

Alexi Kunnas

LAATTALEIKKURIN HANKINTA

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2018

LAATTALEIKKURIN HANKINTA

Kunnas, Aleks
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Lokakuu 2018
Sivumäärä: 33
Liitteitä: 0

Asiasanat: kupari, leikkuri, tuote

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin mahdollisia vaihtoehtoja kahden kuparin leikkauspisteen saattamiseksi yhdeksi työpisteeksi. Nykyinen tilanne, jossa joudutaan tekemään osaan tuotteista leikkauksia kahdessa eri työpisteessä, hidastaa työtahtia liikaa. Lisääntyneet tilaukset ovat ajaneet työpisteen siihen tilanteeseen, että ollaan lähellä maksimituotantoa. Nopeampia ja suurempia tilauksia on käytännössä mahdoton siis luvata asiakkaille. Kaksi eri leikkauspistettä saatettaisiin siis yhdeksi työpisteeksi, jolloin tuotanto nopeutuu ja työpisteellä pystytään tuottamaan enemmän kuparikappaleita asiakkaalle.

ACQUISITION OF A SLAB CUTTER

Kunnas, Aleksi

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Machine and Production Technology

October 2018

Number of pages: 33

Appendices: 0

Keywords: copper, cutter, product

In this thesis, potential alternatives were designed to bring two copper product cutting points into one workstation. The current situation in which parts of the product have to be cut in two different workstations will slow the workload too much. Increased orders have led the workstation to the point where it is close to maximum production. Faster and larger orders are impossible to promise for the customers. Thus, two different intersections could be one workpipe, making production faster and the workstation being able to produce more products for the customers.

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--------------------------------------|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 2 | YRITYS..... | 7 |
| 2.1 | Outokumpu Oy..... | 7 |
| 2.2 | Luvata Pori Oy..... | 7 |
| 2.3 | Vetäjä..... | 8 |
| 3 | KUPARI JA SEN OMINAISUUDET | 9 |
| 3.1 | Kupari | 9 |
| 3.2 | Kuparin ominaisuudet..... | 10 |
| 3.2.1 | Sähkönjohtavuus..... | 10 |
| 3.2.2 | Lämmönjohtavuus | 10 |
| 3.2.3 | Korroosionkestävyys | 10 |
| 3.2.4 | Muokattavuus | 11 |
| 3.2.5 | Lujuusominaisuudet | 11 |
| 4 | VALMISTETTAVA TUOTE | 12 |
| 5 | NYKYISET LEIKKURIT..... | 13 |
| 5.1 | Nykyinen layout ja toiminta..... | 13 |
| 5.2 | Ongelmat..... | 14 |
| 6 | VAATIMUSLISTA..... | 15 |
| 6.1 | Turvallisuus..... | 15 |
| 6.2 | Leikkurivaatimukset | 15 |
| 6.3 | Ergonomia..... | 15 |
| 7 | UUDET VAIHTOEHDOT..... | 16 |
| 7.1 | Hydraulileikkuri | 16 |
| 7.1.1 | Pukkimalli | 16 |
| 7.1.2 | Kiskomalli | 20 |
| 7.2 | Hammasratasmallissa..... | 22 |
| 7.3 | Vesileikkuri..... | 23 |
| 8 | TUOTTEEN KÄSITTELY | 24 |
| 8.1 | Kerrospöytä..... | 24 |
| 8.2 | Pöytä koneen takana | 25 |
| 8.3 | Liukuhihna | 26 |
| 9 | VAIHTOEHTOJEN TARKASTALU | 27 |
| 9.1 | Vesileikkurin tarkastelu | 27 |
| 9.2 | Hydraulileikkureiden tarkastelu..... | 28 |

| | |
|---|----|
| 9.2.1 Kiskomallin tarkastelu..... | 28 |
| 9.2.2 Pukkimallin tarkastelu..... | 28 |
| 9.3 Ratasmallin tarkastelu..... | 29 |
| 9.4 Kappaleenkäsittelyn tarkastelu..... | 29 |
| 9.4.1 Kerrostaso 29 | |
| 9.4.2 Pöytä koneen takana..... | 30 |
| 9.4.3 Liukuhihna 30 | |
| 10 JOHTOPÄÄTÖKSET..... | 31 |
| LÄHTEET..... | 33 |
| LIITTEET | |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella uusia ideoita ja vaihtoehtoja kahden kuparin leikkauspisteen saattamiseen yhdeksi työvaiheeksi. Työn tilaajana toimi Luvata Pori Oy ja työ tehdään Vetämö tuotantoyksikköön. Tavoitteena on suunnitella useampi vaihtoehto, joista yritys voisi valita parhaimman tai soveltaa ideoita pidemmälle. Uusi leikkurisysteemi nopeuttaisi tuotantoa huomattavasti ja on näin myös pidemmällä aikavälillä edullisempi.

Alkuperäiset leikkurit ovat hydraulisia leikkureita, joita on yhteensä kolme. Kaksi leikkuria leikkaa lattakuparitangon molemmista päistä noin 45 asteen viistopalan irti. Yksi leikkuri, joka toimii erillisessä työpisteessä, leikkaa keskelle suorakaiteen muotoisen leikkauksen. Kuparitankojen pituus, leveys ja paksuus voivat vaihdella.

Leikkurien uudistamisen yhteydessä voidaan joutua tekemään muutoksia myös muuhun työpisteen kokoonpanoon esimerkiksi telineisiin, pöytiin ja niiden sijoittamiseen. Työ rajattiin selkeästi kertomalla asiat, jotka halutaan ensisijaisesti saavuttaa, eli halutaan kaksi leikkauspistettä yhdeksi työpisteeksi. Minulla oli vapaat kädet tehdä ehdotuksia ja ideoita alueen rajauksien ulkopuolelta, mikäli ensisijaiset tavoitteet ovat täyttyneet ja aikaa, osaamista ja ideoita löytyy.

Vaatimuksina työhön on saada ensisijaisesti turvallinen ja toimiva ratkaisu. Toiveena on tietysti saada mahdollisimman halvalla toimiva ratkaisu, joka poistaisi nykyiset ongelmat.

2 YRITYS

2.1 Outokumpu Oy

Porin metallitehtaan tarina sai alkunsa vuosina 1940-1941. Tehdas perustettiin puolustusvoimien tarpeisiin sodan aikana ja aluksi tuotannosta menikin $\frac{3}{4}$ sotatarvikkeisiin. Myöhemmin tehtaassa alettiin valmistamaan myös nikkeliä, patruunapyörylöitä, messinkitankoja ja erilaisia levyjä.

Vuodesta 1944 lähtien raaka-aine saatiin Outokummun omistamasta Harjavallan kuparisulatosta, nykyään Boliden Oy:n omistuksessa. Jo 1950-luvulla Porin tehtaille oli kehittynyt useita eri tuotantolaitoksia, joista osa on edelleen käytössä:

- Elektrolyysi
- Jalometallipuhdistamo
- Valimo
- Valssilaitos
- Vetolaitos

Sodan jälkeen Outokumpu työllisti Porissa yli 700 henkilöä. 1990-luvulle päästyä tehdasalue oli kasvanut suureksi ja työntekijä määrä nousi parhaimmillaan jopa yli 2000 henkilöön. Tehdas on ollut myös tärkeässä osassa muuttoliikenteen kannalta, koska se aloitti rakentamaan vuokra-asuntoja työntekijöilleen tehtaan läheisyyteen. (Porin www-sivut 2018.)

<https://www2.pori.fi/kulttuuri/museot/teollisuustyonjaljilla/1939-1952sotajateollisuus/teollisuustoiminta/outokumpuoynporinmetallitehdas194041-.html>

2.2 Luvata Pori Oy

Vuonna 2005 Outokumpu myi omistuksensa sijoitusyhtiö Nordic Capitalsille. Seuraavana vuonna nimeksi vaihtui nykyinen Luvata Pori Oy. Porin tuotantolaitos kuuluu Erikoistuote-divisioonaan. Reilun kymmenen vuoden jälkeen tästä Luvata Pori Oy myytiin maailmanlaajuisesti toimivalle Mitsubishi Materials Corporationille. Luvata

Pori Oy säilyttää nimensä toistaiseksi nykyisenä. Vuonna 2018 Luvata Special Products työllisti 1400 työntekijää seitsemässä eri maassa. Luvata Pori työllistää noin 350 työntekijää. (Aalto 2018; Luvatan www-sivut 2018.)

2.3 Vetämö

Vetämö on yksi tuotantoyksikkö Luvata Pori oy:n tehdasalueella. Vetämö työllistää noin 80 työntekijää ja 15 toimihenkilöä. Vetämössä pystytään valmistamaan tuotteita, kuten esimerkiksi tankoja, nauhoja, putkia, profiileja ja lankoja. Kaikki tuotteet ovat kuumapuristus-, Rodex-, tai valulähtöisesti valmistettuja. Tuotteita pystytään muokkaamaan haluttuihin mittoihin vetämällä, oikaisemalla, kuumentamalla ja sahaamalla. Luvatalla käytetään harvoin puhdasta kuparia, vaan sekaan on sekoitettu muita metalleja, jotta saadaan halutut arvot, kuten esimerkiksi kovuus ja raekoko. (Luvatan www-sivut.)

3 KUPARI JA SEN OMINAISUUDET

3.1 Kupari

Kupari on alkuaine, jonka kemiallinen lyhenne on Cu. Kaupallisella alalla, kuten myös Luvatalla ei käydä usein kauppaa raakakuparilla. Kupariin on usein sekoitettu muita metalleja, jolloin saadaan parannettua haluttuja ominaisuuksia, kuten sähkönjohtavuutta, lujuutta tai muokattavuutta. Kupariseokseksi lasketaan silloin, kun seosainetta, eli jotain muuta kuin kuparia on yli 2.5%. Vetämössä näistä suurimmassa volyymissa ovat hapettomat ja fosforipitoiset kuparit, niiden hyvän muokattavuuden takia. (Lindroos, Sulonen & Veistinen 1986, 545 & Luvatan www-sivut.)

Yleisimmät kaupalliset puhdistetut kuparilajit ovat:

- Happikuparit:
 - Cu-ETP, Electrolytically refined tough-pitch copper
 - Cu-FRHC, Fire-refined high-conductivity copper
 - Cu-CRTP, Chemically refined tough-pitch copper
 - Cu-FRTP, Fire-refined tough-pitch copper
- Fosforipitoiset kuparit:
 - Cu-DLP, Phosphorus-deoxidized copper – Low residual phosphorus
 - Cu-DHP, Phosphorus-deoxidized copper – High residual phosphorus
 - Cu-HCP, High-conductivity phosphorus containing copper
- Hapettomat kuparit:
 - Cu-OF, Oxygen-free electrolytically refined copper
 - Cu-OFE, Oxygen-free electrolytically refined copper – Electronic grade
- Hopeakuparit:
 - Cu-Ag(OF), Oxygen-free copper-silver
 - Cu-Ag, Tough-pitch copper-silver
 - Cu-Ag(P), Phosphorus-deoxidized copper-silver

(Lindroos, Sulonen & Veistinen 1986, 546)

3.2 Kuparin ominaisuudet

3.2.1 Sähkönjohtavuus

Kuparia valmistetaan eniten juuri sähköteollisuuteen sen hyvän sähkönjohtavuuden ansiosta. Kuparin sähkönjohtavuus on metalleista toiseksi paras hopean jälkeen. Kuparin hinta on kuitenkin hopeaan verrattuna halvempi. Sähkönjohtavuuteen vaikuttaa heikentävästi epäpuhtaudet, joita pyritäänkin karsimaan mahdollisimman paljon pois. Sähkönjohtavuuteen vaikuttaa heikentävästi myös kylmämuokkaukset. Tämän takia kupari, joissain tapauksissa hehkutetaan, jolloin sähkönjohtavuus paranee.

(Lindroos, Sulonen & Veistinen 1986, 552.)

3.2.2 Lämmönjohtavuus

Kuparin lämmönjohtavuus on todella hyvä, puhtaalla kuparilla 395 W/Km. Tämän takia kupari soveltuu hyvin myös suureen osaan lämmönsiirtolaitteista, kuten esimerkiksi keittoastioihin tai jäähdyttimiin. Lämmönjohtavuutta ja sähkönjohtavuutta pystytään hyödyntämään myös yhdessä. (Lindroos, Sulonen & Veistinen 1986, 553-554.)

3.2.3 Korroosionkestävyys

Kupari kestää normaali olosuhteita todella hyvin. Vesi, ilma tai lämpötilanvaihtelut eivät saa aikaan korroosiota. Tämän takia kupari on saavuttanut suuren suosion sähköteollisuuden lisäksi myös rakennusteollisuudessa. Lähinnä hapettavat hapot saavat aikaan korroosion, jota ei normaali olosuhteissa tapahdu. (Lindroos, Sulonen & Veistinen 1986, 554-555.)

3.2.4 Muokattavuus

Kupari on erittäin hyvin muokattavaa. Erityisesti hehkutettua kuparia saadaan muokattua todella hyvin. Vaarana kuumamuokkauksessa on epäpuhtaudet, hapettuminen ja kuparin haurastuminen. Tämän takia on tarkkaa, kuinka suuressa lämpötilassa kuparia pidetään ja kuinka kauan. Niin sanotun pehmeän kuparin muokkauksessa tulee olla myös varovainen, koska hehkutettu kupari rikkoutuu helpommin.

Kuparia voidaan myös muokata kylmänä. Tähän tarvitaan luonnollisesti kovemmat voimat. Lisäksi muokkaus on tällöin pienempää, koska kupari ei anna yhtä paljon myöden kuin pehmeänä. Esimerkiksi tankojen oikaisu pitää tehdä kylmämuokkauksena, koska pehmeä kupari antaa liikaa periksi, eikä sitä saa yhtä suoraksi. (Lindroos, Sulonen & Veistinen 1986, 555-558.)

3.2.5 Lujuusominaisuudet

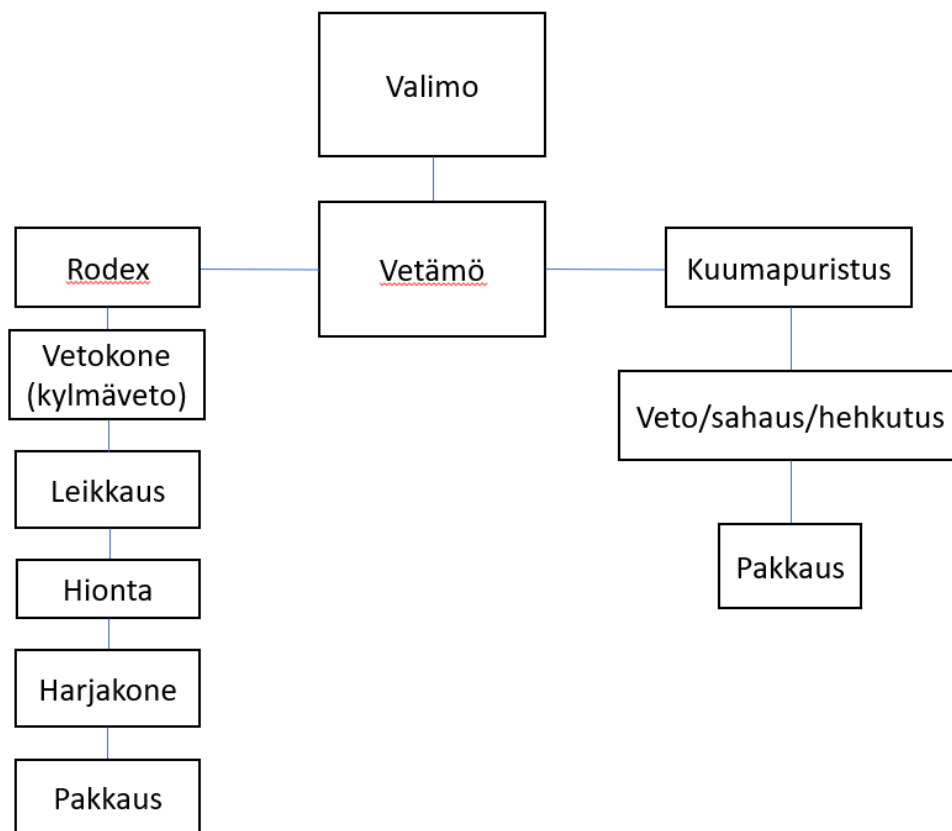
Kuparin lujuusominaisuudet vaihtelevat lämpötilan muuttuessa. Kuparin lujuusominaisuuksia parannetaan usein seostamalla kupariin muita metalleja, kuten esimerkiksi kromia tai zirkoniumia. Mitä kuumemmaksi lämpötila nousee, sitä huonommaksi kuparin lujuusominaisuudet muuttuvat. Usein kuparin maksimi käyttöalue on reilussa 200 celsiuksessa. (Lindroos, Sulonen & Veistinen 1986, 555-559.)

4 VALMISTETTAVA TUOTE

Tuotteen valmistus on usein pitkä prosessi (Kaavio 1), joka alkaa jo hyvissä ajoin ennen kuin tuote päätyy sellaisenaan lähetettävään pakettiin. Luvata Pori Oy:n tehdas-alue sisältää monta eri tuotantoyksikköä, joissa tuotteita valmistetaan tai niiden vaiheita työstetään. Esimerkiksi Valimo on erittäin tärkeä tuotantoyksikkö lähes poikkeuksetta kaikkien tuotantoyksikköjen kannalta, koska tarvittava materiaali saadaan sieltä. Myös Vetämön kaikki materiaali saadaan Valimon kautta.

Vetämössä tuotteen jatkojalostus alkaa kuumapuristuksella tai Rodexilla. Rodex-koneella puristetaan valetusta langasta kuparia kelalle. Puristetulla kuparilla on aina tietyt mittatoleranssit. Leikkurille tulevat kappaleet ovat Rodex-pohjaisia, jonka jälkeen ne vedetään kylmävedolla oikeisiin mittoihin. Tämän jälkeen kappaleet nostetaan silta-nosturilla melko suurissa taakoissa leikkureiden takana olevalle pöydälle. Työntekijä ottaa kappaleen leikkureiden takaa ja tarkastaa suoruuden leikkureiden edessä olevalla pöydällä. Suoruus tarkastetaan silmämääräisesti laittamalla kappale 90 asteen kulmassa olevan pöytää ja korokepalaa vasten. Jos kappale on suora, se laitetaan leikkaukseen.

Jos kappaleeseen tulee keskilovileikkaus, siihen tehdään ensin edellä mainittu leikkaus, jonka jälkeen se viedään käsin noin viiden metrin päässä olevalle keskilovileikkurille. Kappale asetetaan pöydälle saman tyyliisesti kuin edellä mainitussa leikkurissa. Riippuen kappaleen pituudesta keskilovileikkuria täytyy mahdollisesti säätää, joka vie myös aikaa. Tämän leikkauksen jälkeen leikkauksissa syntynyt jäyste hiotaan pois. Tämän jälkeen kappale menee harjakoneen läpi ja on valmis pakattavaksi asiakkaalle.



Kaavio 1. Tuotteen valmistus kaavio. (Kunnas)

5 NYKYISET LEIKKURIT

5.1 Nykyinen layout ja toiminta

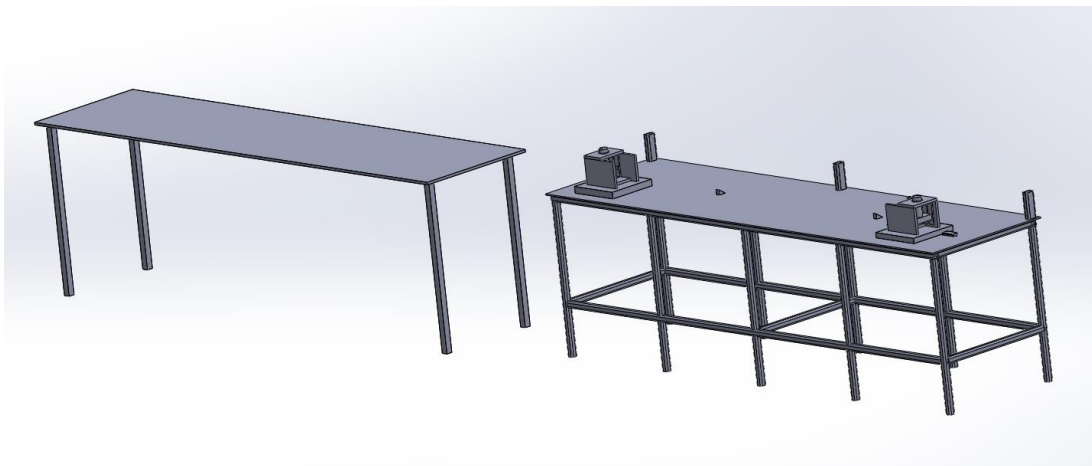
Nykyisessä layoutissa on kaksi eri leikkuripistettä. Molemmat leikkuripisteet toimivat hydraulisesti. Leikkureiden päälle on asennettu pleksistä tehdyt laatikot, jotka pitää olla laskettuna ala-asentoon, ennen kuin leikkaustoiminto voidaan suorittaa. Leikkureiden päällä on sensorit, jotka huomaavat, jos laatikko ei ole laskettuna alas. Tämän jälkeen sensorit pitää kuitata koneessa olevaa nappia painamalla.

Vasen leikkuri, leikkurien käyttäjästä katsottuna, on pultattu pöytään kiinni ja on aina paikallaan. Oikea leikkuri on liikuteltavissa, koska tuotteiden pituus voi vaihdella (Kuva 1.) Leikkuri on kiinnitetty metallilevyyn, joka puolestaan on asennettu kiskoon. Metallilevyä liikutetaan manuaalisesti käsin. Kun leikkuri on halutussa paikassa, se

kiinnitetään pulteilla kiinni. Oikean leikkurin päässä on levy, jota vasten kappale työnnetään. Kappaleesta leikataan molemmista päistä palat irti, jolloin molempiin päihin saadaan noin 45 asteen kulma.

Koneen takana on pöytätilaa, johon tuotteet lasketaan ennen leikkauksen suorittamista. Leikkaustoiminnon jälkeen tuote vedetään vasemman leikkurin läpi edessä olevalle pöydälle. Tässä tuotteeseen tehdään hionta. Eli hydraulisessa leikkauksessa syntyvä jäyste tulee hioa pois asiakkaan vaatimuksien takia.

Keskilovileikkuri sijaitsee hiontapöydän pöydän edessä. Jos kappaleeseen tarvitaan keskilovileikkaus, se nostetaan pöydältä leikkurille, tehdään leikkaus ja nostetaan takaisin samalle pöydälle. Myös tämän leikkauksen jälkeen jäysteet pitää hioa pois.



Kuva 1. Vanha päätyleikkureiden kokoonpano kärjistetyksi mallinnettuna. (Kunnas)

5.2 Ongelmat

Ongelmina nykyisessä leikkuriyhdistelmässä ovat:

- Jäyste
- Keskilovileikkaus erillisenä leikkauksena
- Aika, joka kuluu hiontaan ja leikkauksiin

Keskilovileikkuria pitää pystyä säätämään tuotteeseen leveyssuuntaan ja pituussuuntaan nähden. Tällä hetkellä päätyleikkureissa asetetaan pieni levy toiseen reunaan, jolloin kappale siirtyy hieman keskemälle. Leikkaava levy on aina sama. Esimerkiksi

60mm leveään ja 80mm leveään tuotteeseen tarvitaan eri kokoinen viiste. Toiminto on toimiva ja virheet vähäisiä, joten toiminnon tulee pysyä uudessa mallissa vähintään entisellään.

6 VAATIMUSLISTA

6.1 Turvallisuus

Työn suunnittelu vaiheessa tulee ottaa ensimmäisenä huomioon erityisesti turvallisuus. Jos leikkurit eivät ole turvallisiksi suunniteltu, niistä voi koitua vakavia vammoja, leikkureissa erityisesti sormiin. Lisäksi tulee ottaa huomioon leikkauksesta mahdollisesti lentävät kuparin palaset. Toisaalta Luvatalla on nykyään suojalasipakko hallissa, joten se auttaa turvaamaan näkövammoilta. Uuden leikkurin eteen voisi asettaa esimerkiksi pleksin, kuten muihinkin leikkureihin on asennettu, joka pysäyttäisi mahdollisesti lentävät kuparihippuset.

6.2 Leikkurivaatimukset

Erillisiä vaatimuksia leikkureille ei ole, joten kaikki mahdolliset parannusideat ovat mahdollisesti käytettävissä. Esimerkiksi nykyinen hydraulikalla toimiva leikkaus ei ole vaatimuksena tulevaisuudessa. Leikkurin pitää pystyä leikkaamaan tuotteita, joiden pituus vaihtelee 1500-3300 millimetrin välillä. Leveys vaihtelee 50-100 millimetrin välillä, sekä paksuus 2-6 millimetrin välillä. Liikkuvuutta pitää löytyä siis pituus ja leveys suuntaan. Lisäksi eri mittaisten tuotteiden leikkaukset ovat mitoiltaan hieman erilaisia, joten leikkureita pitää pystyä muuttamaan tuotteen mukaan.

6.3 Ergonomia

Työpisteen tulisi olla mahdollisimman ergonominen, koska pitkällä aikavälillä huonot työasennot, kehon kierto tai raskaat nostot voivat aiheuttaa sairaspöissaoloja tai jopa

pidempiaikaisia vaivoja. Siksi ergonomiset tekijät tulee ottaa huomioon suunnittelu-
vaiheessa jo mahdollisimman hyvin. (Työterveyslaitoksen www-sivut.)

Kyseisessä työpisteessä ei ole kyse niinkään voimavarojen riittämisestä, koska tuotteet
ovat melko kevyitä, vaan toistomääristä ja työasennosta. Työasennon tulisi pysyä hy-
vänä, koska toistoja tulee työvuoron aikana paljon. Siksi esimerkiksi kierto liikkeitä
pyritään välttämään.

7 UUDET VAIHTOEHDOT

7.1 Hydraulileikkuri

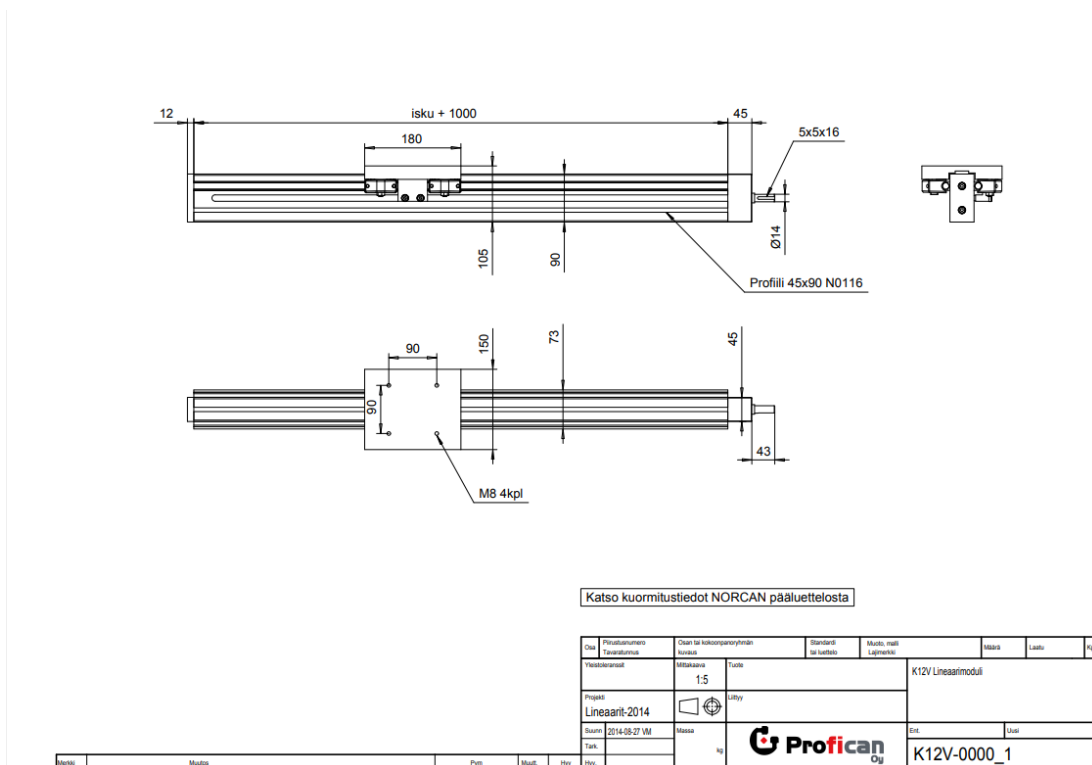
7.1.1 Pukkimalli

Nykyisessä leikkurissa toinen päätyleikkuri on kiinnitetty pöytään kiinni niin, että se
ei liiku mihinkään. Tällöin toiseen päätyleikkuriin on helppo ottaa mitta ja tehdä pöy-
tään valmiit reiät, johon toinen, liikkuva päätyleikkuri voidaan kiinnittää, kun kappa-
leen pituus vaihtuu.

Uudessa mallissa pöytään kiinnitetään niin sanottu pukki, johon kiinnitetään kelkka.
Kelkkaan kiinnitetään hydraulinen leikkuri ja kelkka liikkuu pukkia pitkin. Tämä on-
nistuu esimerkiksi lineaarijohteiden avulla (Kuva 2), mutta myös manuaalisesti. Mi-
käli pysytään manuaalisessa mallissa, pukin ja kelkkojen tarvitaan väliin esimerkiksi
kuulalaakerit, jolloin liikuttelu helpottuu.



Kuva 2. Linearijohdin. (Proficanin www-sivut.)

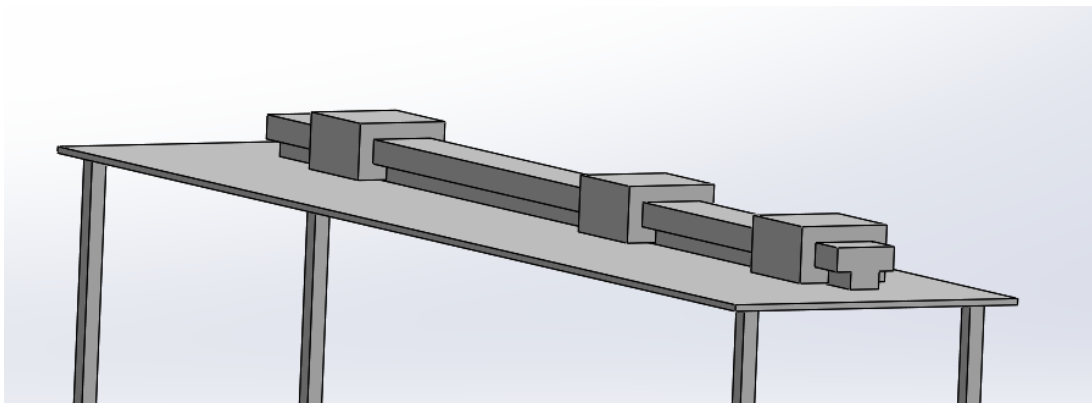


Kuva 3. NAPV Linearijohde alumiinijohteella ja Tr 16x4 trapetsiruuvikäytöllä. (Proficanin www-sivut)

Proficanin tuotesivustolta valittu linearijohdin NAPV (Kuva 3) antaa liikkumavaraa metrin. Kyseisiä linearijohdeita tarvitaan kaksi, tuotteiden pituuden ja leikkausvaatimusten takia. Liikkumavara riittäisi hyvin nykyisiin tuotevaatimuksiin, mutta koko

koneen mittainen lineaarijohdin olisi parempi (Kuva 4.), koska se antaa mahdollisuuden liittää useamman leikkurin koneeseen.

Lineaarijohteilla on mahdollista saada leikkurijärjestelmä, joka pystyy liikkumaan X-, Y- ja Z-akseleiden suuntaisesti, mutta tässä opinnäytetyössä tärkein ominaisuus on tuotteen liikkuvuus pituussuunnassa.



Kuva 4. Koko tason mittainen pukki ja kelkat mallinnettuna. (Kunnas)

Koneeseen voidaan liittää digitaalinen näyttö, joka näyttää valitun leikkurin etäisyyden halutusta paikasta (Kuva 5). Lineaarijohtimen avulla leikkureita pystytään liikuttelemaan millimetrin tarkkuudella (Rollcon [www-sivut](http://www.rollcon.com)).



Kuva 5. DIGITAL READOUT VISION VI518. Yksinkertainen digitaalinen näyttö, joka näyttää etäisyyden. (Linnatraden [www-sivut](http://www.linnatraden.com).)



Kuva 6. Hydraulinen lävistyskone metallilevyille. Leikkurit liikkuvat lineaarijohteilla. (Joka-werkzeugbaun www-sivut)

Esimerkkinä (Kuva 6), jossa koko pöydän mittainen lineaarijohde, johon on kiinnitetty neljä eri lävistysyksikköä. Osoitus siitä, että pukkiin voidaan kiinnittää mahdollisesti muitakin leikkureita, jos tuotekehitys jatkossa sitä vaatii. Ei ole poissuljettua, että tulevaisuudessa tarvittaisiin esimerkiksi neljä tai viisi eri leikkausta kerralla.

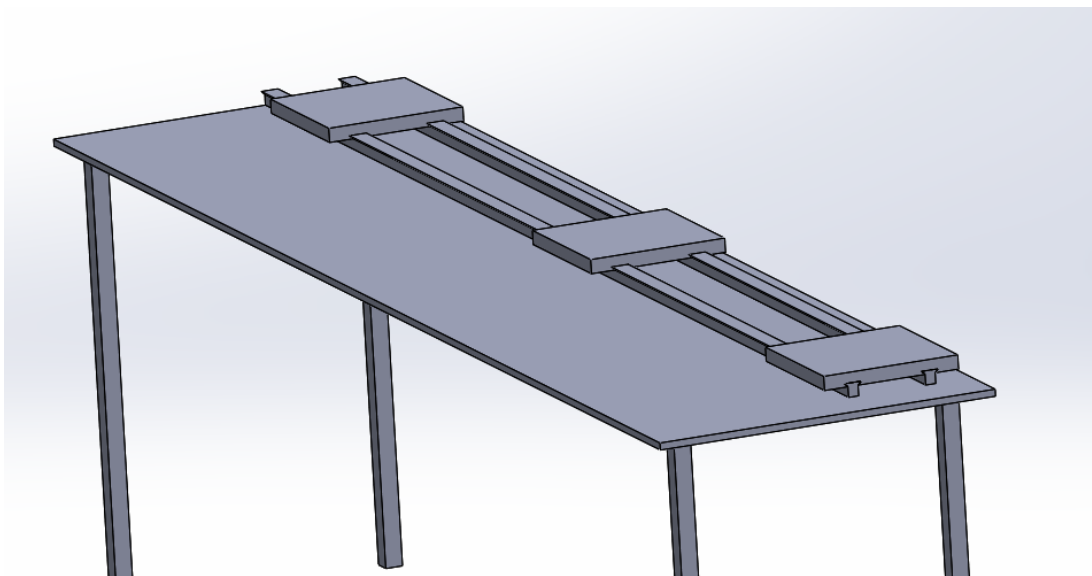
Päätyleikkureiksi sopii hyvin vanhat leikkurit. Keskilovileikkurin poistuessa käytöstä, uuteen koneeseen pitää hankkia uusi leikkuri. Hyvä vaihtoehto uudelle leikkurille on esimerkiksi Alfra S 125 hydraulinen leikkuri (Kuva 7). Leikkurin toimintoa joutuu hieman soveltamaan, koska se on tarkoitettu kappaleen katkaisuun, ei niinkään pienen palan poistamiseen. Hyvää leikkurissa on se, että siihen voidaan vaihtaa terä, joka vaihdetaan, jotta voidaan saavuttaa haluttu keskilovileikkaus. Leikkurin leveys riittää tekemään halutun kokoisen loven kuparituotteen keskelle. Leikkuri on tarkoitettu juuri kuparin leikkaamiseen, joka tarkoittaa, että siinä on oikeat voimasuhteet.



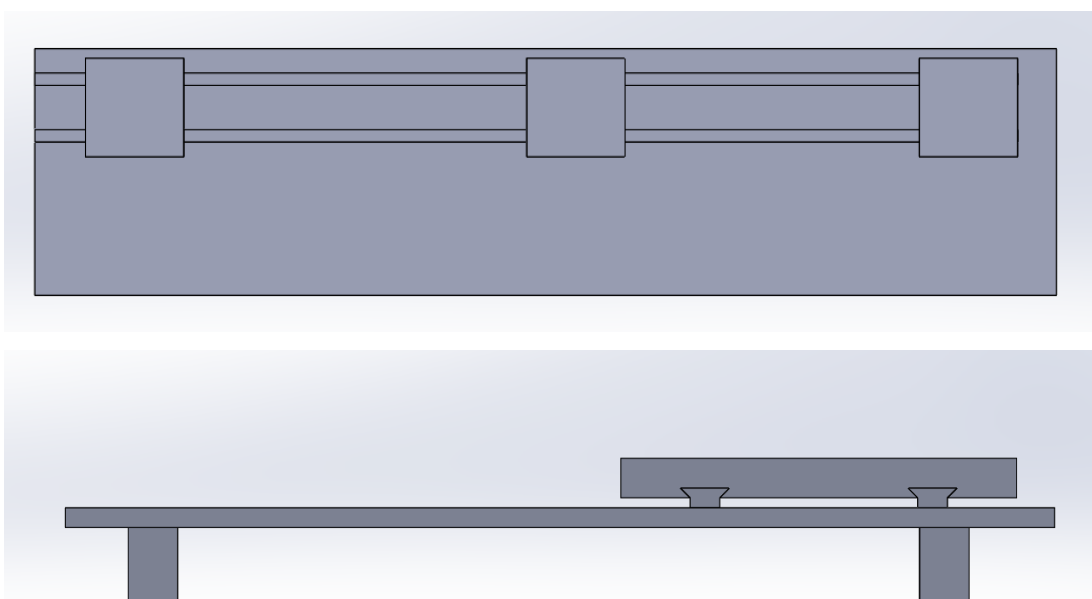
Kuva 7. Alfra S 125 hydraulinen leikkuri. (Panelpunchingin www-sivut.)

7.1.2 Kiskomalli

Kiskomalli ei juuri eroa pukilla liikkuvasta lineaarijohteesta ideana, muuten kuin, että pukin tilalla ovat kiskot, joiden päällä leikkurit liikkuvat. Kiskot tehdään mahdollisesti koko pöydän pituiseksi (Kuva 8, Kuva 9 ja Kuva 10), jolloin leikkaukset eivät rajautuisi vain tiettyyn alueväliin. Tämä mahdollistaisi myös uusien leikkurien liittämisen kiskoille, jos tuotteiden kehitys sitä vaatii. Myös kiskot voidaan myös korvata lineaarijohteilla, jolloin leikkureiden liikuttelusta tulee entistä helpompaa, tarkempaa ja nopeampaa. Leikkureiksi kiskomalliin sopii hyvin vanhat päätyleikkurit, sekä keskileikkuriksi Alfra S 125, kuin pukkimalliinkin.

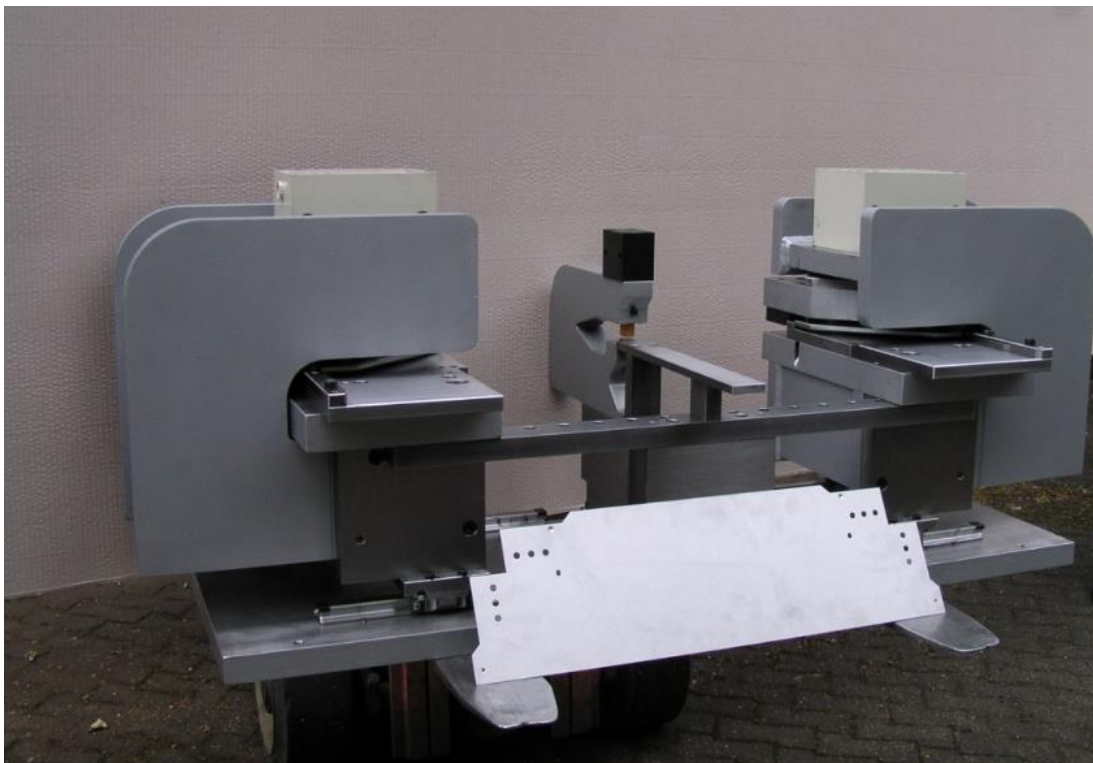


Kuva 8. Liikkuvat levyt kiskojen päällä, joihin leikkurit kiinnitetään. (Kunnas)



Kuva 9. Ylhäältä kuvattuna ja Kuva 10. Sivusta kuvattuna. (Kunnas)

Esimerkki haetusta mallista (kuva 11), jossa leikkurit ovat asennettu kiskojen päälle ja liikuteltavissa pituusakselin suuntaisesti. Ainoana erona tässä mallissa on se, että molemmat päätyleikkurit liikkuvat, joka ei toisaalta olisi haitaksi tässäkin opinnäytetyössä. Tällöin leikkureiden sijainnin kontrollointi voi hankaloitua. Uutena keskilovi-leikkurina voidaan käyttää myös Alfra S 125 (kuva 4) leikkuria.



Kuva 11. Hydraulinen leikkauspöytä. Puristimet ovat säädettävissä pituusakselin suuntaisesti. (Joka-werkzeugbaun [www-sivut](http://www.joka-werkzeugbaun.de))

7.2 Hammasratasmallissa

Nykyisen leikkurin päädyssä on hammasratas valmiina, johon voisi olla mahdollista liittää leikkurit. Koneen päädyssä olevaa pyörää pyörittämällä voisi tällöin liikuttaa helpommin, tarkemmin ja kevyemmin leikkureiden paikkaa. Muuten kokoonpano olisi sama, kuin kelkka- tai kiskomallissa.

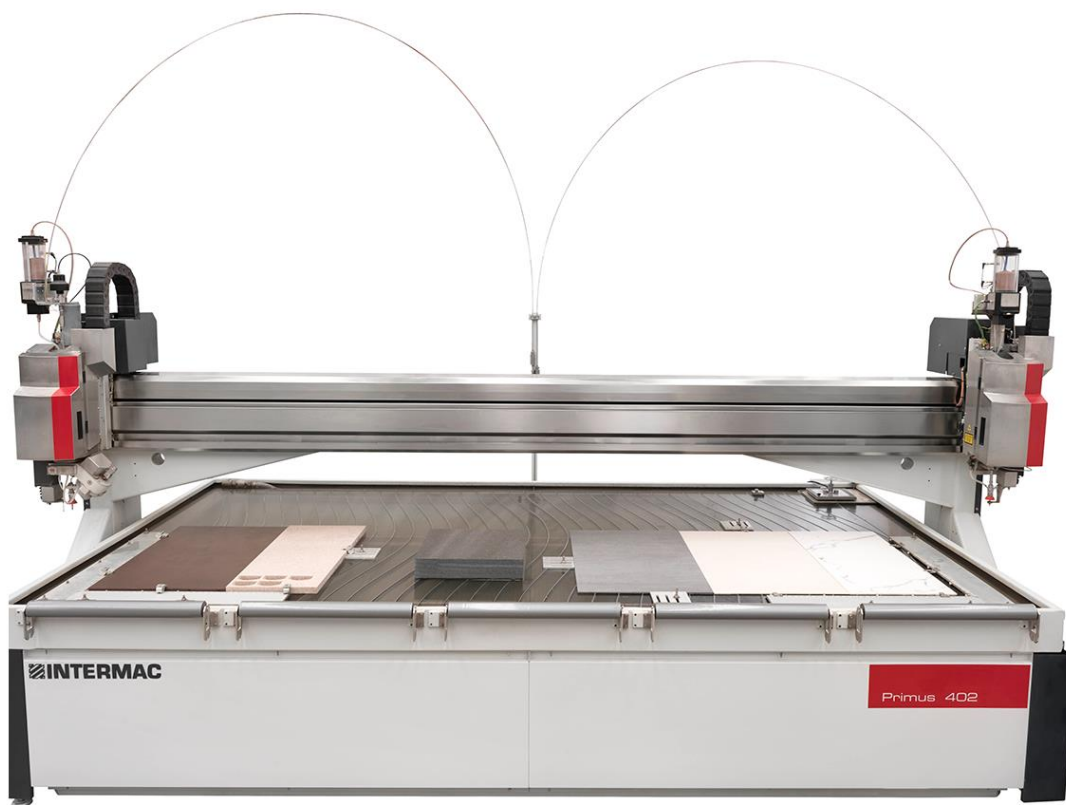
Haasteena hammasrattaan kanssa on se, että oikea päätyleikkuri ja keskilovileikkuri eivät liiku samassa suhteessa, jolloin akseleita tulisi olla enemmän kuin yksi, koska molempien leikkureiden tulee olla erikseen säädeltävissä. Lisäakseleiden ja rattaiden liittäminen on monimutkaista, mutta tosin ei kovin kallista.

Leikkureina toimisi samat päätyleikkurit kuin aiemmin, sekä keskilovileikkurina Alfra S 125. Myös vanhat päätyleikkurit voidaan korvata Alfra S 125 hydraulileikkurilla, koska se vastaa tuotteeseen tehtävien leikkausten vaatimia ominaisuuksia.

7.3 Vesileikkuri

Vesileikkuri vaatisi täysin uuden koneen, mutta se olisi erittäin hyvä vaihtoehto. Vesileikkauksessa ei tapahdu materiaalin muodonmuutoksia, kuten esimerkiksi lämpölaajenemista. Vesileikkuriin sijoittaessa päästäisiin mahdollisesti eroon jäysteestä, joka syntyy hydraulisesta leikkauksesta. Tällöin kuitenkin koekappaleita tulisi lähettää moneen paikkaan ja tuloksien perusteella valita paras. Opinnäytetyön aika ei riittänyt kyseiseen toimenpiteeseen. Jos kyseiseen leikkuriin päädytään, toimenpide tulee tehdä opinnäytetyön ulkopuolella. Vesileikkurit pystyvät liikkumaan ja leikkaamaan tarkasti, sekä tekemään monta leikkausta kerralla (Kuva 12).

“Kun materiaalin paksuus ja tiheys kasvavat, siirrytään leikkaamaan abrasiivilla. Tämä tarkoittaa menetelmää, jossa veteen sekoitetaan erittäin hienoa hiekkaa, jolloin vesisuihkun leikkausteho moninkertaistuu. Näin voidaan leikata useimmat kovat materiaalit kuten teräkset, kuparit, alumiinit, lasi, eri kivilaadut ym” (Ultracutin www-sivut).



Kuva 12. Vesileikkuri. (Intermacin www-sivut.)

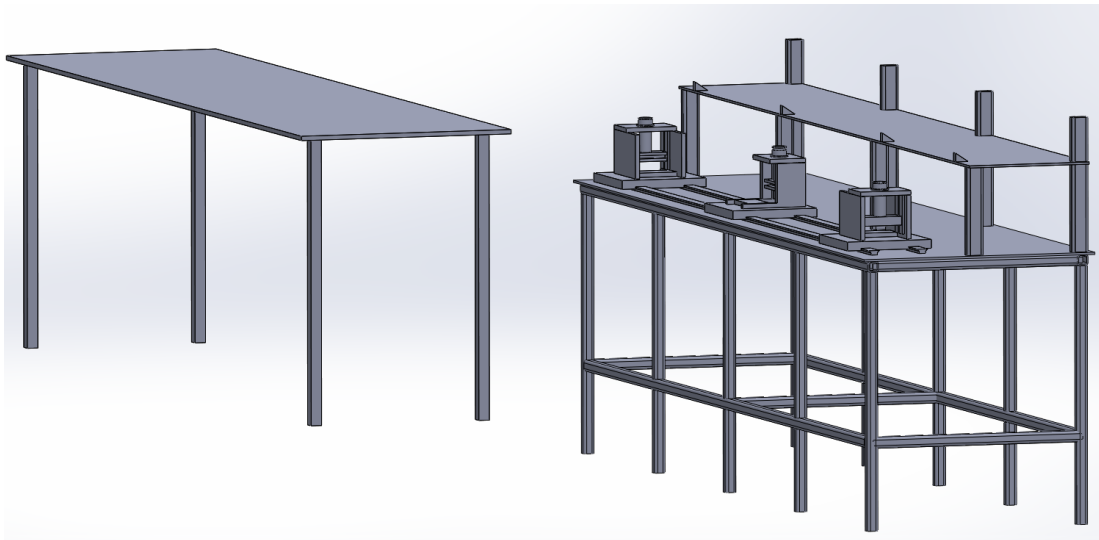
8 TUOTTEEN KÄSITTELY

Haasteena uuden leikkurin hankinnassa on kappaleen käsittely, jossa lattakuparitankonippu lasketaan nosturilla koneen taakse niille kuuluvalla pöydälle. Nykyisessä mallissa tuotteen pystyy vetämään leikkureiden välistä, mutta jos kahden päätyleikkurin väliin tulee lisää leikkureita, niin nykyinen systeemi ei toimi. Tällöin telineille ja pöydälle tulee keksiä uusi paikka tai systeemi.

8.1 Kerrospöytä

Leikkurin päälle tehdään pöytä, johon tuotteet voidaan laskea (Kuva 13). Alle jää leikkurit, jolloin päältä otetaan tuote, tarkastetaan suoruus ja leikataan tuote alapuolella olevilla leikkureilla. Samalla tavalla kuin nykyisessäkin mallissa, tuote vedetään päädyistä ulos pöydälle. Kun pöytä sijoitetaan koneen päälle, niin työntekijät eivät joudu kiertämään selkäänsä, kuten esimerkiksi, jos pöytä sijoitettaisiin leikkurin taakse. Leikkurin, pöydän ja harjakoneen voisi sijoittaa loogiseen jonoon, jolloin ylimääräisiä ja aikaa vieviä nostoja tulisi mahdollisimman vähän. Koska nykyinen keskilovileikkuri poistetaan tieltä, se avaa mahdollisuuden tilan uudelleenkäyttöön.

Kerrospöydässä tulee ottaa huomioon mittasuhteet. Nykyinen pöytä leikkureineen on noin 140cm korkea. Lisäksi leikkureiden päällä olevat pleksilaatikot avautuvat ylöspäin, jolloin suoja avattaessa korkeus nousee jo lähelle kahta metriä. Pleksisuojiin pitää esimerkiksi asentaa sivuihin saranat, jotta laatikot avautuvat sivusuunnassa, koska uusi taso tulisi muuten liian korkealle. Tällöin uusi taso voitaisiin tehdä noin 150cm korkeudelle, joka on vielä sopiva normaalipituiselle henkilölle.

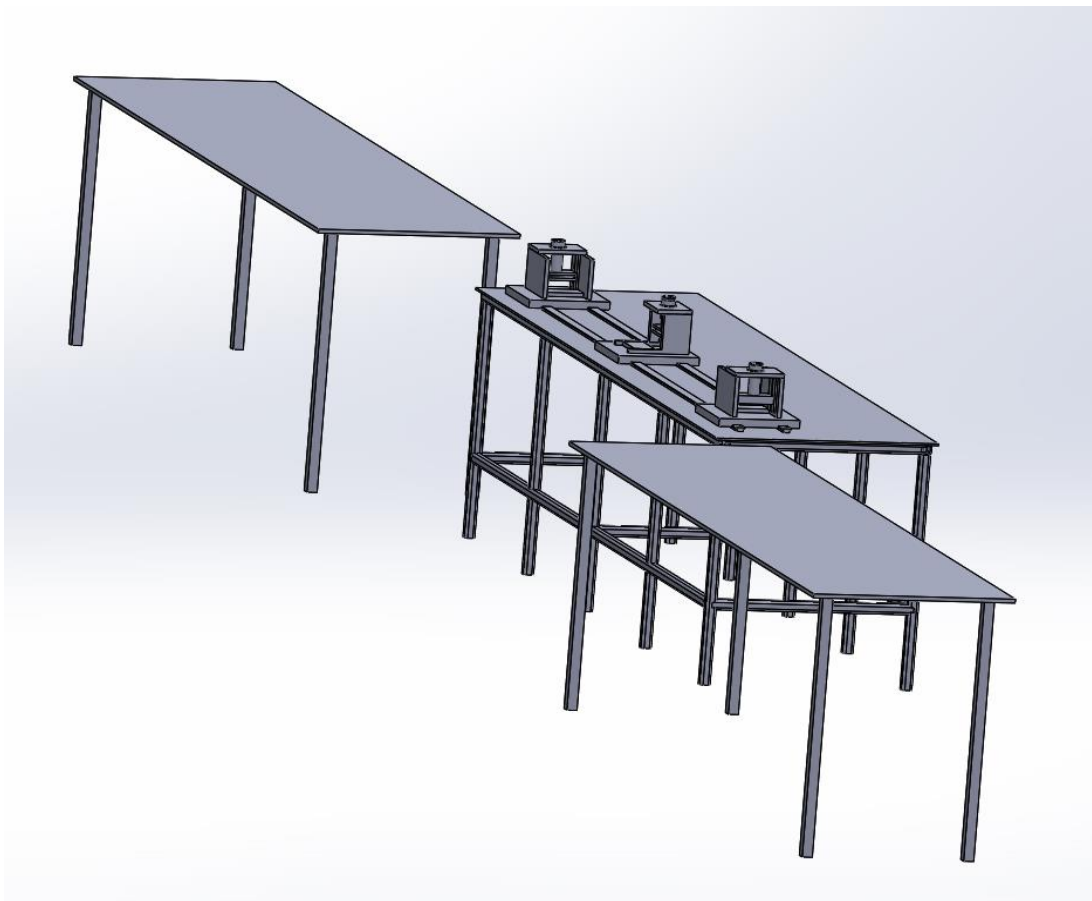


Kuva 13. Mallinnettu kerrostaso kappaleille. (Kunnas)

8.2 Pöytä koneen takana

Pöytä, johon tuotteet lasketaan ennen leikkausta, sijoitetaan leikkurin taakse pituus-suunnasta katsottuna (Kuva 14). Työntekijä vetää tuotteet leikkurikoneen pöydälle, tarkastaa suoruuden ja leikkaa tuotteen. Tämän jälkeen tuote vedetään toisesta päästä leikkurin läpi toiselle pöydälle, jossa suoritetaan hionta.

Leikkurien pleksisuojiin ei tarvitse tehdä muutoksia, jos pöytä sijoitetaan koneen taakse. Tällöin pleksilaatikoilla on tilaa avautua ylöspäin.



Kuva 14. Pöytä koneen takana. (Kunnas)

8.3 Liukuhihna

Liukuhihnaa (Kuva 15) käyttäessä, pöytä voidaan sijoittaa koneen taakse pituussuunnasta katsottuna. Työntekijä pystyy tekemään suoruustarkastuksen, jonka jälkeen kappale laitetaan liukuhihnalle. Liukuhihna puskee kappaleen leikkurin alle ja leikkaus pystytään toteuttamaan. Liukuhihna on parempi vaihtoehto kuin esimerkiksi telat, koska kappaleet ovat niin kevyitä, että ne eivät kulkisi hyvin telojen päällä. Lisäksi liukuhihna ei naarmuta kappaleita. Liukuhihnaa voisi jatkaa vielä leikkurista eteenpäin harjakoneelle, joka on kappaleiden seuraava työvaihe.



Kuva 15. BC-GM-50 Hihnakuuljetin vaihdemoottorilla. (Profican www-sivut.)

9 VAIHTOEHTOJEN TARKASTALU

9.1 Vesileikkurin tarkastelu

Vesileikkuri poistaisi mahdollisesti ongelmia, joita muuten voi olla vaikea nykyisillä laitteilla poistaa, kuten esimerkiksi leikkauksissa syntyvä jäyste. Tällöin päästäisi eroon myös hiomisesta, joka puolestaan nopeuttaisi tuotantoa edelleen. Etuna vesileikkurissa on erittäin tarkka leikkausjälki, joka on edellytys myös valmistettavissa tuotteissa. Lisäksi vesileikkuriin ei tarvitse vaihtaa leikkauslevyjä yms. vaan koneesta valitaan automaattinen ohjelma. Huono puoli uuden leikkurin hankkimisessa on hinta,

joka muihin vaihtoehtoihin nähden on kallis. Toinen huono puoli vaihtoehdossa on melko hidas leikkaustahti verrattuna hydraulisiin leikkureihin.

9.2 Hydraulileikkureiden tarkastelu

9.2.1 Kiskomallin tarkastelu

Kiskomallin toteuttaminen on suhteellisen helppo ja edullinen, koska se voidaan tehdä vanhan koneen pohjalle. Koneesta löytyy hydraulikka valmiina, joten uusi leikkuri saadaan liitettyä siihen. Konetta on helppo jatkossa muuttaa, jos tuotteiden kehittyminen sitä vaatii, kuten esimerkiksi liittää lisää leikkureita.

Mielestäni leikkureiden liikuttelu pitäisi tapahtua sähköisesti esimerkiksi lineaarinjoh-teiden avulla ja koneeseen liittää digitalinen näyttö, josta näkee leikkurin etäisyyden halutusta paikasta. Sähköinen liikuttelu takaa tarkan leikkureiden liikuttelun, sekä vähentää työntekijän tekemän virheen mahdollisuutta. Digitalinen näyttö selkeyttää työntekijälle leikkurien liikuttelua. Lisäksi kiskot ovat matalammat kuin pukki, joka voi helpottaa leikkurien käyttöönottoa ja tuotteen käsittelyä.

Tässä vaihtoehdossa pysytään kuitenkin edelleen hydraulisessa leikkaustavassa, jolloin jäysteestä ei päästä eroon. Se tarkoittaa, että tuote pitää hioa edelleen leikkauksien jälkeen.

9.2.2 Pukkimallin tarkastelu

Hyvää pukkimallissa on, että se voidaan tehdä vanhan koneen pohjalle. Käytössä on hydraulikka, jolloin leikkurit saadaan liitettyä myös vanhaan koneeseen. Malliin löytyy paljon erilaisia vaihtoehtoja ja lineaarijohteita. Digitalinen näyttö on myös edellytys, jotta työntekijä tietää, millä etäisyydellä leikkuri on halutusta paikasta. Lineaarijohteen valinnassa voidaan ottaa mallia myös vesileikkurissa olevaa pukkia, jolloin vesileikkureiden tilalle laitetaan vain hydraulikkaleikkurit (kuva 12).

Koska malliin on suunniteltu hydraulinen leikkuri, niin se ei poista jäystettä, eli tuotteet pitää hioa leikkauksen jälkeen. Mielestäni lineaarijohtimen avulla tämä on erittäin hyvä hankinta, jossa päästään parempaan, nopeampaan ja tarkempaan tapaan leikata tuotteita.

9.3 Ratasmallin tarkastelu

Ratasmalli olisi melko halpa toteuttaa, mutta sen tarkkuus ja vaativuus eivät välttämättä ole suhteellisesti yhtä hyvät kuin esimerkiksi lineaarijohtimen avulla liikuteltava malli. Malli voitaisiin toteuttaa vanhan koneen pohjalta, joka vaatisi kuitenkin tarkemman ja laajemman suunnittelun, sekä olisi melko työläs toteuttaa. Tällöin pysyttäisiin edelleen manuaalisesti liikuttamaan leikkureita, joka on huonompi kuin esimerkiksi lineaarijohteiden avulla liikuttelu.

Taulukko 1. Vaihtoehtojen pisteytys.

| | Turvallisuus | Kustannusarvio | Soveltuvuus | |
|--------------|--------------|----------------|-------------|----------|
| Kiskomalli | 9 | 8 | 8 | (=paras) |
| Pukkimalli | 9 | 8 | 7 | |
| Ratasmalli | 9 | 9 | 5 | |
| Vesileikkuri | 10 | 6 | 7 | |

9.4 Kappaleenkäsittelyn tarkastelu

9.4.1 Kerrostaso

Ongelmaksi voi muodostua tason korkeus. Työntekijät voidaan joutua profiloimaan pituuden mukaan, jos tuotteille tarkoitettu taso tulee liian korkeaksi. Taso kappaleille sijaitsee siis leikkureiden yläpuolella. Taso saadaan pysymään noin 150cm korkeu-

della tekemällä muutamia muutoksia nykyisiin leikkureiden suojalaatikoihin. Nykyiset suojat avautuvat ylöspäin, joten mikäli taso halutaan pitää järkevän korkuisena, suojiin tulee avautua jatkossa sivulle päin. Tämä laskee tason korkeusvaatimuksia.

9.4.2 Pöytä koneen takana

Vaikka pöytä sijaitseekin työntekijään nähden oikealla ja vaihtoehto ei välttämättä ole kaikista mahdollisuuksista ergonomisin, niin mielestäni se on silti toimivin. Tuotteiden painot ovat pienet ja loppujen lopuksi, kun työntekijä vetää tuotetta pöydältä toiselle, kiertoa ei tule selkään kovin paljon.

Kun keskilovileikkuri poistuu hallista, se antaa tilaa uudelle pöydälle koneen taakse, joka on erittäin halpa ja helppo toteuttaa.

9.4.3 Liukuhihna

Liukuhihna on hyvä sen takia, koska tuotetta pystytään liikuttamaan tarkasti ja nopeasti paikasta A paikkaan B, ilman fyysistä työtä. Tässä tapauksessa liukuhihna liikuttaisi tuotteen leikkurin alle, jossa leikkaus tapahtuisi. Tämän jälkeen myös mahdollisesti eteenpäin pöydälle, jossa hionta suoritettaisiin. Esimerkkinä Proficanin tuote (Kuva 15), joka olisi teknisiltä ominaisuuksiltaan erittäin hyvä vaihtoehto.

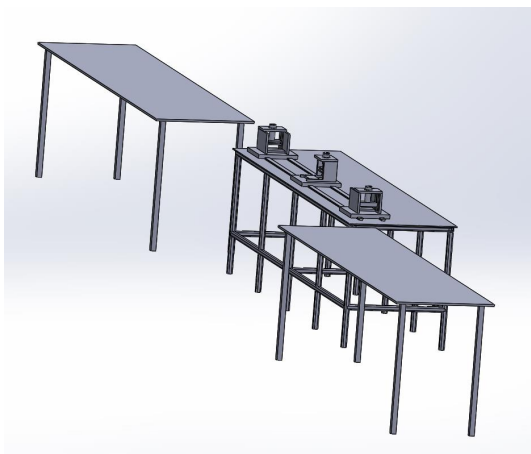
Taulukko 2. Kappaleenkäsittelyvaihtoehtojen pisteytys.

| | Turvallisuus | Kustannusarvio | Soveltevuus | Ergonomia | |
|---------------------|--------------|----------------|-------------|-----------|----------|
| Kerrostaso | 8 | 8 | 8 | 8 | |
| Pöytä koneen takana | 9 | 10 | 9 | 7 | (=paras) |
| Liukuhihna | 9 | 6 | 8 | 10 | |

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Kun yhdistetään eri leikkurivaihtoehtojen pisteytys (Taulukko 1.) ja kappaleen käsittelyvaihtoehtojen pisteytys (Taulukko 2.), voidaan vertailla eri vaihtoehtoja pisteiden avulla. Erilaisia toteutusmahdollisuuksia on lukuisia, joista voidaan valita tarkasteluun, mikä vaihtoehto tahansa. Keskityn kuitenkin tärkeimpien, eli mielestäni parhaiden vaihtoehtojen tarkasteluun.

Mielestäni paras vaihtoehtoyhdistelmä leikkurille ja kappaleen käsittelylle olisi lineaarijohteilla liikkuvat leikkurit, jotka olisivat liikuteltavissa sähköisesti. Tuotteet nostetaan nosturilla erilliselle pöydälle koneen taakse, josta ne ovat vedettävissä käsin leikkausalustalle. Leikkausalustalla tehdään vaadittava suoruustarkastus, jonka jälkeen tuotteeseen tehdään leikkaus. Leikkauksen jälkeen kappale vedetään vasemman päätyleikkurin läpi toiselle pöydälle, jossa hionta suoritetaan. Alapuolella selvennykseksi esimerkit lineaarijohteesta, ohjausyksiköstä, leikkurista sekä pöytien muodostelmasta.



Toiseseksi paras vaihtoehto mielestäni on myös sama, lineaarijohteella liikuteltavat leikkurit, jossa puolestaan kappaleen käsittely tapahtuisi kerrostasossa. Tällöin pöytään tehtäisiin toinen taso leikkureiden yläpuolelle, josta kappale laskettaisiin käsin

nostamalla alas leikkausalustalle. Muu prosessissa tapahtuva tekeminen olisi käytännössä täysin samaa kuin edellä mainitussa vaihtoehdossa.



Vesileikkuri on hintava hankinta ja lienee hieman hidas vaadittaviin toimenpiteisiin, eikä välttämättä tuota haluttua lopputulosta, joten en nosta sitä turhan korkealle arvostelussa. Ratasmallin toteuttaminen olisi turhan haastava ja lopputulos ei olisi parempi, kuin edellä mainitut vaihtoehdot.

LÄHTEET

Lindroos, V., Sulonen, M. & Veistinen, M. 1986. Uudistettu Miekk-ojan metallioppi. Keuruu: Otava.

Porin www-sivut. Viitattu 18.04.2018. <https://www.pori.fi/>

Aalto, H. Luvata vaihtaa omistajaa: Pääkonttori siirtyy Lontoosta Poriin... Satakunnan kansa 15.5.2017. Viitattu 02.05.2018. <https://www.satakunnankansa.fi/>

Luvatan www-sivut. Viitattu 02.05.2018. <http://www.mmluvata.com>

Ultracutin www-sivut. Viitattu 04.05.2018. <http://www.ultracut.fi/>

Intermacin www-sivut. Viitattu 09.05.2018. <http://www.intermac.com>

Joka-werkzeugbaun www-sivut. Viitattu 09.05.2018. <https://joka-werkzeugbau.de/>

Profican www-sivut. Viitattu 09.05.2018. <https://profican.fi/>

Työterveyslaitoksen www-sivut. Viitattu 15.05.2018. www.ttl.fi

Rollcon www-sivut. Viitattu 16.05.2018. <http://www.rollco.fi>

Linnatraden www-sivut. Viitattu 16.05.2018. <http://www.linnatrade.fi>

Panelpunchingin www-sivut. Viitattu 21.05.2018. <http://panelpunching.com>