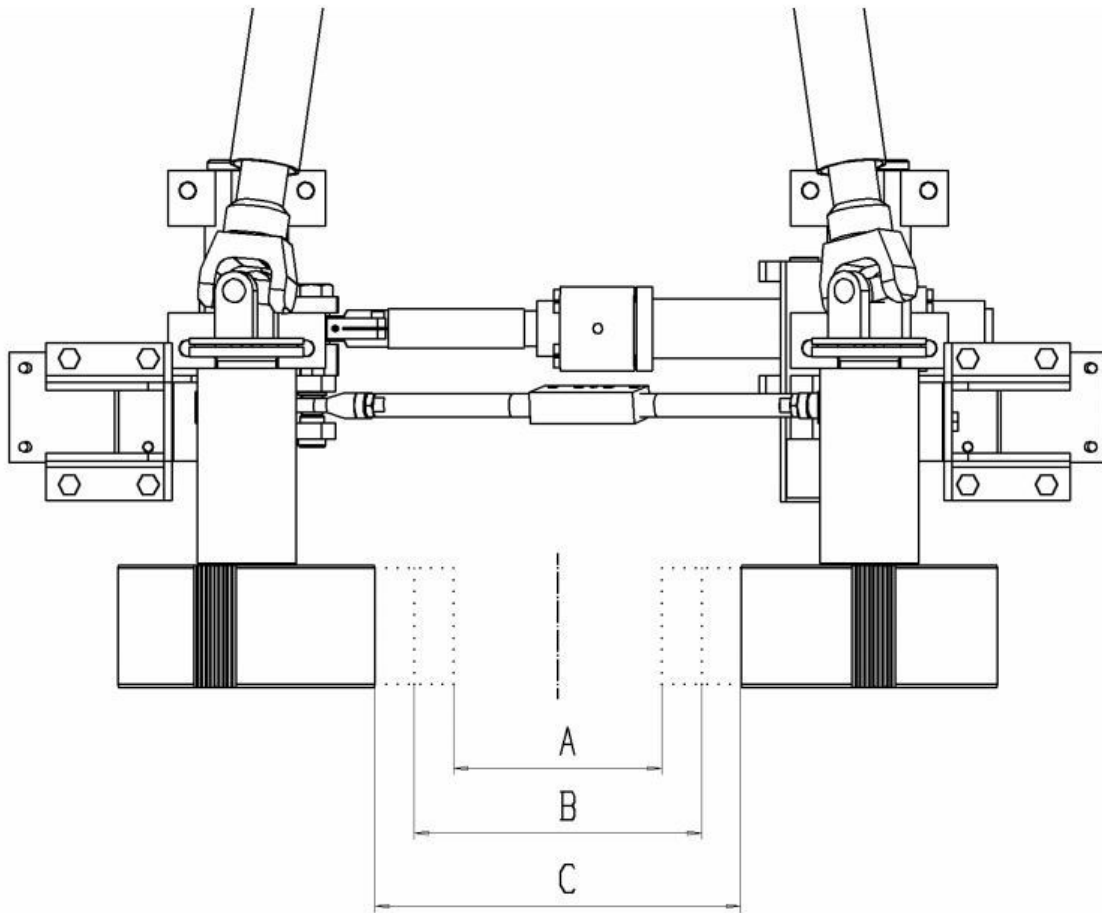
LIITE 35, Pystyohjainten säätö, Veisto Oy, sahakoneen käyttöohjeet



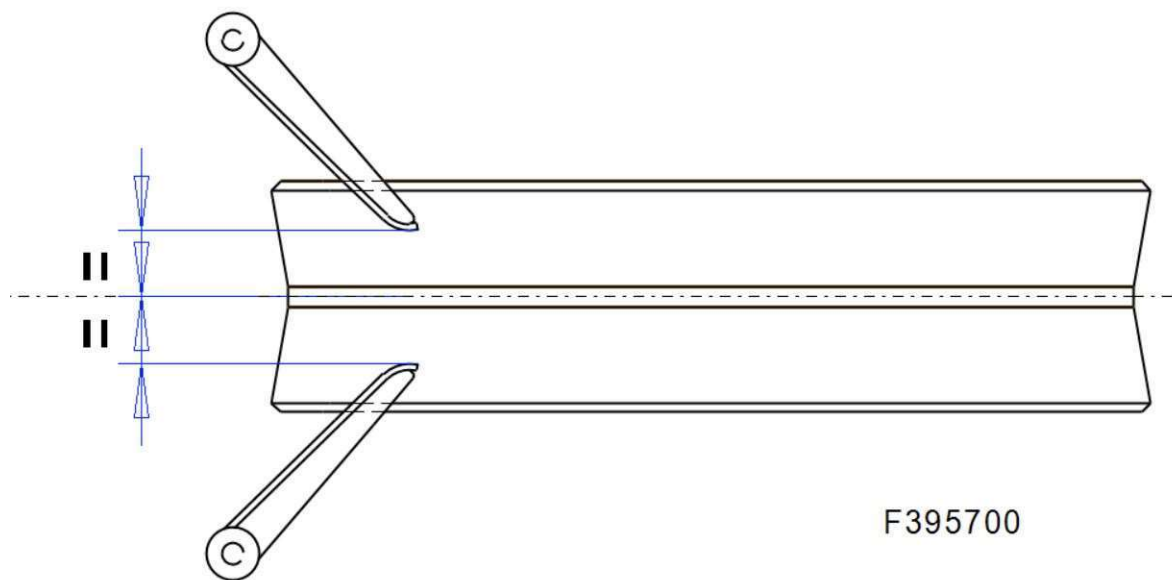
Osa	Koodi	Nimitys, Mitat, Laatu, ym.	kp
Säätö	1:10	2005-06-08	
Yht.		Näkökuvio:	
		Liittyy:	
 VEISTO GROUP VEISTO OY			Mess: Erihuone 211100 J648000 Työ nro Pöytä nro J648000
PYSTYOHJAJAINEN JA VETOTULOJEN SÄÄTÖ PELKKAHAKKURI			

Tämä piirros on tehty
 IEC:n mukaisesti ja se
 on tarkoitettu
 käyttöön
 vain
 Suomessa.
 Tämä piirros on tehty
 IEC:n mukaisesti ja se
 on tarkoitettu
 käyttöön
 vain
 Suomessa.
 Tämä piirros on tehty
 IEC:n mukaisesti ja se
 on tarkoitettu
 käyttöön
 vain
 Suomessa.

LIITE 36, Sivuvetotelojen mittaus, Veisto Oy, valmistuskuvat

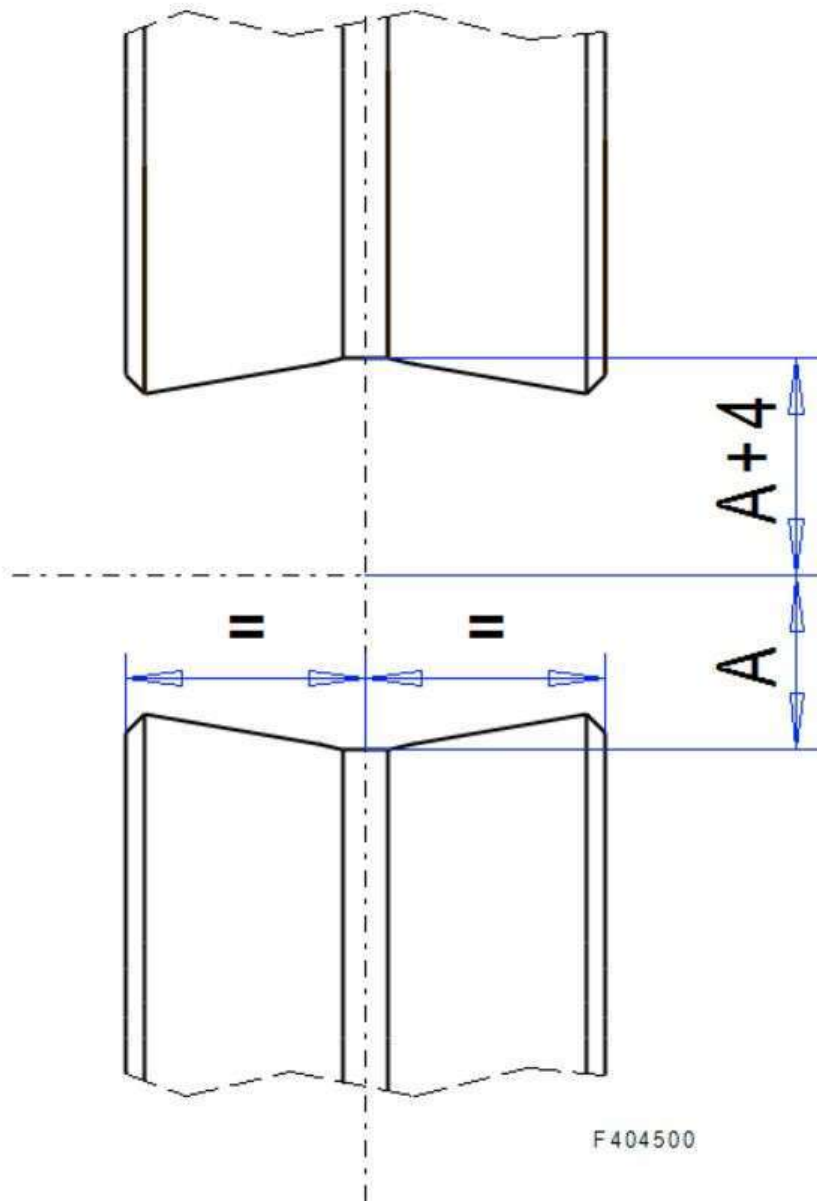


LIITE 37, R200SE, Veisto Oy, sahakoneen käyttöohjeet



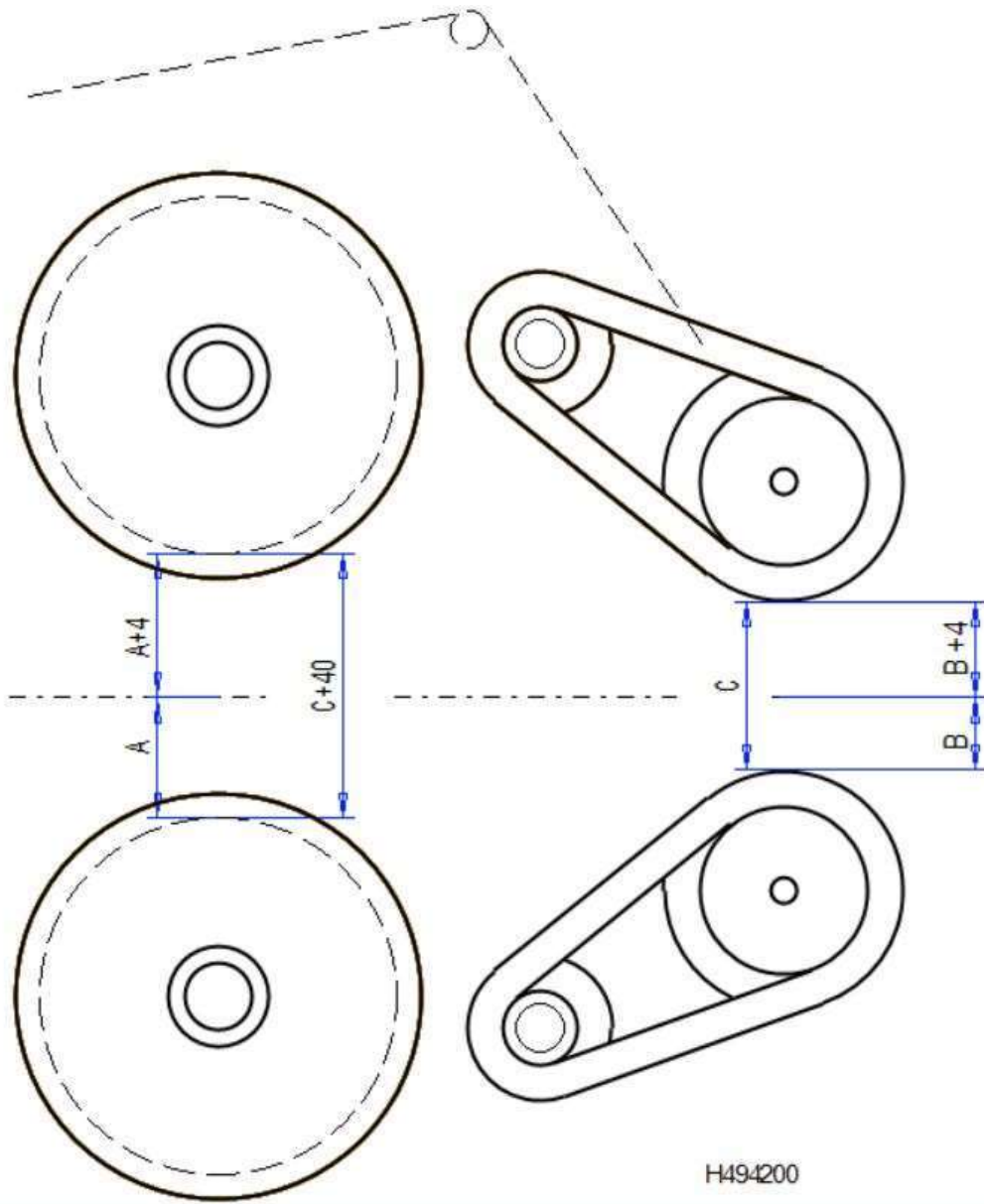
F395700

LIITE 38, R200SE syöttöpyörät, Veisto Oy, sahakoneen käyttöohjeet

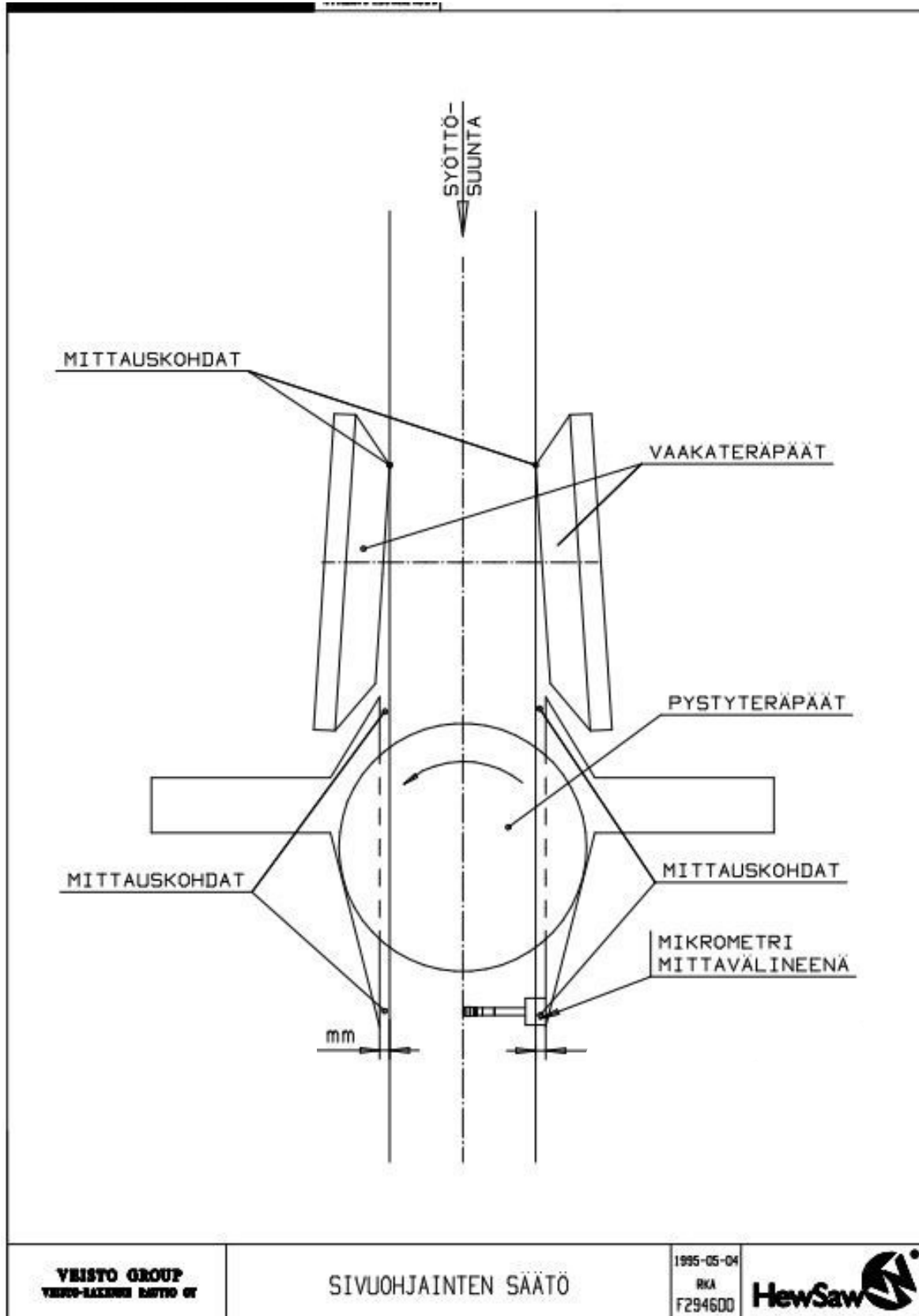


F404500

LIITE 39, R200SE tukkiyhjaimet, Veisto Oy, sahakoneen käyttöohjeet



LIITE 40, R200 SE teräpäät, Veisto Oy, valmistuskuvat



**Yleinen työohje
HewSaw sahakoneiden linjaukseen**

Sisällysluettelo

Sisällysluettelo	2
Sisällys.....	Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.
1 Sanasto.....	3
2 Sahalinjojen rakenne	4
3 Sahausprosessin kulku	6
4 Linjaus	7
Mitä sahakoneen linjaus on ja miksi se tehdään	7
5 Työkalut	7
Linjausmaalit ja keskiviivalanka	7
Mittalaitteet	7
6 Työturvallisuus.....	8
Henkilösuojaimet	8
Sahakoneiden turvalaitteet	9
Turvallisuuustoimet linjaustyössä	9
7 Linjaustyö.....	10
Työjärjestys	10
Keskiviivalangan paikoilleenlaitto	10
Mittausten suorittaminen	10
Säätöjen tekeminen.....	11
Automaatio-ohjelmistot	12
8 Konekohtaiset esimerkit.....	12
Kuljettimet	12
Tukinpyörittimet ja pelkankäännin.....	12
Lajittelijat.....	14
Sahat ja hakkurit	14

1 Sanasto

Pelkka	Tukki, josta on sahattu tai haketettu pois kaksi sivua
Lenko	Tukin luonnollinen käyryys
Saanto	Sahauksen hyötysuhde, kuinka suuri osa ainespuusta saadaan käyttökelpoiseksi tavaraksi.
Etupään syöttö	Vastaa tukin syötöstä sahakoneeseen. Kokonaisuuden muodostavat syöttöpyörät, syöttömoottori sekä niihin liittyvät rakenteet.
Jälkipään veto	Vastaa sahatavaran poistamisesta sahakoneesta. Kokonaisuuden muodostavat ulosvetopyörät/telat, ulosvetomoottorit sekä niihin liittyvät rakenteet.
Keskiviivalanka	Koneen läpi pingotettava lanka, joka kuvaa puun pituussuuntaista keskiakselia. Halkaisija 1 mm.
Oikea ja vasen	Suunnat katsottuna puun syöttösuuntaan.
Otsaterä	Pyöröterä, joka on kiinnitettynä teräpäähän. Otsaterä sahaa tukin sivun irti teräpäähän haketusterien hakettaessa. (LIITE 2, Teräpää otsaterällä ja ilman)
Pystyohjaimet	Pystyteräpäiden jälkeiset ohjaimet, jotka tukevat pelkkaa pystyteräpäiden työstämistä pinnoista. Kiinnitetty pystyteräpäiden petilevyihin, joten ne liikkuvat pystyteräpäiden mukana.
Sivuohjaimet	Ennen pyöröteräyksikköä olevat ohjaimet. Tukevat puuta vaakateräpäiden työstämistä sivupinnoista.
Pyöröteräyksikkö	Pystysuunnassa säädettävä jakosahan teräasetteiden kokonaisuus. Mahdollistaa sahausasetteiden muuttamisen ilman uuden asetekokonaisuuden kokoamista.

Syöttöpyörät	Koneen etupäässä sijaitsevat kumipyörät, jotka syöttävät puun sahakoneen sisään
Särmäysasete	Särmäysyksikön akseleille särmäyskursoista, otsateristä ja välilaiipoista koottava asete, jolla haketetaan ns. pintalautojen sivut pelkka- jakosahauksen jälkeen.
Särmäyskurso	Särmäävä teräkokonaisuus, joka koostuu teräpaloista, jotka on kiinnitetty pultein kursonrunkoon.
Teräpään säätö	Hydrauliservolla, ruuvikäytöllä tai vaihdemoottorilla toteutettu järjestelmä, joka siirtää teräpäättä
Teräasete	Teräholkin ympärille jako- ja reunaholkeista sekä pyöröteristä koottu kokonaisuus. Muutetaan halutun tuotteen mukaan
Reunaholkki	Teräasetteen ulommaiset holkit
Jakoholkki	Sahatavan paksuuden määrittävä holkki, joka asetetaan teräasetteeseen pyöröterien väliin.

2 Sahalinjojen rakenne

Erilaisia sahaus ja konekoonpanoja on suuri määrä, mutta koneista ja koonpanoista riippumatta, linjauksen peruseräaatteet ovat samat. Sahalinjat koostuvat seuraavista osista.

- Mittauskuljetin – Tukinsyötöstä ja kuorinnasta tukki tulee mittauskuljettimelle, jossa tukkimittarilta saatavat tiedot lähetetään sahan ohjausautomaatiikalle. (LIITE 3, Mittauskuljetin ja tukinpyöritin)
- Tukinpyöritin 1R/2R – Tukkimittarilta saadun tiedon mukaan tukinpyöritin kääntää syötettävän puun optimaaliseen sahausasentoon. Kääntö tapahtuu pyörivillä kääntöroottoreilla, joita on yksi tai kaksi paria riippuen tukinpyörittimen mallista. (LIITE 3, Mittauskuljetin ja tukinpyöritin)

- Pelkkahakkuri – Pelkkahakkurin pysty- ja vaakateräpäät hakettavat tukin neljä sivua. (LIITE 4)
- Pelkanmittauskuljetin - Pelkanmittauskuljettimella pelkka mitataan sekä sen pinnanlaatua tarkkaillaan pelkkahakkurin terien kunnon valvomiseksi. Pelkanmittauskuljettimella myös keskitetään pelkka valmiiksi pelkkasahaan syöttöä varten
- Pelkkasaha - Pelkasta sahataan pintalaudat ja ne särmätään pelkkasahassa. Laudan koko optimoidaan pelkanmittauksen perusteella. (LIITE 5)
- Erottelukuljetin – Erottaa pelkkasahan sahaamat sivulaudat ja siirtää ne kuljettimelle.
- Pelkankäännin – Pelkankäännin kääntää pelkan “kyljelleen” valmiiksi syötettäväksi jakosahaan.
- Jakosahan syöttökuljetin - Syöttää pelkan jakosahaan sekä keskittää sen sahausta varten.
- Jakosaha – Jakosaha sahaa pintalaudat ja sydäntavarat pelkasta. (LIITE 6)
- Erottelukuljetin EK3 – erottaa pintalaudan pelkasta ja siirtää sen kuljettimelle.
- Erottelukuljetin EK4 – Erottaa sydäntavaran
- Ristisaha – Sahaa sahatavaranipun vaakasuunnassa, särmää pintalaudat.

3 Sahausprosessin kulku



Yllä olevassa kaaviossa on kuvattu kaksi hyvin erilaista, mutta tyypillistä linjakoonpanoa Veiston sahakoneista.

(LIITTEET 7, 8, 9, periaatekaavio ja layout SL250TRIO sahalinjasta sekä layout R200 sahalinjasta)

4 Linjaus

Mitä sahakoneen linjaus on ja miksi se tehdään

Sahakoneen linjaukseksi kutsutaan säätötyötä, jossa varmistetaan, että jokainen yksittäinen kone sahalinjastossa käyttää samaa keskilinjaa ja että sahakoneiden työliikkeiden sijainnit ovat oikein ohjauslogiikassa (Ukkonen, L. 2019).

Sahakoneen linjauksen tarpeelle on kaksikin syytä. HewSaw sahakoneen suuren sahausnopeuden takia puutavara voi liikkua sahalinjalla jopa neljä metriä sekunnissa. Jos puutavara ei siirry sahakoneista toiseen samaa keskilinjaa pitkin, kohdistuu syöttö- ja kohdistuslaitteisiin ylimääräistä rasitusta. Tämä voi johtaa odottamattomiin laiterikkoihin sekä ennen aikaiseen kulumiseen. Toisen syyn linjaukselle muodostaa modernin sahatuotannon tiukat laatuvaatimukset. Hyvän sahauslaadun lisäksi puutavaran on oltava tarkasti mittojenmukaista. Myös hakkeen palakokovaatimukset edellyttävät sahakoneen säädöiltä tarkkuutta. Linjaus voidaan tehdä aikataulutetusti tietyin väliajoin tai jos työstöjälki on heikko, eikä puu kulje ongelmitta koneen läpi. Tällaisissa tapauksissa tulee kuitenkin ensin varmistaa terien kunto ja koneen muu normaali toiminta.

5 Työkalut

Linjausmaalit ja keskiviivalanka

Keskiviivalanka kuvaa linjauksessa puun pituussuuntaista keskiakselia. Keskiviivalanka on 1mm paksuinen teräslanka. Keskilanka kiristetään taljan avulla linjausmaalien välille.

Linjausmaalit eli keskiviivalanganpitimet pitävät linjauksessa käytettävää keskiviivalankaa paikoillaan. Keskiviivalangan pitimet ovat kutakin koneyksilöä varten valmistetut ja ne kiinnitetään asennustyön ajaksi sokkien avulla kohdistettuna pultein koneen runkoon. (LIITE 10, esimerkki keskiviivalangan pitimestä)

Mittalaitteet

Pääasiallinen mittalaite linjaustyössä on **sisämikrometri** varustettuna magneettisella ja kosketustunnistimella varustetulla jalalla. Mikrometrillä varmistetaan

mitattavan pinnan etäisyys keskilankaan. Mikrometrinä on myös muokattuja versioita, joiden pituus on vakio ja kosketustunnistimen valo on johdon päässä. Tätä käytetään muun muassa pelkkasahan linjauksessa. Mikrometrin ohella tarvitaan myös **työntömittaa**. (LIITE 11, mikrometri)

Vaaituskojeen rooli on sahakoneen ensiasennuksessa suurempi, mutta myös linjaustyössä sille on käyttöä. Vaaituskojetta käytetään muun muassa jakosahan pystysuunnassa liikkuvien kursojen korkeussäädössä.

Konekohtaiset mittaustyökalut vaihtelevat konetyypeittäin, tyypillinen konekohtainen mittaustyökalu on levy, joka kiinnitetään teräpäihin, jotta saadaan hyvä kiinnityspinta muille mittatyökaluille. (LIITE 12, Esimerkki konekohtaisesta kalibrointityökalusta)

Linjausviivain on tukeva alumiiniviivain, jolla voidaan tarkastaa kahden pinnan yhdensuuntaisuus

Luotilankaa käytetään esimerkiksi vetotelojen ja rullien sivuttaisen aseman mittaamiseen.

6 Työturvallisuus

Henkilösuojaimet

Sahalaitoksilla huoltotöitä suorittaessa on huolehdittava henkilösuojainten käytöstä. Seuraavia suojaimia on suositeltavaa käyttää tai tarvittaessa käytettävä:

- Silmäsuojaimet
- Turvakengät
- Huomiovaatteet
- Kypärä
- Suojakäsineet
- Putoamissuojaimet

Myös sahalaitoksilla voi olla omia suojaruustekäytäntöjä, joita tulee noudattaa. Esimerkkinä Metsä Group sahojen turvallisuusohje ulkopuolisille toimijoille:

”Suojaruusteiden ja muiden turvallisuusmääräysten osalta noudatetaan tehdasalueen vähimmäisvaatimuksia sekä turvallisuus suunnitelmassa määriteltyjä suojaruusteita. Työnsuorittajan on käytettävä lisäsuojaruusteita, mikäli työtehtävä niin vaatii.” (Metsä Group 2018)

Sahakoneiden turvalaitteet

Sahakoneille tehtävien huolto- ja säätötoiden turvallisuuden parantamiseksi koneet on varustettu useilla erilaisilla turvajärjestelmillä. Jotta turvalaitteista saataisiin optimaalinen hyöty, on niitä käytettävä oikein, sekä niiden kuntoa on valvottava. On myös huomioitava, että riippuen koneen valmistusajankohdasta ja asennuspaikasta, voi turvalaitteissa ja niiden käytössä olla eroja.

Sahalinjoissa on seuraavanlaisia turvalaitteita:

- Pyörintävahtireleet - estävät sahan suojaruukkujen avaamisen ennen kuin teräpäiden ja teräyksiköiden moottorit ovat pysähtyneet.
- Suojaruukkujen turvarajakytkimet – ruukkujen ollessa avattuja kytkimet estävät ohjausjännitteen kytkeytymisen päälle. (LIITE 13)
- Turva-aidat – kuljettimien, tukinpyörittämien sekä lajittelijoiden ympärillä on turvarajakytkimin varustetut suoja-aidat. Turvarajakytkimessä olevaan valkoista painonappia painamalla ovi avautuu. Oven sulkemisen jälkeen kytkin kuitataan keltaisella/sinisellä painikkeella. (LIITE 14)

Ruuvikiinnitteisissä luukuissa ei ole edellä mainittuja turvalaitteita, luukkuja ei saa avata moottoreiden pyöriessä.

Turvallisuustoimet linjaustyössä

Ennen töiden aloittamista on katkaistava ohjausjännite sekä varmistettava, ettei sitä voida kytkeä päälle. Hydraulikka sekä paineilmajärjestelmä on sammutettava ja jälkimmäisestä tulee päästää paine pois. Muutamissa työvaiheissa onnistunut linjaustyö vaatii paineiden päällä olon. Näissä tapauksissa tulee käyttää

työhön tarkoitettuja väliaikaisia rajoittimia liikkuvien koneenosien välissä puristumisvaaran poistamiseksi.

7 Linjaustyö

Työjärjestys

Sahalinjaston linjaustyö suoritetaan kone kerrallaan puutavaran etenemissuuntaan. Mikään linjaustyön osa ei sinänsä tätä järjestystä edellytä, mutta selkeyden ja järjestelmällisyyden takia on tätä totuttu käyttämään.

Tämä kuitenkin mahdollistaa normaalista työjärjestyksestä poikkeamisen esimerkiksi tilanteissa, joissa ei ole aikaa linjata kuin osa sahalinjan koneista. Tällöin voidaan linjaukset suorittaa siihen koneeseen, joka sitä eniten tarvitsee lopun linjaustyön odottaessa seuraavaan huoltokertaan.

Keskiviivalangan paikoilleenlaitto

Konekohtaiset keskiviivalanganpitimet asennetaan paikoilleen koneen kumpaankin pätyyn niille tarkoitettuihin paikkoihin. On varmistettava, että pitimet eivät ole vaurioituneet ja ne asettuvat oikein paikoilleen. Tämän jälkeen keskiviivalanka kiristetään paikoilleen siten, että se kulkee pitimissä olevien hahlojen lävitse. Keskiviivalangan paikoilleenkiristämisessä käytetään apuna pientä ketjutaljaa ja kiinnityspisteinä sahalinjan soveltuvia osia. Keskiviivalangan riittävä kireys on saavutettu, kun lanka ei helposti poikke keskilinjasta sormella painaen. Lopuksi on varmistettava, ettei kiinnityspisteiden välillä mikään sahakoneen osa kosketa lankaa ja käännä sitä vinoon.

Mittausten suorittaminen

Linjauksessa suoritettavissa mittauksissa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta mitataan koneenosan tietyn pinnan etäisyyttä keskilankaan. Jotta mittaus tulokset ovat kelvollisia on:

- Seurattava mittalaitteiden valmistajan käyttöohjeita (mikrometrit, vaaituskojeet)

- Varmistettava ennen mittausta, että mitattava koneenosa on ehjä. Vääntyneet tai pahoin kuluneet jakoveitset, laakerivauriot yms. estävät onnistuneet mittauksen suorittamisen
- Varmistuttava, ettei mittauspinnalla ole epätasaisuuksia (epäpuhtauksia), jotka voivat häiritä mittalaitteen asettumista oikeaan asentoon mittausta varten. Tämä on erityisen tärkeää magneettijalalla varustettua mikrometriä käyttäessä. (LIITE 15, Mikrometri kiinni otsaterässä)

Säätöjen tekeminen

Linjauksessa tehtyjen mittausten mukaiset säädöt tehdään pääsääntöisesti kolmella tapaa:

- Koneen ohjauspaneelin kautta, asettamalla mitatut arvot ohjauslogiikkaan. Tämä säätötapa on yleisimmin koneiden työliikkeissä.
- Mekaanisesti säätämällä laakeripesien sijainteja, yhdystankojen/keskitystankojen pituuksia tai hydraulisynterierien/männänvarsien sijaintia kiinnikkeissä. Säätö mekaanisilla keskitystangoilla on yleinen esimerkiksi syöttöteloissa ja syöttöpyörissä, jotka toimivat pareittain. (LIITE 16, keskitystanko)
- Säätämällä asennuskorkeutta lisäämällä tai vähentämällä asennuslevyjä (shimmejä). Asennuslevyillä säädetään esimerkiksi pelkkahakkurin sivuohjaimia.

Ohjauslogiikkaan mitattuja mittoja syöttäessä on oltava tarkkana, että tiedot tallennetaan oikean kohdan mittaustuloksiksi. Varsinkin särmäisyksiköissä on sekaantumisen vaara.

Mekaanisia säätöjä tehdessä on varottava, ettei säätö pääse muuttumaan säädön lukittavia kiinnittimiä kiristäessä.

Tarvittavien säätöjen tekemisen jälkeen on aina suoritettava uusintamittaus, jotta varmistetaan, ettei säätöä ole tehty väärin eikä säätö ole päässyt muuttumaan säätöä lukittaessa.

Automaatio-ohjelmistot

Veiston sahakoneita on vuosien aikana toimitettu usean eri toimittajan ohjelmilla ohjauslogiikoilla. Ohjauslogiikan toimittajia ovat olleet muun muassa OT-Control, Prologic+ sekä vanhemmissa koneissa Lisker Oy. Pienistä käytävyyseroista huolimatta ohjelmistojen peruseräaatteet ovat samat linjaustyön osalta eikä ohjelmistojen käyttöön tässä työssä perehdytä tarkemmin.

8 Konekohtaiset esimerkit

Konekohtaisten erojen takia täysin yleispätevää linjausohjetta ei voi antaa. Tämän takia tässä kappaleessa käydään läpi esimerkkiluonteisesti yksityiskohtaisemmin muutaman tyyppillisen konemallin linjausprosessi. Vaikka eroja kehitysversion, asennusvuoden ja asennuskokoonpanon takia muodostuukin, voidaan samoja mittaustekniikoita ja -järjestystä, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta, käyttää myös muissa koneissa. Ennen linjaustyötä on kuitenkin ehdottomasti selvitettävä konekohtaiset säätöarvot.

Kuljettimet

Mittauskuljetin (LogIn)

1. Mitataan sivutelojen symmetrisyys keskilinjaan. Säädetään tarvittaessa keskitystangon pituutta muuttamalla. (LIITE 17)

Pelkanmittauskuljetin

1. Säädetään sivutelojen etäisyys keskilankaan symmetrisiksi keskitystangolla. (LIITE 18)
2. Mitataan telojenväli, merkitään tulokset ohjauslogiikkaan. Telojen liike on epälineaarinen vipuvarsien takia, joten mittaukset on suoritettava auki-keski- ja kiinniasennossa.

Tukinpyörittimet ja pelkankäännin

LogIn 2R Tukinpyöritin

1. Tukinpyöritin 1, pystyliikkeen säätö. Verrataan tukinpyörittimen roottorin keskilinjaa seuraavan koneen keskilinjaan vaaituskojetta apuna käyttäen.

Asetearvon ollessa 0 tulisi roottorin telojen keskilinjan olla samalla tasolla seuraavan koneen keskilinjan kanssa. Jos keskilinjoissa havaitaan ero, mitataan ja korjataan.

2. Tukinpyöritin 2, pystyliikkeen säätö tehdään kuten edellisessä.
3. Käännetään ensimmäinen telapari siten, että kääntökehä on kumityynyjä vasten. Merkitään ohjausautomaatiikkaan telaparin vaakasuora asento.
4. Avataan ja suljetaan telat 300mm etäisyydelle toisistaan käyttäen pyöritimen hydrauliiikkaa. Mitataan telojen etäisyys keskilangasta mittauspintana telan pinta piikkien välissä. Säädetään tarvittaessa servosylinteriä käyttäen (toleranssi +/- 1mm).
5. Tarkastetaan telojen vaakasuuntainen asema keskilinjasta asettamalla ylemmän telan keskelle luotilanka. Tarvittaessa säädetään vaakasuunnan servosylinterillä (toleranssi +/- 1mm) (LIITE 19)
6. Säädetään keskitystelojen väli symmetriseksi keskilangasta mitaten, mittauspintana telaprofiilin pohja. Säädetään tarvittaessa käyttäen yläpuolella olevaa keskitystanko. (LIITE 20)
7. Käännetään toinen telapari siten, että kääntökehä on kumityynyjä vasten. Merkitään ohjausautomaatiikkaan telaparin pystysuora asento.
8. Mitataan telojen etäisyys keskilinjasta mittapintana telan pinta piikkien välissä. Säädetään tarvittaessa servosylinteriä käyttäen toleranssi +/- 1mm) (LIITE 21)

Pelkankäännin

1. Käännetään telapari siten, että kääntökehä on kumityynyjä vasten. Merkitään ohjausautomaatiikkaan telaparin vaakasuora asento.
2. Avataan ja suljetaan telat 300mm etäisyydelle toisistaan käyttäen kääntimen hydrauliiikkaa. Mitataan telojen etäisyys keskilangasta käyttäen mittauspintana telan keskiripoja. Tarvittaessa säädetään asemointisylinterillä (toleranssi +/-1mm). (LIITE 22)

Lajittelijat

Erottelukuljetin EK2

1. Mitataan sivuvetotelojen etäisyys keskilinjasta, säädetään käyttäen kunkin telaparin säätötangolla. Etäisyys keskilangasta tulee olla kaikilla teiloilla sama.
2. Mitataan laudanerotuspainimien keskeisyys keskilankaan ja säädetään tarvittaessa keskitystangosta. Mitataan painimien väli ja syötetään ohjauslogiikkaan. (LIITE 23)
3. Mitataan laudanpainajien etäisyys ohjainketjuun, merkitään tieto ohjauslogiikkaan. (LIITE 24)
4. Ajetaan sivuvetotelat auki asentoon ja mitataan telojen väli, merkitään tieto ohjauslogiikkaan.

Erottelukuljetin EK3+

1. Yläpainotelojen etäisyys kuljetinmatosta mitataan, merkitään mitta ohjauslogiikkaan. (LIITE 25)
2. Mitataan vastinrullien väli, merkitään mitta ohjauslogiikkaan. (LIITE 26)
3. Mitataan takarunkojen väli, merkitään ohjauslogiikkaan. (LIITE 27)

Sahat ja hakkurit

Pelkkasaha (SL250TRIO)

Pelkkasahan linjaustyön onnistumisen kannalta on ehdottoman tärkeää, että työvaiheet suoritetaan numerojärjestyksessä.

1. Mitataan kummankin sivusyöttötelan etäisyys keskilangasta, merkitään mittaustulokset ohjauslogiikkaan. (LIITE 28)
2. Mitataan sivuohjainten etäisyys keskilangasta, merkitään mittaustulokset ohjauslogiikkaan. Sivuhjaimen kulutuslevystä mitattuna offset 0,5mm telasta mitattuna 0mm. (LIITE 29)
3. **Ulompi vasen pyöröterä** (aukeava yksikkö) Kiinnitetään mittaustyökalu akseleille terälappoihin, mitataan magneettimittatyökalun pituus ja kiinnitetään työkalu mittaustyökaluun merkittyyn kohtaan. Johdetaan magneettimittaustyökalun kaapeli pyöröteräyksikön ulkopuolelle. Asetetaan pyö-

röteräyksikön korkeusasemaksi 100mm, suljetaan pyöröteräyksikkö ja lukitaan käyttösylinteriin. Asemoidaan ulompi vasen pyöröterä 0,5mm (keskilanganpaksuus) kauemmaksi keskilinjasta kuin magneettimittatyökalun pituus. Jos magneettimittatyökalun valo palaa siirretään pyöröteräyksikköä ulospäin tai jos valo ei pala siirretään yksikköä sisäänpäin, kunnes valo välkkyä ja sammuu. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. (LIITE 30)

4. **Sisempi vasen pyöröterä** (ulompi terä kalibroitava ensin) Asemoidaan ulompi terä 100mm keskilinjasta ja sisempi terä 50mm keskilinjasta. Referenssipintojen välin tulisi olla 50mm. Jos mitattu väli on <50mm lisätään erotus 50 millimetriin, jolloin saadaan mitattu etäisyys. Jos mitattu on >50mm vähennetään erotus 50 millimetristä. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. (LIITE 31)
5. **Ulompi oikea pyöröterä** Mittaustyökalu kiinnitetään akselien terälaippoihin, jonka jälkeen mitataan etäisyys keskilankaan. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. Mittaustyökalu kiinnitetään siis kuten ulomman vasemman pyöröterän yhteydessä.
6. **Sisempi oikea pyöröterä** Mittaustyökalu kiinnitetään sisempien akselien kiinnittimiin, jonka jälkeen mitataan etäisyys keskilankaan. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. (LIITE 31)
7. **Vasen takatuki** Kiinnitetään pyöröterä ulkoterän akselille, jonka jälkeen asemoidaan takatuki samalle etäisyysarvolle. Linjausviivainta käyttäen mitataan mahdollinen erotus pyöröterän sisäpuoleisen pinnan ja takatuen välillä. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan.
8. **Oikea takatuki** Mitataan mikrometrillä takatuen ja keskilangan välinen etäisyys.
9. **Särmäyskurso I ja II vasen ja oikea leveysääto** Mitataan jakoveitsen päästä keskeltä etäisyys keskilinjaan. Mittaustulokseen on lisättävä puolet jakoveitsen paksuudesta. Merkitse kummankin särmäyskurson mitaustulos erikseen ohjauslogiikkaan.
10. **Särmäyskurso I ja II korkeussääto, vasen alempi ja ylempi, oikea alempi ja ylempi** Etäisyydeksi keskilinjasta asemoidaan 100mm. Säädä magneettijalkaviivain terän poskivälitys huomioiden ja kiinnitä se otsaterän

runkoon. Vaaituskojetta käyttäen verrataan kurson asemaa pyöröterien keskilinjaan. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. (LIITE 33)

11. Mitataan ylä- ja alavetotelastojen etäisyydet keskilangasta. Merkitään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan.
12. Mitataan oikean ja vasemman sivuvetotelan etäisyys keskilinjasta. Merkitään mitatut etäisyydet ohjauslogiikkaan.
13. **Pelkkasahayksikön korkeus** Asemoidaan pelkkasahayksikkö korkeudelle 105mm, asetetaan nostosylinterien männänvarsille kalibrintiholkit, jonka jälkeen vähän kerrallaan asemoidaan pelkkasahayksikköä alaspäin, kunnes kaikki kalibrintiholkit ovat puristuksissa paikoillaan. Kaikille nostosylintereille voidaan nyt merkitä mitatuksi etäisyydeksi 100mm. Asemoi pelkkasahayksikkö vasta kun kaikille sylintereille on merkitty sama mitattu etäisyys.

Pelkkahakkuri (SL250TRIO)

1. Mitataan keskitys- ja syöttötelojen etäisyys keskilangasta. Telaparien etäisyys langasta tulee olla yhtä suuri. Säädetään tarvittaessa keskitystangolla.
2. Säädetään servosylinterillä syöttöpyöriä siten, että kumpikin syöttöpyörä on yhtä kaukana keskilinjasta. Merkitään mitattu tulos ohjauslogiikkaan. Apuna voi käyttää keskitystyökälua, joka sijoitetaan syöttöpyörien väliin helpottamaan syöttöpyörien ajamista samalle etäisyydelle keskilangasta. Syöttöpyörien sivuttaissuuntainen säätö tapahtuu löysäämällä laakeripesän lukitusmutterit ja kiertämällä laakeripesää.
3. Mitataan tukkiohjainten ketjun etäisyys keskilinjasta, etäisyyksien pitää olla asetearvolla 0 samat. Merkitään ohjauslogiikkaan mitattu etäisyys. Lopuksi tarkistetaan ohjainten yhdensuuntaisuus keskilangan kanssa.
4. Mitataan teräpäiden etäisyys keskilangasta. Mitataan otsaterän rungosta terän etureunasta katsottuna puun syöttösuunnasta. Siltä puolelta teräpäätä, johon koneen sisällä kulkeva puu ensimmäisenä osuu, koska teräpäiden etureuna on lähempänä keskilinjaa. Huomaa, että terän poskivälyksen takia ei keskilangan paksuutta tarvitse tässä mittauksessa ottaa huomioon. Syötetään mitatut tulokset ohjauslogiikkaan jokaiselle teräpäälle erikseen. (LIITE 34)

5. Sivuohjaimien säädössä seurataan piirustuksen J647800 ohjeita. Säättöprosessi on kaksivaiheinen, ensimmäiseksi ohjain säädetään keskiviivalangan suuntaiseksi sivuohjaimen varren sivuilla olevilla säätöruuveilla ja ohuilla asennuslevyillä, joita asennetaan sivuohjaimen varren sivuille. Etäisyys keskilankaan ei saa olla ohjaimen alkupäässä pienempi kuin ohjaimen jälkipäässä. Suunnan säädön jälkeen säädetään vällys käyttäen sivuohjaimen säätöruuveja. (LIITE 34)
6. Pystyohjaimet säädetään piirustuksen J648000 mukaisesti. (LIITE 35)
7. Määritetään ulosvetotelojen asema mittaamalla ylätelan etäisyys lankaan. Mittaustulos syötetään ohjauslogiikkaan. Määritetään ulosvetotelojen puristus mittaamalla ylä- ja alatelojen etäisyys keskilankaan.
8. Määritetään sivu-ulosvetotelojen asema mittaamalla telojen väli. Syötetään mitattu etäisyys ohjauslogiikkaan. Koska sivutelojen liike on vipuvarsien takia epälineaarinen, mittaus on suoritettava auki-, kiinni- ja keskiasennossa. (LIITE 36)
9. Mitataan vaaituskojetta käyttäen mittauskuljettimen kolan V-profiilin pohjan ja jommankumman puolen pelkkahakkuriyksikön keskilinjan välinen ero. Merkitään ohjauslogiikkaan. Kohdistetaan tämän jälkeen vasen ja oikeanpuoleinen pelkkahakkuriyksikkö samaan korkeuteen.

R200SE

1. Mitataan keskityslevyjen keskeisyys suhteessa keskilankaan. Säädetään tarvittaessa keskitystangolla. Säädön ajaksi irrotettava keskityslevyjen paineilmasylinterin ja keskitystangon yläpuolella oleva suoja. (LIITE 37)
2. Mitataan syöttöpyörien etäisyys keskilangasta, ylemmän syöttöpyörän tulee olla 4mm kauempana keskilangasta. Säädetään tarpeen vaatiessa löysäämällä hydraulisyylinterin männänvarren kiinnitysruuvit, jonka jälkeen kiertämällä männänvartta säädetään syöttöpyörien korkeus suhteessa keskilinjaan. (LIITE 38)
3. Tarkastetaan syöttöpyörien sivusuuntainen linjaus suhteessa keskilankaan. Jos sivuttaispoikkeamaa havaitaan, säädetään siirtämällä syöttöpyörien runkolaakerointia sivusuunnassa ja lukitaan pyörä säätörenkaiden avulla keskilinjaan. (LIITE 38)

4. Säädetään syöttöpyörien minimiväli säätöruuvilla. Huomaa, että minimivälin säätö riippuu käytettävästä tukkikoosta.
5. Mitataan tukkiohjaimen edessä olevien sivurullien keskeisyys suhteessa keskilankaan. Säädetään tarvittaessa keskitystangolla.
6. Mitataan tukkiohjaimien etäisyys keskilangasta. Ylemmän tukkiohjaimen on oltava 4mm kauempana keskilinjasta kuin alemman. Säädetään tarvittaessa keskitystangolla. Tarkista ohjainten yhdensuuntaisuus linjalangan kanssa. Tukkihojainten on oltava säädettyinä 40mm kapeammalle kuin syöttöpyörät, väli säädetään syöttöpyörien ja tukkiohjainten välistä yhdysketjua säätämällä. (LIITE 39)
7. Mitataan vaaka- ja pystyteräpäiden etäisyys keskilangasta. Mittaus tehdään teräpäen etureunasta, koska teräpäen akseli on kallistettu siten, että etureuna on lähempänä keskilinjaa. Teräpäparien tulee olla samalla etäisyydellä keskilangasta. Säädetään tarvittaessa, merkitään arvot ohjainlaitteisiin. (LIITE 40)
8. Oikeanpuoleinen sivuohjain säädetään 0.25mm kauemmaksi keskilinjasta kuin oikeanpuoleisen vaakateräpäen otsaterän leikkaava reuna. Vasemmanpuoleinen ohjain säädetään 0,5mm kauemmaksi kuin vasemmanpuoleinen vaakateräpäen otsaterän leikkaava reuna.
9. Pystyohjaimet säädetään 0.5mm lähemmäksi keskilankaa kuin pystyteräpäen otsaterän leikkuureuna sen etureunasta mitattuna.

Huomaa, että säätöarvot voivat vaihdella riippuen sahattavasta materiaalista.

10. Pystysuuntaiset ulosvetopyörät säädetään 20-50mm kapeammalle kuin pystyteräpäät, säädetään pystyteräpäiden ja ulosvetopyörien välisten yhdysketjujen pituudella. Paineilmajärjestelmän on oltava päällä ulosvetopyörien sijaintia mitattaessa. Sammutetaan kone ja kytketään ohjausjännite päältä. Varmistetaan, ettei ketään ole koneen sisällä. Kytketään käsin pääventtiilin ohjausventtiilistä paine päälle. Suoritetaan mittaus ja kytketään paineet pois.

11. Vaakasuuntaiset ulosvetopyörät säädetään samalle etäisyydelle keski-langasta 20-50mm kapeammalle kuin vaakateräpäät. Säädetään veto-pyörien alla olevien yhdystankojen pituutta muuttamalla.