

Toni Mämmelä

Höylälinjan toiminnan tehostaminen

Opinnäytetyö
Kevät 2011
Tekniikan yksikkö
Puutekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Puutekniikka

Tekijä: Toni Mämmelä

Työn nimi: Höylälinjan toiminnan tehostaminen

Ohjaaja: Heikki Heiskanen

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 57

Liitteiden lukumäärä: 3

Tämän opinnäytetyön kohteena oli kevythirsimökkejä valmistavan yrityksen ovi- ja ikkunatehtaan höylälinja. Työn tarkoituksena oli laatia tekniset piirustukset kaikista linjalla valmistettavista tuotteista sekä ohjeita asetteiden tekemiseen. Ohjeet tehtiin nopeuttamaan nykyistä asetteentekoa sekä toimimaan ohjeena uusille työntekijöille. Lisäksi työssä kartoitettiin muita höylälinjan toimintaan, toimintatapoihin sekä terähuoltoon liittyviä ongelmia.

Työn kirjallisuusosassa tutustuttiin höyläykseen, tapitukseen sekä asetteen tekoon ja aseteaikojen lyhentämiseen liittyvään teoretietoon. Lisäksi käsiteltiin terätekniikkaa sekä koneiden ja laitteiden huoltoa ja kunnossapitoa.

Kokeellisessa osassa tutustuttiin höylälinjan sekä terähuollon koneisiin ja laitteisiin. Lisäksi asetteentekoaikoja ja tuotteiden läpäisyajoja kelloitettiin sekä tutkittiin asetteenteon ja toimintatapojen ongelmakohtia ja laadittiin ehdotuksia niiden ratkaisemiseksi.

Linjan asetteen teossa eniten aikaa vieväksi toimenpiteeksi havaittiin tapituskoneen asetteen teko ja säätö. Kehitettyjen ohjeiden avulla asetteenteko tulee helpottumaan, mutta tuloksia ei valitettavasti vielä päästy tutkimaan.

Linjan toimintaa tarkasteltaessa, häiriötaajuuden todettiin kasvavan sen mukaan, mitä lyhyempiä kappaleita käsiteltiin. Linjanopeuden hidastamisen todettiin vähentävän häiriöiden määrää, mutta se vaatisi teknisiä ratkaisuja.

Terähuollon osalta yrityksen resurssit todettiin erittäin hyviksi ja huomattiin, että hyödyntämällä niitä tehokkaammin saataisiin teroituksen laatua parannettua sekä aseteaikoja lyhennettyä.

Höylälinjalla toteutuneissa huoltotoimenpiteissä havaittiin puutteita ja niihin annettiin uusia suosituksia ja toimintaohjeita.

Avainsanat: tehostaminen, rakennuspuusepänteollisuus, höyläys

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Wood Technology

Author: Toni Mämmelä

Title of thesis: Rationalizing of a planing line

Supervisor: Heikki Heiskanen

Year: 2011

Number of pages: 57

Number of appendices: 3

The thesis was made for a company which makes light log houses. The precise target was the planing line of the company's door and window factory.

The aims of the thesis were to draw technical drawings of the products which are made in the company's planing line and to find ways to develop and rationalize the line's functioning and to find ways to speed up the setup times. The thesis was made to give new ideas for the workers and to serve as an instruction for new employees.

The literary part of the research consists of the theory of planing, tenoring, bits and servicing and setting of machines.

In the experimental part of the thesis the machines of the company's planing line and bit service were gone through. The setup time of the planing line and product penetration were measured. Problems in ways of actions were charted and proposals to solve them were made.

The study found out that there are many ways to develop and rationalize the production. The company has very good resources, and by using them more efficiently and by servicing machines and bits better it is possible to get very good results.

The company is going to execute many of these proposals but unfortunately there was not enough time to examine the results in the thesis.

Keywords: rationalizing, building joinery industry, planing

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tausta	9
1.2 Työn tarkoitus ja tavoitteet	9
1.3 Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi.....	9
2 KIRJALLISUUSOSA	10
2.1 Höyläys ja tapittaminen	10
2.1.1 Oikohöyläys	10
2.1.2 Muotohöyläys.....	11
2.1.3 Kaksipuolinen tapituskone	11
2.2 Asetteet.....	12
2.2.1 Asetusaika	12
2.2.2 Asetusaikojen lyhentäminen	12
2.2.3 Memory System	14
2.3 Terätekniikka.....	14
2.3.1 Terägeometria.....	14
2.3.2 Terätyypit	15
2.3.3 Terien kiinnitys.....	17
2.3.4 Terähuolto.....	21
2.3.5 Teroitus.....	21
2.4 Koneiden ja laitteiden huolto ja kunnossapito	22
2.4.1 Huollolla saavutettavat edut	22
2.4.2 Huolto-ohjeet.....	23
2.4.3 Huoltojen ajoittaminen	24
3 KOKEELLINEN OSA.....	25
3.1 Raaka-aineet ja tuotteet	25
3.2 Laitekanta ja höylälinjan työnkulkukaavio	25

	5
3.3 Nykytilan selvitys ja analysointi	25
3.4 Aseteohjeiden laatiminen	26
4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELU.....	27
4.1 Raaka-aineet ja tuotteet	27
4.2 Laitekanta ja höylälinjan työkulkukaavio	28
4.2.1 Höylälinja – laitteet ja työkulkukaavio.....	28
4.2.2 Terähuollon laitteet	36
4.3 Nykytilan selvitys ja analysointi	39
4.3.1 Asetteiden teko	39
4.3.2 Höylälinjan toiminta.....	46
4.3.3 Terähuolto.....	48
4.3.4 Koneiden ja laitteiden huolto.....	50
4.4 Aseteohjeiden laatiminen	51
5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET	53
6 YHTEENVETO.....	54
LÄHTEET	56
LIITTEET	57

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Terägeometria. (Voutilainen ym. 2002, 64.)	14
Kuvio 2. Pyörökutteri. (Voutilainen ym. 2002, 93.)	16
Kuvio 3. Kurso. (Voutilainen ym. 2002, 94.)	17
Kuvio 4. Karamutterikiinnitys. (Weinig 2011a.).....	17
Kuvio 5. Karamutterikiinnityksessä aiheutuva välys. (Weinig 2011a.).....	18
Kuvio 6. Hydraulisen kiinnityksen toimintaperiaate. (Weinig 2011a.)	19
Kuvio 7. Weinig PowerLock -kiinnitys. (Weinig 2011a.)	20
Kuvio 8. Weinig PowerLock -kiinnityksen toimintaperiaate. (Weinig 2011a.)	20
Kuvio 9. Ikkunan pokaan jyrstetty haara.	27
Kuvio 10. Ikkunan pokaan jyrstetty tappi.....	28
Kuvio 11. Yksinkertaistettu höylälinjan layoutkuva, jossa oikohöylä (1), tapituskone (2) sekä muotohöylä (3).	29
Kuvio 12. Höylälinjan työnkulkukaavio.	30
Kuvio 13. CM A.Costa viisikarainen höyläkone.....	31
Kuvio 14. Oikohöylän karajärjestys.	32
Kuvio 15. SCM Concept 2000 M/D kaksipuolinen tapituskone.	33

	7
Kuvio 16. Tapituskoneen karojen asettelu.	33
Kuvio 17. Tapituskoneen käyttötaulu.	34
Kuvio 18. Weinig Unimat 1000 kahdeksankarainen muotohöylä.	35
Kuvio 19. Muotohöylän karajärjestys.	35
Kuvio 20. Weinig Unimat -muotohöylän käyttötaulu.	36
Kuvio 21. UT.MA s.r.l. LC 25F teroituskone.	37
Kuvio 22. Weinig Rondamat 912 automaattinen teroituskone suorien teräkuttereiden teroitukseen.	37
Kuvio 23. Weinig Rondamat 980 automaattinen teroituskone profiilikursojen teroitukseen.	38
Kuvio 24. Weinig Opti Control -mittausasema.	38
Kuvio 25. Teijo TL900 pesukone.	39
Kuvio 26. Tapituskoneen teräteline.	40
Kuvio 27. Tapituskoneen mallikappaleet.	41
Kuvio 28. Ajankäytön jakautuminen asetteen vaihdossa, yhden työntekijän suorittamana.	42
Kuvio 29. Ajankäytön jakautuminen asetteen vaihdossa, kahden työntekijän suorittamana.	43
Kuvio 30. Höylän työkalujen säilytys.	45

	8
Kuvio 31. Sekalaisen tavaran varastointia.	46
Taulukko 1. Höylän huoltotoimenpiteet.	50
Taulukko 2. Tapituskoneen huoltotoimenpiteet.	51

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Työ tehdään kevythirsimökkejä valmistavan yrityksen ovi- ja ikkunatehtaan höylälinjalle. Höylälinjalla höylätään aihiot ikkunan pokiin ja -karmeihin sekä ovien kehikoihin ja ovenkarmeihin. Höylättävistä tuotteista on olemassa ainoastaan mallikappaleet, joiden mukaan profiilit asetetaan sekä listat, joista ilmenee pituussuuntaiset katkaisu- ja kyntemitat, mutta niistä ei ole piirustuksia eikä poikkileikkauksen profiilien tarkkoja mittoja. Höylälinjalla työskentelyyn ja toimimiseen ei myöskään ole kirjoitettuja ohjeita, mikä vaikeuttaa osittain nykyisten työntekijöiden toimintaa sekä erityisesti uuden työntekijän työskentelyn aloittamista linjalla.

1.2 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Tarkoituksena on piirtää tekniset piirustukset kaikista höylälinjalla höylättävistä tuotteista sekä laatia ohjeita linjalla työskentelyyn. Tavoitteena on löytää keinoja toiminnan tehostamiseen ja asetteiden teon nopeuttamiseen. Työn tarkoitus on löytää uusia tehokkaampia toimintatapoja linjan nykyisille työntekijöille sekä toimia ohjeena linjalla aloittaville työntekijöille. Ensisijaisina osa-alueina keskitytään asetteiden tekoon, linjan toimintaan sekä linjan ja koneiden huoltoon sekä terähuoltoon.

1.3 Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi

Työ aloitetaan perehtymällä aiheesta löytyvään teoriatietoon, jota pyritään keräämään muun muassa kirjallisuudesta, internetistä sekä alan yrityksistä. Työn kokeellinen osa aloitetaan piirtämällä tekniset piirustukset höylälinjalla höylättävistä tuotteista, jolloin tuotteet myös tulevat tutuiksi. Sen jälkeen aloitetaan seuranta, joka tapahtuu työskentelemällä linjalla sekä seuraamalla linjan ja työntekijöiden toimintaa. Lisäksi tutustutaan yrityksen toisella tehtaalla sijaitsevaan terähuoneeseen.

2 KIRJALLISUUSOSA

2.1 Höyläys ja tapittaminen

Höyläämällä työstettävästä kappaleesta saadaan mittatarkka ja siihen voidaan työstää erilaisia muotoja. Höyläys on tyypillinen työvaihe puusepänteollisuudessa ja se voi olla joko valmisteleva tai lopulliset muodot antava työvaihe. Samaan lopputulokseen pääsemiseksi voidaan käyttää erilaisia höyläkoneita tuotantotavasta ja tuotannon laajuudesta riippuen. Pientuotannossa valmistettavien yksilötuotteiden valmistuksessa käytetään erillisiä koneita oikaisuun ja tasohöyläykseen. Sarjatuotannossa höyläkone toimii isomman linjan yhtenä osana tai höyläkone itsessään on monikarainen koneyksikkö, jonka avulla saadaan kertasyötöllä mittatarkka, muotoon höylätty tuote. (Auvinen ym. 2002, 63.)

Tapittamisella tarkoitetaan työstettävän kappaleen päihin tulevia työstöjä, kuten liitostapin tekemistä. Pienten kappaleiden kohdalla nämä työstöt voidaan tehdä alajyrsinkoneella kelkan avulla. Isompiin osiin kuten ovien ja ikkunoiden karmien ja pokien liitoksiin tarvitaan erillinen tapituskone. Puun päähän syynsuuntaan nähden poikittainen työstö vaatii tukevan kiinnityksen ja tukevan koneen. (Auvinen ym. 2002, 86–87.)

Tämän työn kohteena oleva höylälinja koostuu oikaisemiseen ja esiprofiiliin työstöön käytettävästä viisikaraisesta höyläkoneesta, viidellä karaparilla varustetusta kaksipuolisesta tapituskoneesta sekä profilointiin käytettävästä kahdeksankaraisesta höyläkoneesta.

2.1.1 Oikohöyläys

Oikohöyläyksen tarkoituksena on oikaista höylättävä kappale eli muodostaa kappaleeseen vähintään kaksi suoraa tasopintaa. Koneen säätöjen on oltava tarkasti kohdallaan, jotta pinnoista saataisiin suoria. Kutterin leikkuukehän on oltava tarkasti samassa tasossa takapöydän kanssa. (Auvinen ym. 2002, 64–65.)

Yleensä oikohöylällä tarkoitetaan yksikaraista höyläkonetta, jossa syöttö tapahtuu käsin (Auvinen ym. 2002, 64–65.). Työn kohteena olevalla höylälinjalla oikaisuun käytetään viisikaraista höyläkonetta, joka on periaatteessa samanlainen kuin seuraavassa kohdassa (2.1.2 Muotohöyläys) esitetty profilointiin käytettävä muotohöylä. Tällöin kappaleen kaikki sivut saadaan oikaistua kertasyötöllä ja kappaleeseen voidaan työstää tarvittaessa karkea esiprofiili. Näin voidaan vähentää profilointihöyläkoneessa syntyviä leikkuuvoimia.

2.1.2 Muotohöyläys

Teollisuudessa höylästyöt tehdään muoto- eli listahöylällä. Muotohöylän etuja ovat tehokkuus, tarkkuus ja työturvallisuus. Lisäksi tämän tyyppinen höyläkone on helppo liittää muihin linjakoneisiin, kuten tarkistus-, tapitus- tai porauskoneisiin. Muotohöylässä kappaleesta saadaan mitta- ja muototarkka yhdellä syötöllä. Höyliä on saatavana erikokoisia ja erilaisilla ominaisuuksilla ja varustuksella. Tärkeä ominaisuus höylässä on se, montako työstökaraa siinä on. Yleensä työstökaroja on 4–8 kappaletta. (Auvinen ym. 2002, 66.)

Höyläkoneen asetteenteko voi tapahtua perinteiseen tapaan käsin säätämällä tai automaattisesti CNC-ohjauksella. Koneen toimintaperiaate on läpisyöttöinen ja koneen kaikki karat voidaan säätää erikseen kulloisenkin tarpeen mukaan. Karojen edessä ja takana on yksilöllisesti säädettävät tuki- tai syöttörullat yläpuolella sekä sivuohjainrullat. Lisäksi pöydässä on kevennysrullia läpisyötön parantamiseksi. (Auvinen ym. 2002, 66.)

2.1.3 Kaksipuolinen tapituskone

Kaksipuolisessa tapituskoneessa on syöttötelat, jotka kuljettavat kappaleen koneen läpi. Syöttöteloissa on takatopparit, jotka varmistavat kappaleen pysymisen suorassa terien läpi ajettaessa. Koneessa on aina ensin tarkistussahat ja niiden jälkeen 1–4 karaparia tapitus- ja muototeriä varten. Kone soveltuu hyvin liitettäväksi isompaan konelinjaan. (Auvinen ym. 2002, 87.)

2.2 Asetteet

Asetteen tekeminen koneeseen edellyttää aina suurta tarkkuutta. Asetteen teossa tehdyt virheet tulevat esiin mittaepätarkkuuksina, huonona työstöjälkenä tai terien tai koneiden vioittumisena. (Voutilainen ym. 2002, 100.)

2.2.1 Asetusaika

Asetusaika koostuu toimenpiteistä, jotka tehdään tuotteen vaihtamiseksi työvaiheessa. Asetusaika muodostuu työkalujen, kiinnittimien, ohjelmien tai raaka-aineiden vaihdosta sekä muista tuotantoerän aloittamiseen liittyvistä toimenpiteistä. Erityisesti lyhyemmissä tuotantoerissä liian pitkät asetusajat syövät kannattavuutta, kuormitusasteen jäädessä alhaiseksi. (Uusi-Rauva ym. 1999, 385.)

Asetusaika alkaa siitä, kun linja pysäytetään ja jatkuu siihen saakka, kunnes asete on vaihdettu ja tarvittavat säätötoimenpiteet on tehty siten, että saadaan aikaiseksi seuraava laadullisesti kelpaava erilainen tuote ja linjan toiminta voi jatkua. (Tiainen 1996, 79.)

2.2.2 Asetusaikojen lyhentäminen

Asetusaikoja voidaan lyhentää teknisillä ratkaisuilla sekä organisoimalla asetuksen teko tehokkaasti. Teknisillä ratkaisuilla voidaan esimerkiksi lyhentää työkalujen ja kiinnittimien vaihtoon kuluva aikaa. Asetuksen valmistelevat toimenpiteet voidaan tehdä mahdollisimman pitkälle jo työvaiheen aikana, ennen varsinaista asetteen vaihtoa. Asetusvaiheessa voidaan käyttää apuna ylimääräistä työntekijää, joka ei välttämättä muuten osallistu varsinaiseen työtehtävään. Nykyaikaisilla, automaattisilla koneilla ja linjoilla saavutettavat edut perustuvat usein juuri lyhyisiin asetusaikeihin. (Uusi-Rauva ym. 1999, 386.)

Lähdettäessä lyhentämään asetteentekoaikoja, päädytään helposti ongelmien syntymiseen, mikä saattaa romuttaa koko etenemisprosessin. Ongelmiin asetusaikeiden lyhentämistyössä on valmistauduttava etukäteen, mikäli ne suinkin ovat

tiedostettavissa. Seuraavassa luettelossa on listattu yleisiä ongelmia, jotka on hyvä ottaa huomioon lähdetessä lyhentämään asetusaijoja. (Tiainen 1996, 81.)

1. Välttämättömiä valmistelevia toimenpiteitä asetteen tekoa varten ei ole suoritettu kunnolla.
 - Työkaluja ja tarvittavia tarvikkeita joudutaan etsimään.
 - Työkalut eivät ole niille merkityissä paikoissa tai pahimmassa tapauksessa niille ei ole merkittyä paikkaa.

2. Asetteen tekotapa on sekava.
 - Standardisoituja menetelmiä ja järjestystä asetustyövaiheille ei ole.
 - Mahdollisimman helpon asetteenteon esteenä olevia teknisiä ongelmia ei ole ratkaistu.
 - Työkalut ja tarvikkeet eivät ole sopivissa paikoissa.
 - Välineiltä vaadittavaa tarkkuutta ei ole järjestelmällisesti analysoitu.

3. Todelliset asetteenteon työvaiheet ja niiden tekemiseen vaadittava aika eivät ole selvillä.

4. Asetteen hienosäätö on puutteellista.
 - Säätö vie suuren osan asetusajasta.

5. Työntekijät ovat tottumattomia asetteentekotyöhön.
 - ”Pelottavien” asioiden tekemistä vältetään.
 - Koneenkäyttäjät ja asentajat ovat ”eri ammattikuntaa”. (Tiainen 1996, 81-82.)

Asetusaikojen lyhentäminen on myös keino parantaa tuottavuutta pienemmällä eräkoolla (Uusi-Rauva ym. 1999, 385). Tämän tutkimuksen tavoitteena ei kuitenkaan ole eräkokojen pienentäminen tai optimointi, joten sitä ei tarkemmin myöskään käsitellä. Tarkoituksena on etsiä keinoja yleisen toiminnan tehostamiseksi muun muassa asetusaijoja lyhentämällä.

2.2.3 Memory System

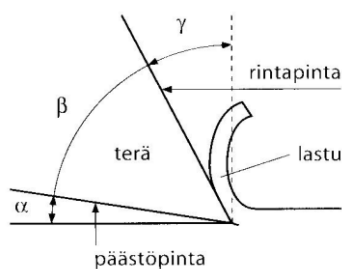
Memory System on Weinigin kehittämä asetteen teon apuväline. Kun asete on säädetty kohdalleen, se tallennetaan muistiin ja kun samaa asetetta tarvitaan seuraavan kerran, se valitaan muistista ja tallennetut lukemat ilmestyvät karojen näyttöihin ja karat säädetään lukeman kohdalle. Tämä takaa nopean ja tarkan säädön asetteiden vaihdoissa. (Weinig 2011b.)

Työn kohteena olevan linjan profilointihöyläkone on varustettu kyseisellä Memory System toiminnolla, mutta sitä ei ole käytetty. Syitä tähän käsitellään tarkemmin Tulokset ja tulosten tarkastelu -osiossa.

2.3 Terätekniikka

2.3.1 Terägeometria

Terän geometrialla tarkoitetaan työstötapahtumaan vaikuttavien terän osien mittoja ja muotoja. Lastuavan terän perusmuoto on kahden pinnan ja niiden välisen särmän muodostama kokonaisuus. Särmää kutsutaan terän suuksi ja pintaa, jota vasten lastu muodostuu, kutsutaan rintapinnaksi. Leikkuupinta muodostuu työstettävään kappaleeseen, kun terä irrottaa siitä lastun. Terässä olevan leikkuupinnan vastaista pintaa kutsutaan päästöpinaksi. Tärkeimmät terään liittyvät käsitteet on esitetty kuviossa 1. Kuviossa 1 esitetyt teräkulmat ovat: päästökulma (α), teroituskulma (β) ja rintakulma (γ). Päästökulma ja teroituskulma muodostavat yhdessä leikkuukulman. (Voutilainen ym. 2002, 64.)



Kuvio 1. Terägeometria. (Voutilainen ym. 2002, 64.)

2.3.2 Terätyypit

Terätyypit voidaan jakaa ryhmiin toimintaperiaatteen ja työstötuloksen perusteella tai toimintatavan mukaan.

Teräryhmät voidaan jakaa toimintaperiaatteen ja työstötuloksen perusteella:

- Sahaavat terät jakavat työstettävän kappaleen osiin, jolloin terä poistaa materiaalia kappaleiden välistä. Yleensä pyritään mahdollisimman pienen poistettavaan määrään.
- Leikkaavat terät irrottavat osia puusta joko tuotteeksi, kuten viilu tai hake, tai jäljelle jäävän osan muodon saavuttamiseksi, kuten höyläyksessä tai jyrsinnässä.
- Poraavat terät ovat leikkaavia teriä, joiden avulla tuotteeseen tehdään halutun muotoinen ja kokoinen reikä tai syvennys.
- Hiovat terät ovat geometrisesti epämääräisen muotoisia leikkaavia teriä. (Voutilainen ym. 2002, 65.)

Teräryhmät jaotellaan toimintatavan perusteella

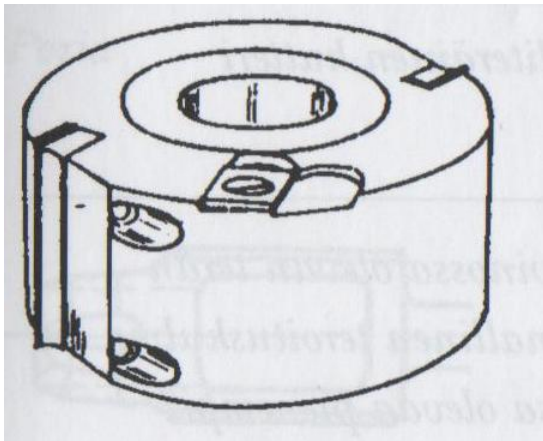
- kiinteällä akselilla varustettuihin teriin, kuten otsajyrsimiin, lieriöjyrsimiin ja poriin
- akselille asennettaviin teriin, kuten pyörösahanteriin, kursoihin ja kuttereihin
- nauhamaisiin teriin, kuten vannesahanteriin ja ketjusahanteriin
- edestakaisin liikkuviin teriin, kuten kehysahanteriin. (Voutilainen ym. 2002, 66.)

Tämän tutkimuksen kohteena olevalla höylälinjalla käytetään toimintaperiaatteen sahaavia ja leikkaavia teriä, jotka kaikki ovat toimintatavaltaan akselille asennettavia teriä. Kyseisellä höylälinjalla käytetään erilaisia pyörösahanteriä, kuttereita ja kursoja.

Pyörösahanterät. Terän hampaiden määrällä suhteessa terän halkaisijaan on suuri merkitys työstöjälkeen. Pyörösahanterän valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat sahattavan materiaalin kovuus ja haluttu pinnanlaatu. Kova puu vaatii tiheämmän hammastuksen kuin pehmeä puu. Tiheä hammastus antaa paremman pinnanlaa-

dun kuin harva hammastus. Ohuemmassa terässä on aina tiheämpi hammastus. Terän tukevuuden kannalta tulisi aina valita halkaisijaltaan mahdollisimman pieni terä, mutta leikkaavien hampaiden tulisi aina olla vähintään 20 mm sahattavan kappaleen yläpuolella. (Voutilainen ym. 2002, 89.)

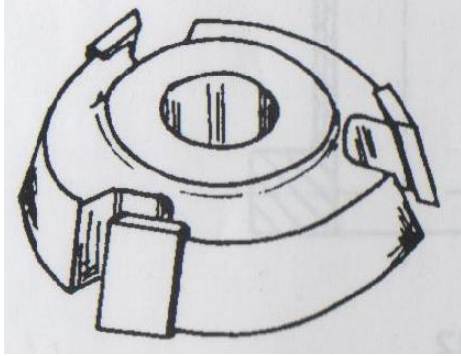
Kutterit. *Pyörökuttereita* (Kuvio 2) käytetään tasopintojen höyläykseen. Pyörökuttereissa on vähintään kaksi terää. Suositeltu syöttönopeus on noin 10 m/min terää kohden, jolloin aaltoväliksi saadaan noin 1,5-2 mm. *Profiilikutterin eli muototerän* yleisin terämäärä on 2–4 terää. Profiili terä voi olla joko rinta- tai päästöpinna- teroitettava. Rintapinnasta teroitus voidaan tehdä tavallisilla teroituskoneilla, mutta päästöpinna- teroitukseen tarvitaan profilointi kone. *Kääntöteräkuttereissa* terät ovat molemmilta pinnoilta teroitettuja kertakäyttöteriä. (Voutilainen ym. 2002, 93-94.)



Kuvio 2. Pyörökutteri. (Voutilainen ym. 2002, 93.)

Tämän tutkimuksen kohteena olevalla höylälinjalla käytetään ainoastaan pyörökutterityyppisiä kuttereita. Profiilien valmistukseen käytetään kursoja.

Kursot. Kursoja (Kuvio 3) käytetään tapituksessa, urajyrinnässä sekä profiilien valmistuksessa. (Voutilainen ym. 2002, 94.)

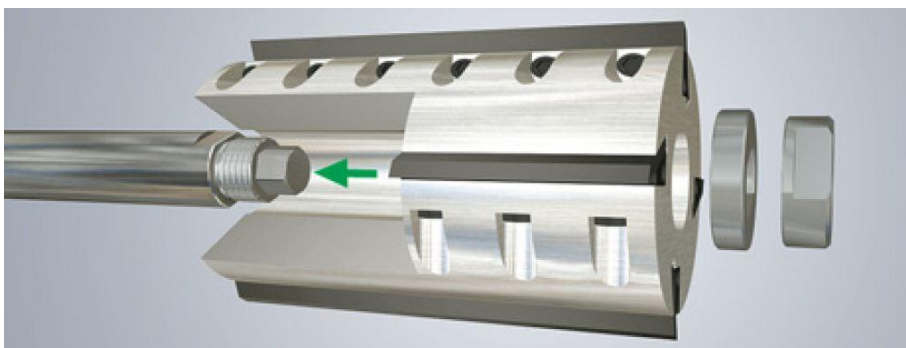


Kuvio 3. Kurso. (Voutilainen ym. 2002, 94.)

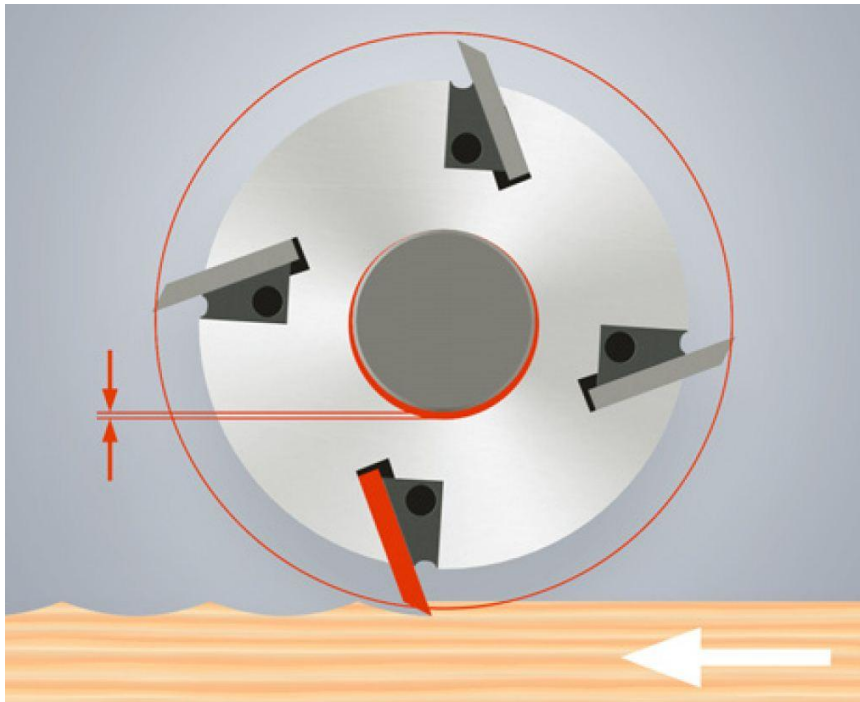
2.3.3 Terien kiinnitys

Terien kiinnittämiseen karalle voidaan käyttää kolmea eri periaatetta; perinteistä karamutterikiinnitystä, hydraulista kiinnitystä tai PowerLock –kiinnitystä, joka on Weinigin uusi innovaatio. (Weinig 2011a.)

Karamutterikiinnitys. Terä kiinnitetään karalle karan päässä olevan mutterin avulla (Kuvio 4). Tämän tyyppinen kiinnitys asettaa tiettyjä rajoituksia pinnanlaadun ja syöttönopeuden suhteen. Syynä tähän on karan ja terän välille jäävä 0.05 mm välyys, joka on välttämätön, jotta terä saadaan työnnettyä karalle. Tämä sallii terän lievän elämisen karalla, mikä aiheuttaa sen, että vaikka kaikki terät leikkaisivatkin, yksi terä kehältä on aina hieman muita ulompana ja täten määrittää lopullisen pinnanlaadun. (Kuvio 5). (Weinig 2011a.)

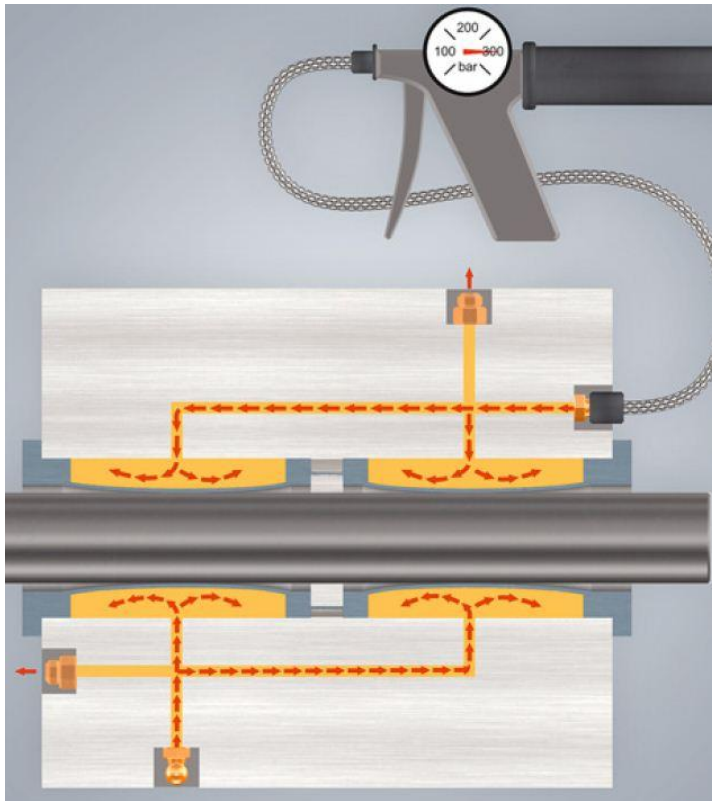


Kuvio 4. Karamutterikiinnitys. (Weinig 2011a.)



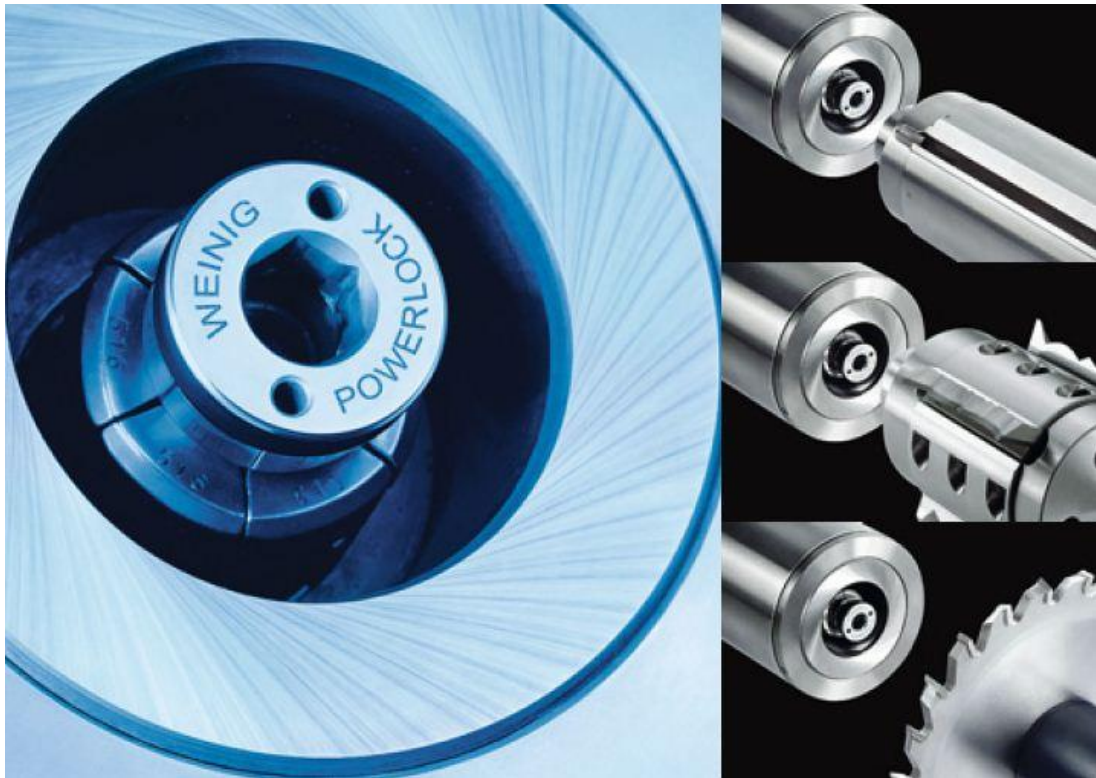
Kuvio 5. Karamutterikiinnityksessä aiheutuva välitys. (Weinig 2011a.)

Hydraulinen kiinnitys. Hydraulisessa kiinnitysmenetyksessä terän tai teräholkin sisäänrakennetut kammiot täytetään rasvalla. Rasva puristetaan kammioihin korkeapaineprässin avulla, jolloin paine kasvaa jopa 300 baariin. Paine saa kammiot laajenemaan, jolloin terä puristuu kiinni karaan ja keskittyy täysin välyksettömästi. Kuviossa 6 on esitetty hydraulisen kiinnityksen toimintaperiaate. Kun paine vapautetaan, terä vapautuu ja se voidaan poistaa karalta vaivattomasti. Terä voidaan kiinnittää samalla tavalla myös teroituskoneeseen, jolloin vällyksestä johtuvia virheitä ei aiheudu myöskään teroituksessa. (Weinig 2011a.)

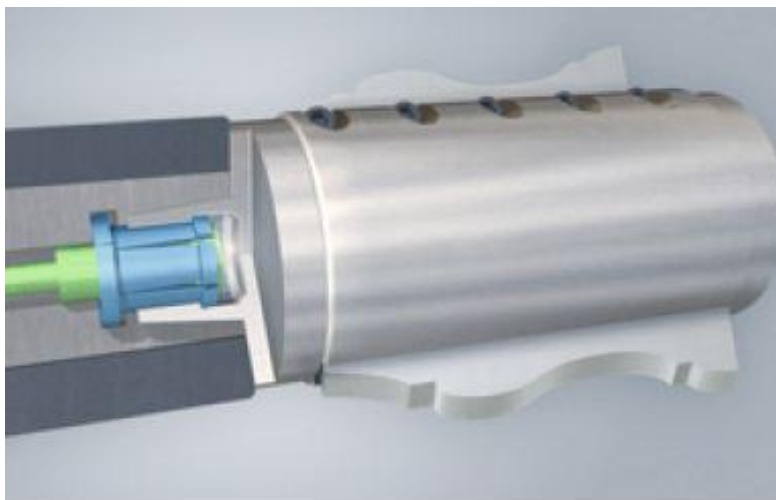


Kuvio 6. Hydraulisen kiinnityksen toimintaperiaate. (Weinig 2011a.)

PowerLock-kiinnitys. Käytettäessä PowerLock-kiinnitysmekanismia Weinig lupaa jopa 12000 r/min kierrosnopeuden terille, mikä taas mahdollistaa jopa kaksinkertaiset syöttönopeudet perinteisiin teriin verrattuna. Lisäksi PowerLock mahdollistaa vaivattoman terien vaihtamisen muutamissa sekunneissa. Terä kiinnitetään ja vapautetaan painamalla päässä olevaa painiketta. Mekanismin avulla terä kiinnittyy ja keskittyy karalle kolmen tonnin voimalla, minkä ansiosta saavutetaan jopa kaksinkertainen vakaus hydrauliseen kiinnitykseen verrattuna. Terät voidaan myös kiinnittää teroituskoneeseen samalla mekanismilla. Esimerkkejä PowerLock-kiinnitysmekanismista on esitetty kuvioissa 7 ja kiinnityksen toimintaperiaatetta on havainnollistettu kuviossa 8. (Weinig 2011a.)



Kuvio 7. Weinig PowerLock -kiinnitys. (Weinig 2011a.)



Kuvio 8. Weinig PowerLock -kiinnityksen toimintaperiaate. (Weinig 2011a.)

Työn kohteena olevalla linjalla käytetään perinteistä karamutterikiinnitystä. Osa kuttereista sekä pyörösahanterät kiinnitetään höylään erillisten kiinnitysholkkien avulla. Tällöin valitut terät kootaan holkille ja holkki kiristetään, jonka jälkeen holkki asennetaan karalle.

2.3.4 Terähuolto

Terähuoltoa varten on hyvä olla erillinen työtila eli niin kutsuttu terähuone, johon on sijoitettu terähuoltoon tarvittavat koneet ja työkalut sekä terävarastot. Tilojen tarve riippuu huollettavien terien koosta, määrästä sekä huoltoon tarvittavien koneiden ja työkalujen määrästä. (Voutilainen ym. 2002, 97.)

Terähuoltoon tarvittavan henkilöstön määrä riippuu huollettavien terien määrästä, terähuollon hajauttamisasteesta sekä ostettavien terähuoltopalveluiden määrästä. Ostettujen terähuoltopalveluiden määrä vaikuttaa myös terävaraston kokoon, erityisesti jos teriä joudutaan kuljettamaan kauemmas. Kattava terävarasto, laadukkaat terät ja teräjärjestelmät ovat myös tärkeä osa toimintavarmuutta ja joustavaa tuotantoa, mutta toisaalta teriin sitoutuu huomattavasti pääomaa ja vain käytössä olevat terät tuottavat. (Voutilainen ym. 2002, 97.)

Eryteisesti höyläämöissä koneen tuottavuutta pystytään lisäämään mittalaitteilla ja asetteenteon apulaitteilla, joiden avulla koneen ääressä tehtäviä töitä voidaan siirtää tehtäväksi terähuoneessa. Merkittävä resurssi on myös terähuoltohenkilöstön ammattitaito ja organisaation toimivuus, joilla on suora vaikutus terähuollon ja terien toimintavarmuuteen. (Voutilainen ym. 2002, 97.)

2.3.5 Teroitus

Oikein tehty teroitus on erittäin ratkaiseva toimenpide terän toimintaa ajatellen. Terien teroitus tapahtuu hiontalaikalla hiomalla, jolloin hiontalaikassa olevat kovat hiukkaset poistavat materiaalia terän hiottavalta pinnalta. Mitä suurempi on hiontalaikan kierrosnopeus, sitä pienempi on tarvittava leikkuuvoima, mikä on hyvä pitää alhaisena. Toisaalta hiomalaikan korkea kierrosnopeus aiheuttaa myös ylimääräistä lämpöä, mikä ei ole hyväksi. (Voutilainen ym. 2002, 101–102.)

Hiomalaikoissa käytettävät hionta-aineet pehmeimmästä kovimpaan ovat alumiinioksidi eli korundi, piikarbidi, boorinitridi ja timantti. Pyyntyöstöterien teroituksessa yleisin käytetty hionta-aine on alumiinioksidi, joka soveltuu vähänseostettujen työkaluterästen, pikaterästen ja stelliitin hiontaan. Boorinitridilaikalla saavutetaan pa-

rempi jälki pikateräksen hionnassa. Kovametallin teroitukseen tarvitaan timanttilaikka. Yleensä hionta tapahtuu kuivahiontana mutta myös märkähionta on yleistyessä. (Voutilainen ym. 2002, 102–103.)

2.4 Koneiden ja laitteiden huolto ja kunnossapito

Huollon tehtävänä on taata laitteiden toiminta ja ehkäistä niiden rikkoontuminen. Koneet ja laitteet tulee huoltaa ja kunnostaa laaditun huolto-ohjelman mukaisesti. Huolto on toimenpide, joka tehdään ennen koneen tai laitteen todennäköistä rikkoontumista. (Jussila & Siltanen 1992, 6.)

Säännöllisestä huoltamisesta huolimatta kone saattaa kuitenkin joskus rikkoontua, jolloin sitä joudutaan korjaamaan. Huoltamisella ja korjaamisella tarkoitetaan kahta eri asiaa:

- huoltotarve pystytään ennakoimaan ja huollon ajankohta voidaan ajoittaa tuotantoa ajatellen siten, että siitä on tuotannolle mahdollisimman vähän haittaa
 - korjaustyöt tulevat yllättäen
 - huollon tarkoituksena on välttää tilanteet, joissa vaaditaan korjausta.
- (Jussila & Siltanen 1992, 6.)

2.4.1 Huollolla saavutettavat edut

Asianmukaisella koneiden ja laitteiden huoltamisella saavutetaan useita merkittäviä etuja:

- koneen toimintavarmuus paranee, mikä merkitsee koneista johtuvien tuotantoseisokkien vähentymistä. Huolto lisää tuottavuutta ja samalla taloudellisuutta
- työturvallisuus paranee. Huonokuntoiset ja huoltamattomat koneet saattavat aiheuttaa työturvallisuusriskin toimimalla odottamattomalla tavalla. Käytön aikana hajoava kone voi aiheuttaa tapaturmia

- koneen käyttöikä pitenee. Huoltamattomana kone kuluu nopeasti loppuun. Oikein huoltamalla koneen käyttöikä pitenee huomattavasti
- työn ja työskentelyn laatu paranee. Hyvä työstöjälki voidaan saavuttaa vain kunnossa olevilla koneilla, laitteilla ja terillä. Jos akselit tärisyvät, vanteet heiluvat ja terät ovat tylsiä, taitavinkaan ammattilainen ei voi saada hyvää jälkeä aikaiseksi. Hyväkuntoisella ja oikein toimivalla koneella on myös mielekkäämpää työskennellä. Toistuvasti hajoavat koneet ja huono työnjälki tekevät työnteosta turhauttavaa. (Jussila & Siltanen 1992, 7.)

2.4.2 Huolto-ohjeet

Eri koneiden huolto-ohjeet ovat tietysti erilaisia, joten yleistä ja kattavaa huolto-ohjetta on mahdotonta antaa. Yksityiskohtaiset koneiden huolto-ohjeet saadaan laitteen toimittajalta. On kuitenkin joitakin huoltotoimenpiteitä, jotka voidaan tehdä melkein mille tahansa koneille. (Jussila & Siltanen 1992, 7.)

Yksi tärkeimmistä yleisistä koneiden huoltotoimenpiteistä on puhtaanapito. Työstöjätteet ja lika hankaloittavat säätöruuvien liikkumista, aiheuttavat epätarkkuuksia mitoissa, kulkeutuvat hydraulikka- ja pneumaattikjärjestelmiin ja kerääntyvät sähkölaitteiden ympärille aiheuttaen ylikuumenemisen. Puhdistus on tehtävä tarvittaessa vaikka päivittäin. (Jussila & Siltanen 1992, 8.)

Lähes kaikki koneet vaativat voitelua. Voitelu tulee aina suorittaa koneen ohjeiden mukaisesti ja käyttää suositeltuja voiteluaineita. Nykyään useissa koneissa käytetään automaattista tai kestovoitelua, mutta ohjeiden mukaiset tarkistukset on silti syytä suorittaa. (Jussila & Siltanen 1992, 8.)

Myös yleinen koneen toiminnan seuranta ja havainnointi on tärkeä huoltotoimenpide. Soveltuvin henkilö seurantaan on yleensä koneen käyttäjä, koska hän viettää eniten aikaa koneen parissa ja täten huomaa koneessa tapahtuvat muutokset parhaiten. Muutoksilla tarkoitetaan juuri tapahtuneita muutoksia, kuten hidastuneet pyörimisnopeudet, ylimääräiset äänet tai hajut, joiden syyt ja aiheuttajat tulee aina selvittää. (Jussila & Siltanen 1992, 8.)

Silmäilemällä ja käsin tunnustelemalla selviävät syyt esimerkiksi muutokset työstöjäljessä. Yleensä huono työstöjälki kertoo terien huonosta kunnosta. Tarkastelemalla konetta ja sen ympäristöä selviävät esimerkiksi löystyneet, irronneet tai vaurioituneet osat sekä öljy tai ilmapuodot. (Jussila & Siltanen 1992, 8.)

2.4.3 Huoltojen ajoittaminen

Myös huoltotarpeen tiheys ja eri huoltojen ajankohdat löytyvät laitteen toimittajalta saadusta huolto-ohjeesta. Yksi tapa seurata huoltoja ja huoltotarvetta on taulukoida koneen käyttötuntimäärät ja merkitä muistiin kulloinkin vaadittavat huoltotoimenpiteet. Tällainen menetelmä sopii koneille, joiden käyttö on jatkuvaa ja tasaisinta. (Jussila & Siltanen 1992, 9.)

Valitettavan yleinen huoltotapa on, että korjataan sitten kun hajoaa. Yleensä tämä ei ole mielekkäin saati edullisin vaihtoehto. Usein kone rikkoutuu juuri silloin kun siitä on eniten haittaa. (Jussila & Siltanen 1992, 9.)

3 KOKEELLINEN OSA

3.1 Raaka-aineet ja tuotteet

Selvitetään höylälinjalla käytettävät raaka-aineet ja niistä valmistettavat tuotteet. Kaikista höylälinjalla valmistettavista tuotteista piirretään CAD-ohjelmalla tekniset piirustukset, jotta tuotteiden dokumentointi yrityksessä saadaan ajan tasalle ja samalla tuotteet tulevat tutuiksi.

3.2 Laitekanta ja höylälinjan työnkulkukaavio

Tehdään selvitys sekä höylälinjan että terähuollon koneista ja laitteista sekä laaditaan höylälinjan työnkulkukaavio.

3.3 Nykytilan selvitys ja analysointi

Selvitetään sekä höylälinjan että terähuollon toiminnan nykytila mahdollisimman monipuolisesti ja analysoidaan tehtyjä havaintoja. Selvitys tapahtuu työskentelemällä linjalla ja seuraamalla linjan ja työntekijöiden toimintaa alkuvuoden 2011 aikana. Tuona aikana myös haastatellaan työntekijöitä sekä linjalla että terähuollossa, jotta pystytään hyödyntämään myös heidän kokemuksensa ja tietämyksensä ja kartoittamaan mahdollisuuksia toiminnan tehostamiseksi.

Selvityksen aikana kiinnitetään huomiota asetteiden tekoon ja siihen kuluvaan aikaan. Asetteen teon eri vaiheet kellotetaan ja selvitetään syyt kuluneeseen aikaan sekä pohditaan ratkaisuja ajan lyhentämiseksi. Myös tuotteiden läpimenoaikoja linjalla kellotetaan ja tarkastellaan linjan toimintaa ja pyritään löytämään syyt mahdollisiin epäkohtiin. Tärkeänä osana työtä on myös perehtyminen linjan koneiden huoltotarpeeseen ja nykyisin toteutuvaan huoltotoimintaan.

3.4 Aseteohjeiden laatiminen

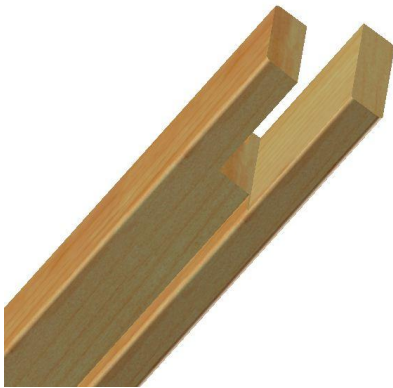
Laaditaan ohjeet asetteiden tekoon. Jokaisesta tuotteesta laaditaan ohje eli niin kutsuttu asetepohja, jossa on tuotteen kuvat tarvittavine mittoineen ja taulukko, jossa on sarakkeet koneiden karojen mukaan. Sarakkeisiin merkitään kaikki tarvittava tieto kyseisen asetteen tekemiseksi. Samalla höylälinjalla käytettävät terät saadaan dokumentoitua. Työn tarkoitus on antaa uusia toimintaohjeita nykyisille työntekijöille sekä helpottaa ja nopeuttaa tulevien työntekijöiden perehdyttämistä höylälinjalla työskentelyyn.

4 TULOKSET JA TULOSTEN TARKASTELO

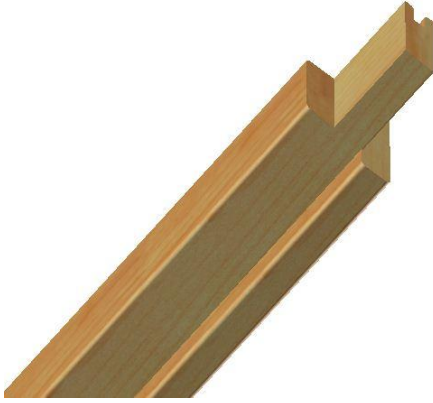
4.1 Raaka-aineet ja tuotteet

Höylälinjalla käytetään raaka-aineena mäntyä ja kuusta kahdeksaa eri dimensiota, joista osa on liimattua. Käytettävät dimensiot ovat: 38 x 100 mm, 47 x 114 mm, 48 x 135 mm, 50 x 50 mm, 50 x 62,5 mm, 50 x 75 mm, 63 x 62,5 mm ja 63 x 75 mm. Raaka-aineet tuodaan tehtaalle erimittaisissa nipuissa, joista ne katkotaan haluttuun pituuteen nippusahalla.

Linjalla valmistetaan ovien kehysten osat, ovien karmiosat, ikkunoiden pokat sekä karmiosat. Ovien kehysosia valmistetaan 10 erilaista profiilia, oven karmiosia 12 profiilia, ikkunan pokia 3 profiilia sekä ikkunan karmiosia 6 profiilia. Ovensivuja lukuun ottamatta kaikkien osien päihin jyrsitään tapituskoneessa haara (Kuvio 9) tai tappi (Kuvio 10) sekä muutamissa osissa käytetään kiertävää tapitusta, jolloin kappaleen toiseen päähän tulee haara ja toiseen tappi. Lisäksi lähes jokaista näistä osista valmistetaan useampina eri pituuksina.



Kuvio 9. Ikkunan pokaan jyrsitty haara.



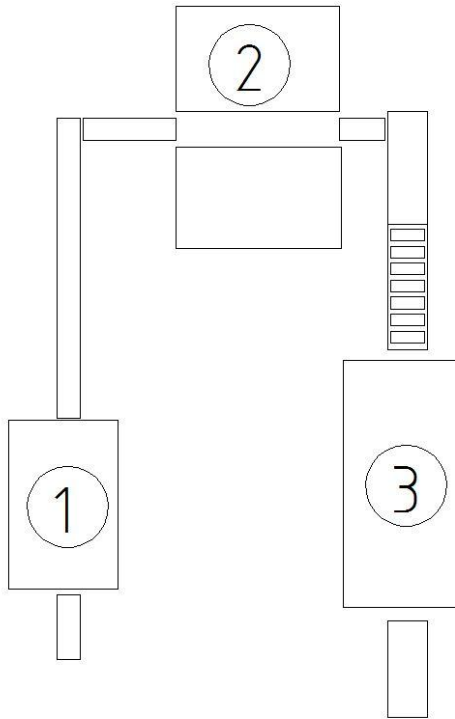
Kuvio 10. Ikkunan pokaan jyrksitty tappi.

Kaikista tuotteista piirrettiin tekniset piirustukset Autodesk Inventor –ohjelmalla. Kuvista käy ilmi kappaleen poikkileikkauksen profiili mittoineen sekä kappale sivusta kuvattuna tarvittavine mittoineen. Esimerkki tällaisesta piirustuksesta on esitetty liitteessä 1.

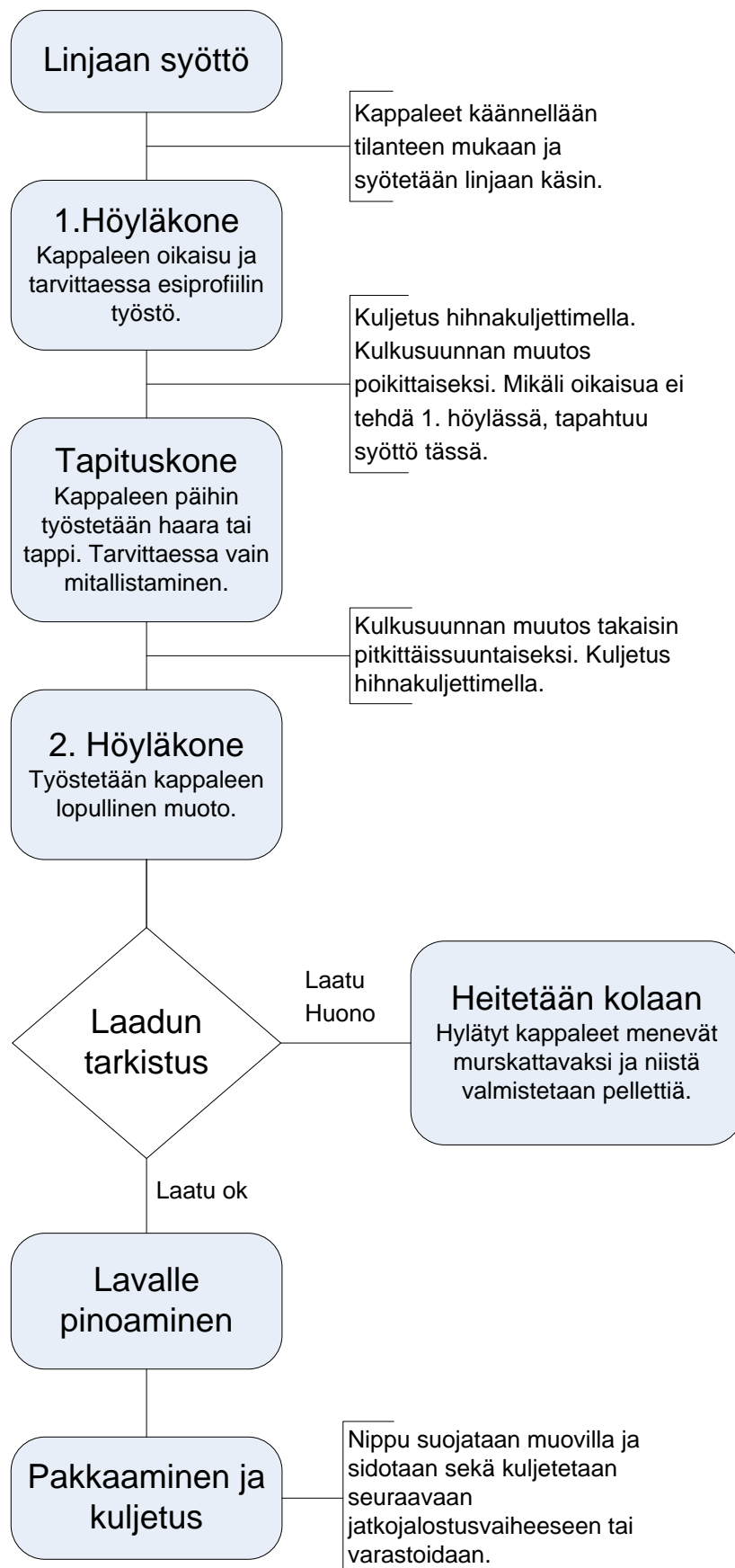
4.2 Laitekanta ja höylälinjan työkulkukaavio

4.2.1 Höylälinja – laitteet ja työkulkukaavio

Kuviossa 11. on esitetty yksinkertaistettu kuva höylälinjan layoutista, johon koneet on numeroitu. Höylälinja koostuu viisikaraisesta höyläkoneesta (1), viidellä karparilla varustetusta kaksipuolisesta tappikoneesta (2) sekä kahdeksankaraisesta muotohöylästä (3). Koneiden välissä on hihnakuuljettimet, höyliä edessä syöttölaitteet sekä muotohöylän edessä rullalinja. Kuviossa 12. on höylälinjan työkulkukaavio, jossa on esitetty työvaiheet.



Kuvio 11. Yksinkertaistettu höylälinjan layoutkuva, jossa oikohöylä (1), tapituskone (2) sekä muotohöylä (3).

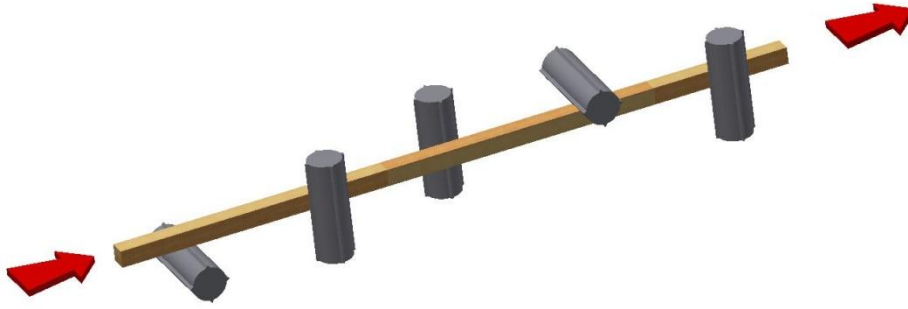


Kuvio 12. Höylälinjan työnkulkukaavio.

Linjalla ensimmäisenä oleva höyläkone on viisikarainen CM A.Costa (Kuvio 13), jonka karajärjestys on esitetty kuviossa 14. Kaikkia karoja voidaan säätää sekä aksiaalisesti että säteen suuntaisesti. Tällä höylällä kappaleet voidaan tarvittaessa oikaista ja niihin voidaan työstää esiprofiili muotohöylällä syntyvien leikkuuvoimien pienentämiseksi. Oikaistaessa sekä pysty- että vaakakaroilla käytetään suoria kuttereita ja esiprofiilin työstämiseksi viimeiselle karalle voidaan asettaa tarvittava kurso. Oikaisussa jätetään yleensä noin 6 mm:n työstövara. Osassa tuotteista raaka-ainedimensio on niin lähellä lopullisia mittoja, että niiden oikaisu tapahtuu vasta muotohöylässä. Tällöin raaka-aine syötetään linjaan vasta ensimmäisen höylän jälkeen.



Kuvio 13. CM A.Costa viisikarainen höyläkone.

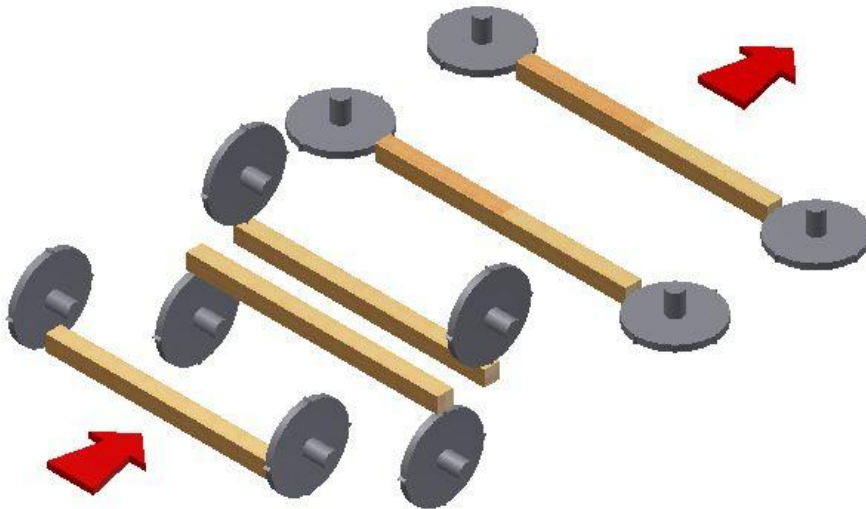


Kuvio 14. Oikohöylän karajärjestys.

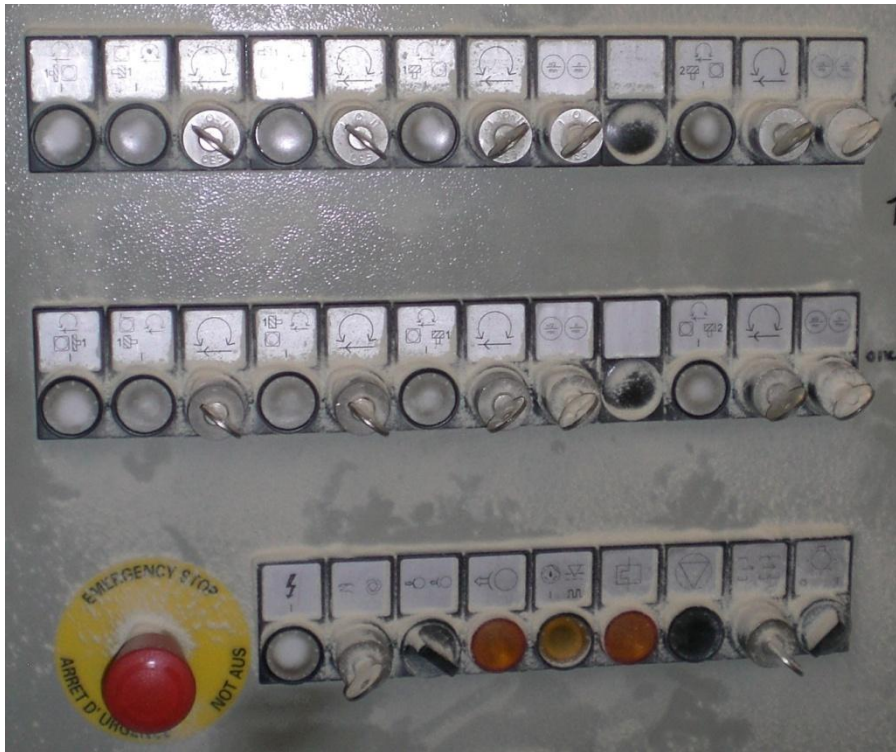
Seuraavana koneena linjalla on SCM Concept 2000 M/D kaksipuolinen tapituskone (Kuvio 15). Koneen viisi karaparia on asetettu kuvion 16 mukaisella tavalla. Kolmessa ensimmäisessä karaparissa käytetään pyörösahanteriä ja kahdessa viimeisessä karaparissa käytetään erilaisia kursoja. Ensimmäiset terät katkaisevat kappaleen oikeaan mittaan ja kahta seuraava terää käytetään tarpeen mukaan kyntteiden sahaamiseen. Kahdessa viimeisessä karaparissa voidaan käyttää erilaisia kursoja, joilla kappaleen päähän työstetään halutunlainen tappi tai haara. Kaikkia karoja voidaan pyörittää sekä myötä- että vastapäivään. Kuljetinteloissa on kappaleita kuljettavat topparit 400 mm:n välein. Kuviossa 17 on tapituskoneen käyttötaulu, joista voidaan kytkeä valitut karat pyörimään ja valita pyörimissuunta.



Kuvio 15. SCM Concept 2000 M/D kaksipuolinen tapituskone.



Kuvio 16. Tapituskoneen karojen asettelu.

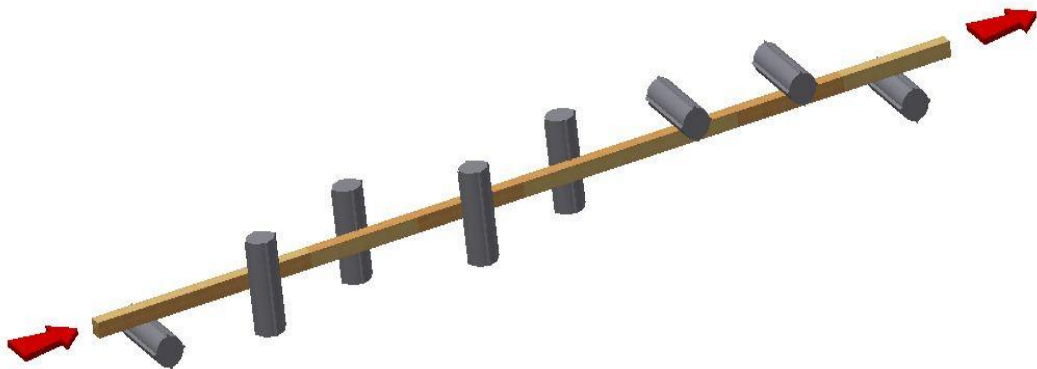


Kuvio 17. Tapituskoneen käyttötaulu.

Viimeisenä koneena linjalla on kahdeksankarainen Weing Unimat 1000 muotohöylä (Kuvio 18). Koneen karajärjestys on esitetty kuviossa 19. Kaikkia karoja voi säätää sekä aksiaalisesta että säteen suuntaisesti. Koneen syöttönopeus on säädettävissä 6–36 m/min:iin. Tässä höylättävät kappaleet saavat lopullisen muotonsa. Vaakakaroilla käytetään suoria kuttereita ja pystykaroilla erilaisia kursoja halutun muodon mukaan. Höylän käyttötaulu, josta ohjataan syöttölaitetta, säädetään haluttu syöttönopeus sekä kytketään pyörimään valitut karat, on esitetty kuviossa 20. Lisäksi kuviossa 20 näkyy Memory System -toiminnon ohjauspaneeli. Memory System -toimintoa ei kuitenkaan käytetä kyseisessä höylässä. Muistitoiminnon tarkkuus ja toimivuus edellyttävät terien kiinnityksessä käytettävien kararenkaiden korkeuden vakioimista sekä terien teroituksen aiheuttamien muutosten päivittämisen järjestelmään. Nämä toimenpiteet on nähty niin ongelmallisiksi saavutettavaan hyötöyn nähden, että toiminto on jäänyt käyttämättömäksi ja asetteet säädetään joka kerta erikseen.



Kuvio 18. Weinig Unimat 1000 kahdeksankarainen muotohöylä.



Kuvio 19. Muotohöylän karajärjestys.



Kuvio 20. Weinig Unimat -muotohöylän käyttötaulu.

4.2.2 Terähuollon laitteet

Seuraavassa käydään lyhyesti läpi yrityksessä käytössä olevat terähuoltoon liittyvät koneet ja laitteet.

UT.MA s.r.l. LC 25 F (Kuvio 21) on vanha manuaalinen teroituskone. Tämä on ainoa teroituskone, joka sijaitsee höylälinjan ääressä. Muut terähuollon koneet sijaitsevat yrityksen terähuoneessa toisella tehtaalla. Tällä timanttilaikalla varustetulla teroituskoneella teroitetaan kaikki linjalla käytettävät HSS-pikateräskursot.



Kuvio 21. UT.MA s.r.l. LC 25F teroituskone.

Weinig Rondamat 912 (Kuvio 22) on automaattinen teroituskone, jota käytetään pääasiassa kuttereiden teroitukseen.



Kuvio 22. Weing Rondamat 912 automaattinen teroituskone suorien teräkuttereiden teroitukseen.

Weinig Rondamat 980 (Kuvio 23) on yrityksen uusin täysin automaattinen teroituskone. Tätä konetta käytetään pääasiassa kursojen teroitukseen.



Kuvio 23. Weinig Rondamat 980 automaattinen teroituskone profiilikursojen teroitukseen.

Weinig Opti Control -mittausasema (Kuvio 24) on terien mittaukseen tarkoitettu laite. Terän mitta muuttuu aina teroitettaessa ja käytettäessä laskettua asetemittaa on muutoksen oltava tarkasti tiedossa, jotta se voidaan huomioida myös asetteen teossa.



Kuvio 24. Weinig Opti Control -mittausasema.

Teijo TL900 (Kuvio 25) on pienten työkalujen ja osien pesuun tarkoitettu päältä täytettävä pesukone, jolla terät pestään ennen teroitusta.



Kuvio 25. Teijo TL900 pesukone.

4.3 Nykytilan selvitys ja analysointi

4.3.1 Asetteiden teko

Asetteen teko aloitetaan yleensä muotohöylästä puhdistamalla se paineilmalla ja poistamalla vaihdettavat terät. Seuraavaksi etsitään tarvittavat terät ja tarvittaessa teroitetaan ne. Terät kiinnitetään paikalleen ja tehdään karkeasäätö mittaamalla etäisyydet. Terät säädetään asetusviivaimen avulla seuraavaan vasteeseen tai pöytään. Lopuksi säädetään syöttöpalkki valmispuun korkeudelle. Kun karkeasäätö on tehty, koepuu ajetaan läpi nykäyskäytön avulla. Koepuusta mittamaalla tehdään korjauksia säätöihin. Hienosäätöä jatketaan, kunnes asete on tarkasti kohdallaan. Tarkat ja yksityiskohtaiset ohjeet koneen käyttöön ja asetteiden tekoon löytyvät koneen käyttöohjekirjasta, jota säilytetään hyllyssä linjan vieressä.

Oikohöylän asete tehdään vastaavalla tavalla. Koska oikaisevina terinä käytetään suoria kuttereita, niitä ei tarvitse vaihtaa erilaisia asetteita varten, vaan ne vaihdetaan kulumisen tai vioittumisen takia. Ainoastaan viimeiselle karalle vaihdetaan tarvittaessa kurso, joka työstää esiprofiilin. Yleensä oikaisun jälkeen kappaleeseen jätetään noin 6 mm:n työstövara.

Tapituskoneen asetteen teko aloitetaan tyhjentämällä tasauskappaleet, purut ja lastut lapioimalla ne niille varattuun kolaan. Tämän jälkeen kone puhdistetaan vielä paineilmalla. Vaihdeettavat terät irrotetaan ja asetetaan ne seinälle niille varattuihin paikkoihin. Kuviossa 26 on tapituskoneen teräteline. Etsitään tarvittavat terät ja teroitetaan ne tarvittaessa. Terät asetetaan paikoilleen ja aloitetaan karkeasäätö mallikappaleen avulla. Kaikista tuotteista on mallikappaleet, joita säilytetään niille varatussa telineessä (Kuvio 27). Säätö tapahtuu asettamalla mallikappale siihen merkittyjen viivojen avulla oikealle paikalle terän kohdalle ja säätämällä terä mahdollisimman tarkasti malliin nähden. Koneen leveys säädetään mittaamalla syöttötelojen leveyttä rullamitan avulla. Karkeasäädön jälkeen syöttötelojen puristus säädetään sopivaksi, minkä jälkeen voidaan suorittaa koepuun ajo. Koepuusta mittaamalla suoritetaan tarkempi säätö. Hienosäätöä jatketaan, kunnes asete on tarkasti kohdallaan.

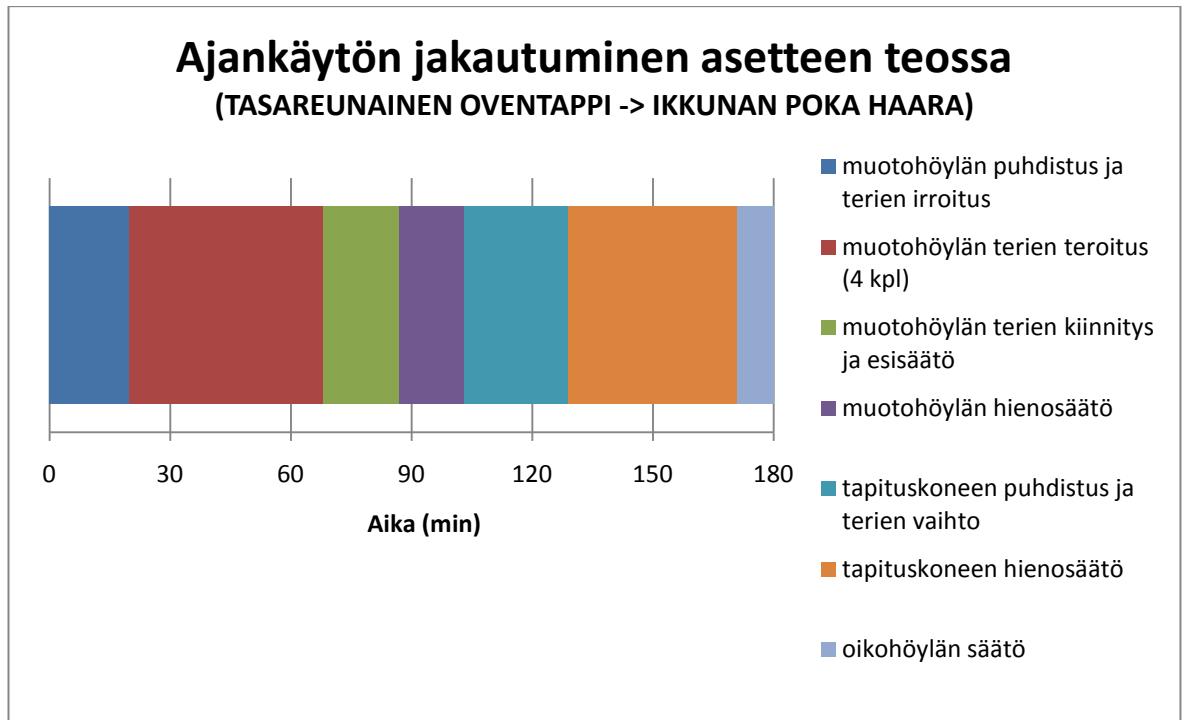


Kuvio 26. Tapituskoneen teräteline.



Kuvio 27. Tapituskoneen mallikappaleet.

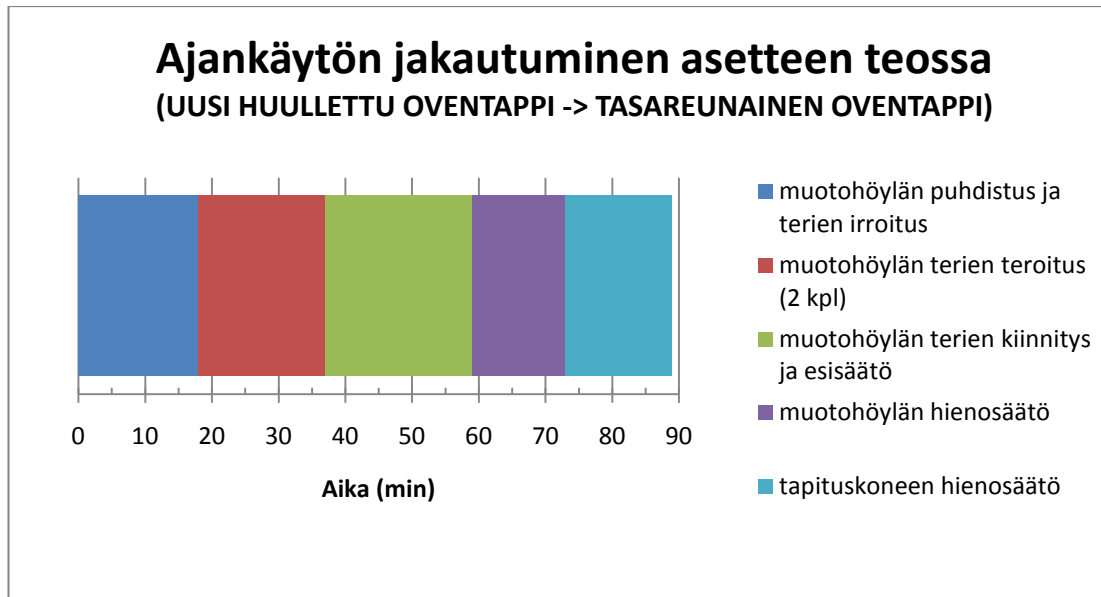
Asetteenteon työvaiheiden järjestys saattaa vaihdella tapauskohtaisesti. Usein asetetta on tekemässä kaksi työntekijää, jolloin toinen voi työskennellä höylien ja toinen tapituskoneen parissa. Asetteiden teon ajankäyttöä seurattiin ja saaduista tuloksista laadittiin kaaviot ajan käytön jakautumisesta. Kuviossa 28 on esitetty ajankäytön jakautuminen vaihdettaessa asetetta tasareunaisen oventapin valmistuksesta ikkunan pokaan haaran valmistukseen.



Kuvio 28. Ajankäytön jakautuminen asetteen vaihdossa, yhden työntekijän suorittamana.

Tämän asetteen vaihdon suoritti yksi työntekijä, joten siinä ei ole päällekkäisiä suorituksia. Kuvioista voidaan havaita, että eniten aikaa on kulunut terien teroitukseen sekä muotohöylän ja tapituskoneen hienosäätöön. Erityisesti aikaa vie tapituskoneen hienosäätö. Oikohöylän teriä ei tarvinnut tällä kertaa vaihtaa, vaan ainoastaan säätää ne kohdalleen.

Kuviossa 29 on esitetty ajan käytön jakautuminen vaihdettaessa asetetta uuden huulletun oventapin valmistuksesta tasareunaisen oventapin valmistukseen.



Kuvio 29. Ajankäytön jakautuminen asetteen vaihdossa, kahden työntekijän suorittamana.

Tätä asetteen vaihtoa oli suorittamassa kaksi työntekijää. Toinen työntekijöistä suoritti tapituskoneen puhdistuksen, terien vaihdon sekä esisäädön toisen työntekijän työskennellessä muotohöylän asetteen parissa, jolloin nämä toimenpiteet eivät vaikuttaneet asetteenteon kokonaisaikaan eikä niitä ole kuviossa esitetty. Tasareunaisia oventappeja höylättäessä linjan ensimmäistä höyläkonetta ei käytetä vaan oikaisu tapahtuu muotohöylässä. Tätä asetteenvaihtoa voidaan pitää ajankäytön kannalta melko onnistuneena; ajankäytön jakautuminen on tasaista ja kokonaisaikakin kohtuullinen.

Jokainen asetteenvaihto on erilainen, joten niiden toimenpiteitä tai ajankäyttöä ei voida verrata keskenään. Joissakin asetteissa joudutaan vaihtamaan enemmän teriä ja suorittamaan työläämpiä säätötoimenpiteitä kuin toisissa. Kuvioissa 28 ja 29 esitetyt asetteet ovat molemmat melko yksinkertaisia ja työmäärältään kohtalaisia. Työläin asete vaikuttaisi olevan huullettujen oventappien asete, jonka tekemiseen saattaa kulua kokonainen työpäivä ja pelkkään tapituskoneen säätämiseen on joskus kulutettu aikaa yli kaksi tuntia. Huullettujen oventappien asetteenteon ajankäyttöä ei tässä tutkimuksessa valitettavasti päästy tarkemmin tutkimaan.

Yleisesti ottaen kaikissa asetteissa aikaa kuluu eniten tapituskoneen säätämiseen. Syynä tähän on mielestäni tapa, jolla asete tehdään. Asetteen teko mallikappalei-

den avulla on hidasta ja kömpelöä sekä epätarkkaa. Erityisesti epätarkasta esisäädöstä johtuen koneen hienosäätö vie paljon aikaa. Parannusehdotuksia asetteiden tekotapaan liittyen käsitellään kohdassa 4.4 Aseteohjeiden laatiminen. Lisäksi tapituskoneen asetetta joudutaan vaihtamaan useammin kuin muun linjan. Tämä johtuu siitä, että samoja profiileja valmistetaan sekä tappina että haarana, jolloin tapituskoneeseen joudutaan tekemään jokaista profiilia kohden kaksi eri asetetta. Muutamissa tuotteissa käytetään kiertävää tapitusta, missä kappaleen toiseen päähän työstetään haara ja toiseen tappi, jolloin kaikki kyseisen profiilin tuotteet tapitetaan samalla tavalla. Tällöin vältetään yksi asetteenvaihto tapituskoneessa. Laajentamalla kiertävän tapituksen menetelmää muihin tuotteisiin saataisiin tapituskoneen asetteiden tekoon kuluva aika vähennettyä huomattavasti.

Muilta osin asetteiden tekoa nopeuttaisi huomattavasti terien, välirenkaiden, holkkien sekä tarvittavien työkalujen järjestely siten, että kaikilla on omat paikkansa ja ne ovat helposti löydettävissä. Kuviossa 30 on esitetty nykyinen säilytystapa, jossa ajatus on oikea, mutta järjestystä ei vain ole saatu ylläpidettyä. Terien määrän kasvaessa niille ei riitä omia paikkoja, vaan niitä lojuu työkalujen seassa pöydillä. Välirenkaillekin on varattu omat paikat, mutta ne on sekoitettu ja lisäksi niitä lojuu myös muualla linjan ympäristössä, mikä vaikeuttaa myös yhtenä tavoitteena olevan välirenkaiden määrän vakioimista eri asetteissa; terää kiinnitettäessä karalle asetellaan ensimmäiseksi käden ulottuvilla olevat välirenkaat.



Kuvio 30. Höylän työkalujen säilytys.

Asettelemalla terät ja työkalut päällekkäin telineisiin voidaan saada hetkeksi siistin näköistä, mutta järjestystä ei ole helppo säilyttää jos telineitä joudutaan tyhjentämään alimpana olevan terän tai työkalun saamiseksi. Höylälinjan ympäristössä säilytetään paljon linjalla tapahtuvaan normaaliin työskentelyyn kuulumatonta tavaraa (Kuvio 31). Järjestelemällä tällaisia sekalaisia, ajan saatossa kertyneitä varastoja, saataisiin vapautettua tilaa hyödyllisempään käyttöön. Esimerkiksi terille voitaisiin tehdä uusi teline ja kehittää työkalujen säilyttämistä siten, että järjestystä olisi helpompi ylläpitää.



Kuvio 31. Sekalaisen tavaran varastointia.

4.3.2 Höylälinjan toiminta

Linjalla olevan tapituskoneen syöttönopeus pidetään vakiona ja kappaleiden syöttö tapahtuu tapituskoneille ominaiseen tapaan poikittaissuunnassa, jolloin linjanopeus määräytyy kappaleiden pituuden mukaan; lyhyillä kappaleilla linjanopeus on alhaisempi kuin pitkällä. Lyhyempien kappaleiden työstössä häiriöiden määrä kasvaa huomattavasti verrattuna pidempiin kappaleisiin. Useimmin toistuva häiriötilanne linjalla on kappaleiden pysähtyminen muotohöylän syötössä. Mitä lyhyempiä kappaleita työstetään, sitä tiheämmin näitä häiriötilanteita ilmenee. Syynä tähän on lähinnä se, että lyhyet kappaleet eivät yletä niin monen syöttövalssin alle yhtä aikaisesti kuin pidemmät kappaleet. Toisinaan tapit myös menevät osittain päällekkäin ja siten jumiutuvat muotohöylään. Tämän tyyppisiä häiriötilanteita voidaan vähentää lähinnä onnistuneella höylän säätämällä sekä voitelulla. Toisinaan lyhyet kappaleet myös kääntyvät poikittain tapituskoneen jälkeisellä hihnakuljettimella tukkien muotohöylä syötön. Tämä ongelma on kuitenkin yleensä saatu korjattua kuljettimien mekaanisella säätämällä. Pitkillä kappaleilla linjan toiminta on siis huomattavasti sujuvampaa ja varsinaisia häiriötilanteita tulee todella harvoin. Tapituskoneen edessä olevat syöttöhihnat tosin putoavat toisinaan rullien päältä, mikä

on kappaleiden pituudesta riippumaton ongelma. Kyseinen ongelma voitaisiin ratkaista vaihtamalla hihnat sellaisiin, joissa hihnan alla on ohjaava kiilahihna tyyppinen ohjaushihna sekä rullat sellaisiin, joissa on urat ohjaushihnaa varten. Tämän tyyppinen ratkaisu on jo käytössä tapituskoneen toisessa päässä.

Työstöjäljen laatu linjalla on kohtalaista. Toisinaan kappaleissa ilmenee kuitenkin jonkin verran aaltoisuutta, mitä ei kyseisellä linjalla käytettävillä syöttönopeuksilla kaiken ollessa kunnossa pitäisi aiheutua. Suurimmaksi osaksi tämä selittyy teräteknisillä seikoilla, joita on käsitelty tarkemmin kohdassa 4.3.3 Terähuolto. Kappaleiden hylkäämiseen johtavat virheet johtuvat lähes yksinomaan raaka-aineesta. Lyhimpiä kappaleita työstettäessä on huomattu muotohöyläyksessä tapahtuvan ”koukkaamista” eli kappaleen päästessä tekemään pienen sivusuuntaisen liikkeen pystysuuntainen terä tekee kolon kappaleen sivuun. Ratkaisuna tähän voisi olla jonkinlainen syöttöradan sivuun asennettava sivuttaisen liikkeen estävä rulla tai vaste. Kappaleiden koukkaamista vähentää myös höylässä olevan ohjausveitsen oikeanlainen säätäminen ja kunnossapito.

Tutkimuksen aikana tarkasteltiin myös linjanopeuksia ja kappaleiden läpäisyajoja linjalla kelloitettiin. Lyhimpien kappaleiden työstämisessä syntyvien virhetilanteiden vähentämiseksi linjanopeuden tulee olla erittäin alhainen, jopa alle 13 m/min. Ongelmaksi muodostuu kuitenkin tapituskone, jonka syöttönopeus on minimiin säädettyinäkin joillekin kappaleille liian nopea. Ratkaisuna tähän voisi toimia syöttölaitteeseen asennettava taajuusmuuntaja, jolla syöttönopeutta saataisiin säädettyä alhaisemmaksi. Tällöin pienentynyt linjanopeus voitettaisiin takaisin vähentyneinä häiriötilanteina. Tapituskoneen syöttönopeuden pienentäminen vähentäisi myös joidenkin kappaleiden työstöissä erittäin suuriksi kasvavia leikkuuvoimia; tällaisia tuotteita ovat esimerkiksi huullettujen ovien tapit, joissa terät joutuvat poistamaan suuren määrän materiaalia.

Pitkillä kappaleilla syöttönopeudet voidaan nostaa 30 m/min tietämille. Tästä koivemilla linjanopeuksilla rajoitteeksi alkavat muodostua inhimilliset tekijät; syötön ja vastaanoton sekä pinoamisen tapahtuessa käsin, työntekijät eivät enää pysy tahdissa mukana.

Tutkimuksen aikana suoritettujen läpäisyajojen kelloituksissa 1749 mm pitkien ovikarmien työstössä linjanopeuden ollessa 28 m/min yhden kappaleen läpäisyajaksi mitattiin 1 min 10 s ja 500 kappaleen erä valmistui 56 minuutissa. Linjanopeuden ollessa 28 m/min 1749 mm pitkille kappaleille laskennallinen optimaiaika 500 kappaleen erälle on 31 minuuttia. Ovikarmien työstö sisältää myös oikaisun ensimmäisessä höyläkoneessa.

Toisena esimerkkinä läpäisyajojen kelloituksista on 630 mm pitkä tasareunainen oventappi. Oventapille ei tehdä oikaisua ensimmäisessä höyläkoneessa vaan ne syötetään linjaan ensimmäisen höyläkoneen jälkeen. Linjanopeuden ollessa 16 m/min yhden kappaleen läpäisyajaksi mitattiin 1 min 20 s ja 500 kappaleen erä valmistui 37 minuutissa. Laskennallinen optimaiaika 500 kappaleen erälle 630 mm pituisille kappaleille 16 m/min linjanopeudella on 20 minuuttia.

Oletuksena laskennallisessa optimiajassa on linjan virheetön toiminta ja jatkuva syöttö siten, että kappaleet kulkevat linjalla kiinni toisissaan. Todellisuudessa käsin tapahtuvalla syötöllä tällainen on mahdotonta ja hyvin usein 500 kappaleen erän valmistuksen aikana tapahtuu vähintään pienimuotoinen häiriö. Lisäksi 500 kappaleen erän valmistukseen sisältyy vähintään yksi raaka-ainepun vaihto. Jos vielä lasketaan todellinen valmistuvien tuotteiden määrä, täytyy huomioida myös hylkyyn menneet vialliset kappaleet.

4.3.3 Terähuolto

Nykyinen terähuolto on järjestetty siten, että höylän työntekijät teroittavat lähes kaikki kursot höylän ääressä sijaitsevalla vanhalla LC 25F teroituskoneella. Kutterit ja muutamat käytössä olevat kovametallikursot kuljetetaan teroitettaviksi toisella tehtaalla sijaitsevaan terähuoneeseen. Tästä johtuen höylälinjan asetteen vaihdot alkavat lähes poikkeuksetta tarvittavien terien teroituksella. Lisäksi tutkimuksen aikana havaittiin, että kyseisellä teroituskoneella teriä ei saada teroitettua riittävän hyvin ja tarkasti. Tästä johtuen terät kuluvat nopeasti ja työstöjäljessä on havaittavissa aaltoa pienilläkin syöttönopeuksilla. Hyvä esimerkki tästä on hirsuuraterä, jonka höylälinjan työntekijät ovat yleensä teroittaneet linjan ääressä olevalla LC 25F teroituskoneella. Kokeilun vuoksi höylään tilattiin terävalmistajalta uusi vas-

taava terä, jossa teräkulmia oli muutettu siten, että se valmistajan mukaan pysyisi terävänä pidempään. Vertailukelpoisuuden vuoksi vanha terä lähetettiin teroitettavaksi tehtaan terähuoneeseen, missä se saataisiin paremmin teroitettua. Tämän jälkeen käyttöön otettiin ensin vanha terä, joka oli ollut terähuoneessa teroitettavana ja sen käyttöä alettiin seurata laskemalla sillä ajetut metrimäärät. Havaittiin, että terän työstöjälki oli huomattavasti parempi ja terällä pystyttiin ajamaan yli kaksinkertainen metrimäärä pelkästään hyvän teroituksen ansiosta. Terällä ajettiin kaksi pitkää sarjaa eli noin 29 000 metriä ja tämänkin jälkeen se oli vielä kohtalaisessa kunnossa. Yleensä sama terä on jouduttu teroittamaan jokaista sarjaa varten. Saman metrimäärän jälkeen terätoimittajan valmistama uusi terä ei ollut juurikaan terävämpi. Huomioiden uuden terän kalliimman hinnan kyseistä hankintaa ei voida mielestäni pitää erityisen kannattavana.

Mielestäni terähuoltoa olisi muutettava siten, että kaikki terät kuljetettaisiin toisen tehtaan terähuoneeseen teroitettavaksi. Näin toimimalla saavutettaisiin huomattavia etuja; huomattavasti parempi teroituksen laatu sekä lyhyemmät asetteentekoaikat. Paremman teroituksen ansiosta paranisi työstöjälki ja terät kestäisivät terävinä pidempään. Terät olisivat aina valmiiksi teroitettuna, jolloin asetteen vaihdon yhteydessä teroitukseen ei kuluisi lainkaan aikaa. Tekemäni selvityksen mukaan terähuollon uudelleenjärjestämiselle ei olisi mitään esteitä. Vaihdettaessa höylälinjan asetetta, irrotettavat terät lähetettäisiin teroitettavaksi ja ne ehtisivät takaisin ennen seuraavaa käyttökertaa. Terähuollosta vastaavan mukaan kyseisen höylälinjan terien teroittaminen terähuoneessa pystyttäisiin järjestämään ongelmitta. Höylälinjan ääressä oleva vanha teroituskone voitaisiin säilyttää siltä varalta, jos jotain terää ei ehdittäisikään kuljettaa toiselle tehtaalle teroitettavaksi. Olisi kuitenkin syytä selvittää mahdollisuuksia kyseisen teroituskoneen huoltamiseksi, jotta silläkin voitaisiin saada kelvollista jälkeä. Lisäksi sellaisia teriä, joita käytetään useissa asetteissa, voitaisiin hankkia toiset kappaleet, jotta nekin ehdittäisiin käyttää toisella tehtaalla teroitettavana.

Terähuollon siirtäminen toisen tehtaan terähuoneeseen tarjoisi myös mahdollisuuden hyödyntää muotohöylässä olevaa Memory System -ominaisuutta. Yksi syy ominaisuuden käyttämättä jättämiseen on ollut juurikin terien teroituksen aiheuttamat muutokset terissä, jolloin tallennetut asetteet eivät ole enää pitäneet paik-

kaansa. Terähuoneessa olevalla Opti Control -laitteella teroituksen aiheuttamat muutokset pystyttäisiin mittaamaan. Muutokset voitaisiin tulostaa paperille, joka toimitettaisiin terien mukana höylälinjalle. Kun tallennettu asete kutsutaan muistista, tarkistetaan terän muutokset paperilta ja huomioidaan erotus karan säädössä.

4.3.4 Koneiden ja laitteiden huolto

Höylälinjan koneiden ja laitteiden huolto on ollut selkeästi puutteellista. Päivittäiset ja viikoittaiset huoltotoimenpiteet rajautuvat lähinnä puhdistukseen. Seurauksena tästä on jo havaittu yllättäviä rikkoontumisia, jotka ovat myös selkeästi haitanneet työskentelyä. Tämän tutkimuksen aikana tapahtui esimerkiksi kaksi karalaakerin rikkoontumista. Karalaakereiden kuluminen on sinällään normaalia, mutta tarkkailemalla koneiden toimintaa, olisi karalaakereiden huono kunto voitu havaita jo aiemmin ja ajoittaa niiden vaihto siten, että se ei aiheuta haittaa tuotannolle. Sekä tapituskoneen että muotohöylän käyttöohjekirjoista löytyy selkeät huolto-ohjeet, joissa on kerrottu tehtävä toimenpide sekä huoltovälit. Muotohöylän huolto-ohjetta voidaan soveltaa myös oikohöylän huoltamisessa. Koneiden tärkeimmät huoltotoimenpiteet ja huoltotarpeiden tiheys on esitetty taulukoissa 1 ja 2, mutta käyttöohjekirjoista löytyviin huolto-ohjeisiin on syytä perehtyä.

Taulukko 1. Höylän huoltotoimenpiteet.

Höylä	
Huoltoväli, tarkastusväli	Toimenpide
Päivittäin	Koneen puhdistus paineilmalla
Viikoittain	Keskusvoitelupöytien nippojen rasvaus
	Karamoottorien hihnojen kireyden tarkistus → tarvittaessa kiristys
Kuukausittain	Lohenpyrstöohjainten rasvaus
	Syöttövalssien nivelakselit
	Syöttölaitteen vaihteistojen öljyn tarkistus → tarvittaessa lisäys
Kolmen kuukauden välein	Karojen kevyt voitelu pensselillä
	Syöttöpöydän säätimien rasvaus
	Yläkarojen painimien rasvaus

Taulukko 2. Tapituskoneen huoltotoimenpiteet.

Tapituskone	
Huoltoväli, tarkistusväli	Toimenpide
Päivittäin	Koneen puhdistus paineilmalla
Viikoittain	Liikuteltavan pylvään liukuohjainten sekä kierretankojen puhdistus
	Liukukelkkojen sekä liikeruuvien puhdistus
Kahden viikon välein	Voimansiirtotangon voitelu
Kuukausittain	Liikkuvan pylvään puoleisen hammasrattaan voitelu
	Joutohammasrattaiden tukien voitelu
	Puristimien poikkiliikkeen tankojen voitelu
	Liikeruuvien voitelu siten, että yksiköt suorittavat täydellisen liikkeen kelkalla
	Sähkökaapin ilmanottoaukon suodattimen puhtauden tarkistus

Huoltamalla koneita oikein ne toimivat kuten on tarkoitettu ja yllättäviltä rikkoontumisilta vältytään. Myös koneiden käyttö ja säätötoimenpiteet esimerkiksi asetteiden teossa sujuvat paremmin, kun terät menevät karoille helposti ja säädöt toimivat kevyesti. Koneiden huoltotoimenpiteistä voitaisiin laatia taulukko, johon suoritettavat huoltotoimenpiteet voitaisiin merkitä, jolloin myös pidemmän huoltovälin huolto olisi helpompi seurata ja ne tulisi tehtyä ajallaan.

4.4 Aseteohjeiden laatiminen

Muotohöylän sekä tapituskoneen aseteista laadittiin asetepohjat, joissa on tuotteiden kuvat tarvittavine mittoineen, sekä taulukot, joissa on sarakkeet jokaiselle karalle. Sarakkeisiin merkitään tarvittavat tiedot asetteen tekoa varten.

Muotohöylän asetepohjasta on esitetty yksi malliesimerkki liitteessä 2. Asetepohjan yläreunassa on kuva tuotteen profiilista, tarvittavine mittoineen. Kuvan alapuolella on taulukko, jossa sarakkeet jokaiselle karalle erikseen. Ensimmäisellä rivillä on kuvattu kara, jota sarake koskettaa. Toiselle riville merkitään karoille tulevat terät ja välirenkaat siinä järjestyksessä kuin ne karalle tai holkille tulevat. Mikäli terien kiinnitys tapahtuu kiinnitysholkin avulla, seuraavalle riville merkitään käytet-

tävän holkin numero. Kolmannelle riville merkitään karalle alimmaisiksi tulevien välirenkaiden määrä. Käyttämällä karoilla aina samaa välirenkaiden määrää asetuu terä, joka aksiaalisesti samalle kohdalle. Vakioimalla välirenkaiden määrää saadaan myös edellytykset muistitoiminnon käyttämiselle.

Tapituskoneen asetepohjasta on esitetty yksi malliesimerkki liitteessä 3. Asetepohjan yläreunassa on kuva kappaleen sivusta, johon on merkitty kaikki kyseisten tuotteiden mitat sekä tapitukseen tarvittavat mitat. Karat on merkitty taulukkoon samaan tapaan kuin muotohöyläänkin. Ylempi taulukko käsittelee tapituskoneen oikeaa puolta ja alempi vasenta puolta. Taulukoiden toiselle ja kolmannelle riville merkitään terät ja holkit aivan kuten muotohöylän asetepohjassa. Kun asete on saatu kohdalleen karojen vaaka- sekä pystysuuntaiset asemat mitataan rullamitan avulla kelkan reunasta rungon reunaan ja etäisyydet merkitään taulukon neljännelle ja viidennelle riville. Viimeiselle riville merkitään terien pyörimissuunta, joka tapituskoneessa voi olla jo vasta- tai myötäpäivää.

Höylälinjan työntekijät täyttävät asetepohjan jokaisesta tekemästään asetteesta, kunnes kaikki pohjat on täytetty. Tämän jälkeen tapituskoneen asetteita ei tarvitse enää tehdä mallikappaleiden avulla vaan ne tehdään tarkistamalla asetepohjasta oikea mitta ja asettamalla karat rullamitan avulla oikeisiin aseisiin. Tällöin asetteen esisäätö tapahtuu huomattavasti tarkemmin ja nopeammin, mikä helpottaa myös asetteen hienosäätöä. Menetelmän toimivuus kuitenkin edellyttää välirenkaiden määrän vakioimista ja mahdollisten muutosten päivittämistä asetepohjiin.

Astepohjat säilytetään kansiossa höylälinjan läheisyydessä. Menetelmän toimivuutta voitaisiin mielestäni parantaa vielä hankkimalla höylälinjan läheisyyteen tietokone ja printteri. Tällöin asetepohjat voitaisiin tallentaa tietokoneelle ja mahdolliset muutokset olisi helppo päivittää asetepohjiin. Ryhdyttäessä vaihtamaan asetetta, haluttu asetepohja voitaisiin tulostaa ja ottaa mukaan, jolloin ei tarvitsisi kulkea tarkistamassa jokaista vaihetta tietokoneelta. Tietokoneelta asetepohjat olisivat helpommin löydettävissä kuin mapista ja niiden sotkeentumisesta ei muodostuisi ongelmaa.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että yrityksen laitekanta höylälinjan sekä terähuollon osalta on pääosin nykyaikainen ja riittävä asettaen puitteet tehokkaalle ja toimivalle tuotannolle.

Aseteaikojen sekä asetteenteon menetelmien tutkiminen oli yksi työn tärkeimmistä osa-alueista. Asetteenteon organisoinnissa sekä asetteenteon menetelmistä löydettiin kehitettävää ja havaintojen pohjalta laadittiin uusia ohjeita ja ehdotuksia. Laadittujen aseteohjeiden käyttöönotto ja kehittämisehdotusten toteutuminen vaativat kuitenkin työntekijöiden sekä johdon sitoutumista ja avointa suhtautumista toteutettaviin muutoksiin.

Höylälinjan toiminnan kartoittamisessa havaittiin häiriötilanteiden tiheyden kasvavan lyhyempiä kappaleita käsiteltäessä. Häiriötilanteiden vähentämiseksi tapituskoneen syöttönopeutta tulisi alentaa, mikä vaatii teknisiä ratkaisuja. Alentamalla tapituskoneen syöttönopeutta saataisiin myös ajoittain erittäin suureksi kasvavia leikkuuvoimia pienennettyä. Pidemmillä kappaleilla linja toimii erittäin hyvin ja suuremmilla nopeuksilla rajoitteeksi alkaa jo muodostua työntekijöiden kyky syöttää ja vastaanottaa tavaraa.

Tutkimuksen aikana havaittiin myös mahdollisuudet terähuollon kehittämiseen. Asetteentekoaikaa kuluu terien teroittamiseen ja teroituksen laatu on kyseenalainen. Kaikkiaan yrityksen terähuoltoresurssit ovat kuitenkin erittäin hyvät, ja hyödyntämällä niitä oikein ja tehokkaammin myös tutkimuksen kohteena olleen höylälinjan terähuollon laatua ja tehokkuutta voitaisiin parantaa.

Tarvittavat höylälinjan koneiden ja laitteiden huoltotoimenpiteet käytiin läpi ja toteutuneiden huoltotoimenpiteiden havaittiin olleen puutteellisia. Linjalla on myös tapahtunut yllättäviä koneiden rikkoontumisia, jotka olisi saatettu välttää, mikäli koneet olisi huollettu asianmukaisesti. Huoltojen tekemiseen ja seuraamiseen tulisi jatkossa kiinnittää enemmän huomiota. Huoltotarpeiden seuraamisen helpottamiseksi olisi hyvä kehittää esimerkiksi jonkinlainen taulukko, josta ilmenee tarvittavat huoltotoimenpiteet sekä huoltotarpeen tiheys.

6 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö tehtiin kevythirsimökkejä valmistavan yrityksen ovi- ja ikkuna-tehtaan höylälinjalle. Höylälinja koostuu kahdesta höyläkoneesta sekä niiden välissä olevasta tapituskoneesta. Kyseisellä höylälinjalla valmistetaan ovien osien sekä ovenkarmien ja ikkunan pokien sekä ikkunankarmien aihiot. Työn tarkoituksena oli laatia tekniset piirustukset kaikista höylälinjalla valmistettavista tuotteista sekä laatia ohjeita asetteiden tekoon. Lisäksi tutkittiin mahdollisuuksia höylälinjan yleisen toiminnan tehostamiseen.

Työn tavoitteena oli tehostaa höylälinjan toimintaa lyhentämällä aseteaikoja sekä kehittämällä ratkaisuja linjan toiminnassa havaittuihin ongelmiin. Työssä oli tarkoitus löytää uusia, tehokkaampia toimintamalleja linjan nykyisille työntekijöille sekä laatia toimintaohjeet myös linjan tulevia työntekijöitä ajatellen.

Työn kirjallisuusosassa käsiteltiin höyläystä, tapitusta, terätekniikkaa sekä asetteiden tekoon ja aseteaikojen lyhentämiseen liittyvää teoretietoa. Kirjallisuusosan lopussa käytiin vielä läpi koneiden ja laitteiden huoltoa ja kunnossapitoa sekä niiden merkitystä.

Tutkimus toteutettiin työskentelemällä kyseisellä linjalla sekä seuraamalla linjan ja sen työntekijöiden toimintaa. Tutkimus aloitettiin käymällä läpi höylälinjalla käytettävät raaka-aineet ja tuotteet sekä laatimalla tekniset piirustukset kaikista tuotteista CAD-ohjelmalla. Työssä kartoitettiin höylälinjan sekä terähuollon koneet ja laitteet. Sekä höylälinjan että terähuollon laitekanta havaittiin pääosin nykyaikaiseksi sekä riittäväksi antaen puitteet tehokkaalle tuotannolle. Toiminnan nykytila kartoitettiin asetteiden teon, linjan toiminnan, terähuollon sekä koneiden ja laitteiden huollon osalta.

Linjan asetusaikoja kelloitettiin ja toimintatapoja asetteiden teossa tutkittiin. Asetteiden teossa havaittiin muutamia ongelmakohtia, joihin kehitettiin ratkaisuja. Havaittiin, että toimintatapoja muuttamalla aseteaikoja saataisiin lyhennettyä huomattavasti.

Linjan toimintaa tutkittaessa havaittiin lyhyiden kappaleiden työstöt ongelmallisimmiksi toiminnan kannalta. Pitkillä kappaleilla linja toimi erittäin hyvin eikä häiriötilanteita juurikaan syntynyt. Joidenkin tuotteiden kohdalla leikkuuvoimien havaittiin kasvavan erittäin suuriksi. Häiriöiden vähentämiseksi sekä leikkuuvoimien pienentämiseksi, linjanopeutta tulisi pienentää, mikä vaatisi teknisiä ratkaisuja tapituskoneen osalta. Laadullisesti tuotteissa ilmeni ajoittain aaltoilua, mikä aiheutui pääosin epätarkkuuksista terien teroituksessa.

Tutkimuksen aikana havaittiin myös mahdollisuudet terähuollon kehittämiseen. Asetteentekoaikaa kuluu terien teroittamiseen ja teroituksen laatu on kyseenalainen. Kaikkiaan yrityksen terähuoltoresurssit ovat kuitenkin erittäin hyvät, ja hyödyntämällä niitä oikein ja tehokkaammin myös tutkimuksen kohteena olleen höylälinjan terähuollon laatua ja tehokkuutta voitaisiin parantaa. Teroittamalla kaikki höylälinjan terät yrityksen terähuoneessa höylälinjan ääressä sijaitsevan vanhan teroituskoneen sijaan saavutettaisiin lyhyemmät asetusajat, terät kestäisivät terävinä pidempään sekä työstöjäljen laatu paranisi.

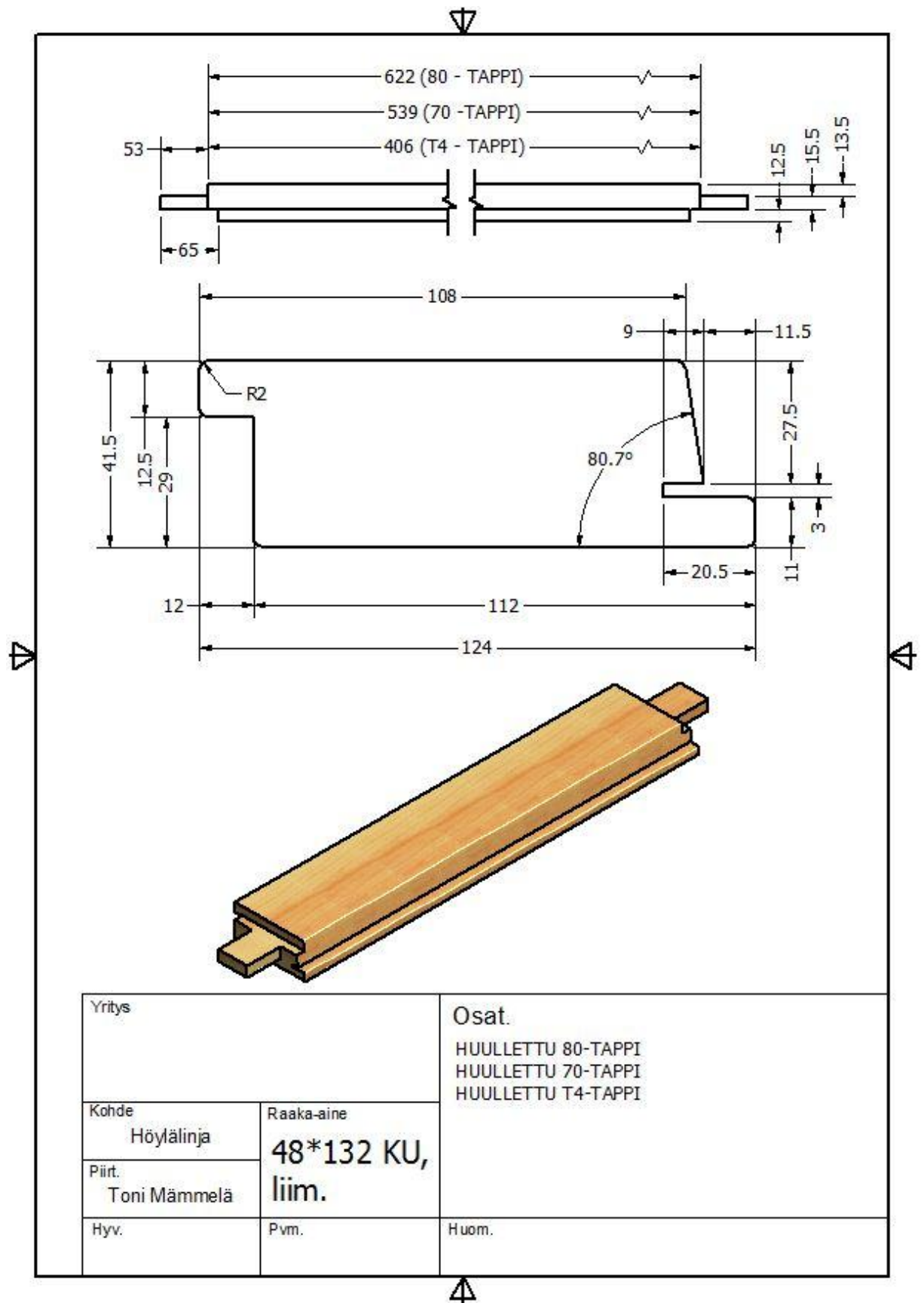
Asetteiden tekoon laadittiin uusia toimintaohjeita sekä kehitettiin asetepohjat, joiden mukaan asetteet tullaan jatkossa tekemään. Nykyisten toimintamallien kehittämisen, ja sitä kautta saavutetun toiminnan tehostumisen lisäksi laadituista ohjeista hyötyvät myös tulevaisuudessa linjalla työskentelyn aloittavat työntekijät.

LÄHTEET

- Auvinen, S., Isomäki, O., Koponen, H., Saimovaara, J., Tiainen, J., Tiainen, J. & Tolvanen, P. 2002. Puutuoteteollisuus 3: Puusepänteollisuus. 1. p. Helsinki: Opetushallitus.
- Jussila, A. & Siltanen, J. 1992. Puutekniikka 4: Käyttötekniikka. 1. p. Helsinki: Ota-va.
- Tiainen, J. 1996. JOT: Tie tulevaisuuteen ja menestykseen. Kuhmo: Kuhmon Yrityssampo Oy.
- Uusi-Rauva, E., Haverila, M. & Kouri, I. 1999. Teollisuustalous. 3.p. Tampere: Infacs Johtamistekniikka Oy.
- Voutilainen, M., Isomäki, O., Jussila, A., Lampinen, T.E., Lindeman, K., Mäkinen, K., Osara, O., Peltonen, A., Sahinoja, T., Taskinen, L., Vanhatalo, A., Varonen, U., Virolainen, S. & Welling, I. 2002. Puuteollisuus 1: Tekniset ja taloudelliset perusteet. 1. p. Helsinki: Opetushallitus.
- Weinig, M. 2011a. Weinig: All about Tools. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu: 11.4.2001]. Saatavana: <http://www.weinig.com/C1256F98005C541E/CurrentBaseLink/W2697LKL448ALPAEN>
- Weinig, M. 2011b. Weinig: Unimat-Series. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu: 11.4.2001]. Saatavana: <http://www.weinig.com/C1256F98005C541E/CurrentBaseLink/W2697LKL448ALPAEN>

LIITTEET

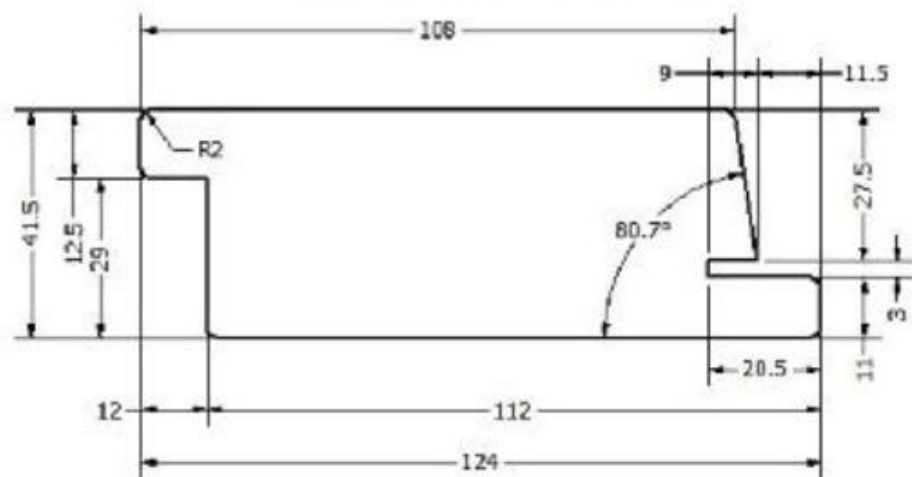
Liite 1. Esimerkki laadituista piirustuksista.



Liite 2. Muotohöylän asetepohja.

Kone: Profiilihöylä

Asete: _____ Raaka-aine: _____



	1.	2.	3.	4.
Kara				
Terät				
Holkki				
Palat alle				

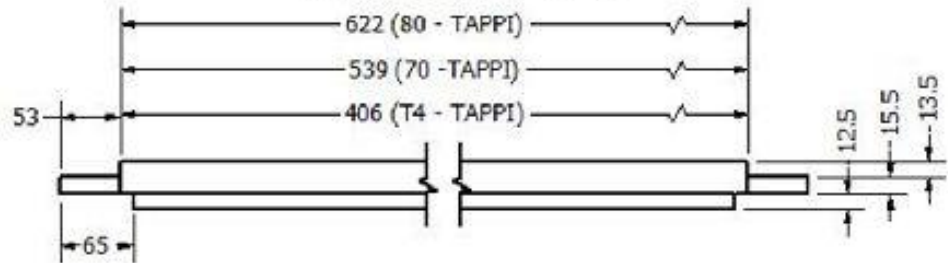
	5.	6.	7.	8.
Kara				
Terät				
Holkki				
Palat alle				

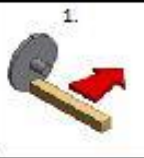
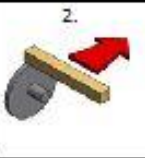
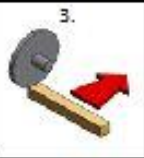
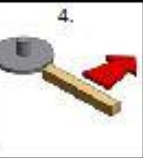
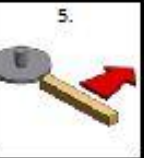
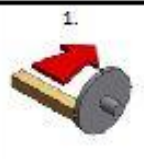
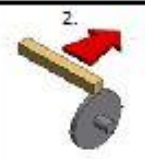
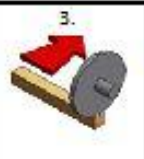
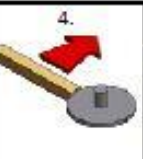
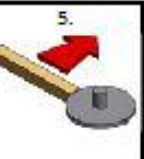
Liite 3. Tapituskoneen asetepohja.

Kone: Tappikone

Asete: _____

Raaka-aine: _____



V A S E N	Kara					
	Terät					
	Holkki					
	Palat alle					
	Etäisyys ↔					
	Etäisyys ↕					
	Pyörimissuunta					
O I K E A	Kara					
	Terät					
	Holkki					
	Palat alle					
	Etäisyys ↔					
	Etäisyys ↕					
	Pyörimissuunta					