

Toni Niemi

**TUOTANTOAUTOMAATION RATKAISUT PUUTUOTE-
TEOLLISUUDESSA**

Tulevaisuuden tarpeita yrityksissä

**Opinnäytetyö
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Marraskuu 2018**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Centria-ammattikorkeakoulu	Aika Marraskuu 2018	Tekijä/tekijät Toni Niemi
Koulutusohjelma Tuotantotalous		
Työn nimi TUOTANTOAUTOMAATION RATKAISUT PUUTUOTETEOLLISUUDESSA Tulevaisuuden tarpeita yrityksissä		
Työn ohjaaja Jari Kaarela ja Sakari Pieskä		Sivumäärä 24 + 33
<p>Tämä työ suoritettiin Yritys X:n toimeksiannosta. Yritys halusi analysoida tuotannon automaatoratkaisujen tarpeita puutuoteteollisuudessa seuraavan kolmen vuoden aikana. Tarkastelukohteiksi valittiin Suomen ja Ruotsin alueilla toimivat puutuoteteollisuuden yritykset lukien pois kaikki sahat.</p> <p>Työ toteutettiin kyselytutkimuksena, jossa oli tarkoituksena ensimmäiseksi tarkastella yritysten kokemuksia automaatoratkaisusta tuotannossa ja toiseksi selvittää niiden tarpeita tuotannon automatisointiratkaisuille tulevaisuudessa. Listaukset kohdeyrityksistä saatiin Ruotsin osalta Yritys X:tä ja Suomen osalta Tilastokeskukselta. Listauksista rajattiin ne yritykset, jotka täyttivät yritys X:n asettamat ehdot, jotka liittyivät yrityksen suuruuteen ja liikevaihtoon. Kyselyn vastaukset tarkasteltiin kysymyskohtaisesti analysoiden, joista nähdään yritysten nykyiset tilanteet sekä mahdolliset toimet tulevaisuudessa.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsiteltiin ensin automaatiota ja sen erilaisia mahdollisia ratkaisutyyppäjä, kuten robotteja ja toimilaitteita. Seuraavaksi teoriaosuudessa käytiin läpi puutuoteteollisuuden tuotantomenetelmiä, joissa näitä ratkaisuja voitaisiin käyttää. Opinnäytetyön käytännön osuudessa analysoitiin kyselyn vastauksia kysymys kerrallaan, jotta saatiin tehtyä oikeat johtopäätökset automaation tarpeista tulevaisuudessa.</p>		
Asiasanat Automaatio, ohjausjärjestelmä, puutuoteteollisuus, robotit, kyselytutkimus.		

ABSTRACT

Centria University of Applied Sciences	Date November 2018	Author Toni Niemi
Degree programme Industrial Management		
Name of thesis MANUFACTURING AUTOMATION SOLUTIONS IN THE WOOD PRODUCTS INDUSTRY Future needs of companies		
Instructor Jari Kaarela and Sakari Pieskä		Pages 24+ 33
<p>This work was commissioned by company X. The company wanted to analyze the needs of automation solutions for manufacturing in the wood product industry over the next three years. The Finnish and Swedish companies in the wood product industry, excluding all sawmills, were selected as the target group.</p> <p>The work was carried out as a survey with the aim of first examining the experiences of companies in automation solutions in manufacturing and secondly finding out their needs for automation solutions in the future. Lists of the target companies were provided by company X for Sweden and Statistics Finland for Finland. The listed companies were those companies that met the terms and conditions set by company X related to the size and turnover of the company. The replies to the questionnaire were analyzed on a case-by-case basis, analyzing the current situation of the enterprises and possible future actions.</p> <p>The theoretical part of the thesis first discusses automation and its various possible solutions, such as robots and actuators. After that the theoretical part focusses on the production methods of wood products in which these solutions could be applicable. In the practical part of the thesis, the answers to the questionnaire were analyzed one question at a time in order to make the right conclusions about the needs of automation in the future.</p>		

<p>Key words Automation, control system, wood product industry, robots, questionnaire.</p>

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 AUTOMAATION RATKAISUJA	2
2.1 Automaatio.....	2
2.1.1 Koneautomaatio	2
2.1.2 Prosessiautomaatio.....	3
2.2 Ohjausjärjestelmät.....	4
2.2.1 Ohjelmoitava logiikka.....	4
2.2.2 Robottisovellukset	5
2.2.3 Anturit ja toimilaitteet.....	7
2.2.4 CNC-työstökoneet	8
2.3 Automaation kehitys ja tulevaisuus.....	9
3 PUUTUOTETEOLLISUUS.....	11
3.1 Sahateollisuus	11
3.2 Pintakäsittely	12
3.3 Muita jatkojalostusmenetelmiä.....	12
3.3.1 Työstäminen.....	13
3.3.2 Hiominen.....	16
4 AUTOMAATION TARPEET TULEVAISUUDESSA-KYSELY	17
5 KYSELYN TULOSTEN ANALYSOINTI	19
6 YHTEENVETO	21
LÄHTEET	23
LIITTEET	
KUVIOT	
KUVIO 1. Avoimen ja suljetun kinemaattisen rakenteen robotit.....	6
KUVIO 2. CNC- sorvityöstökone.....	9
KUVIO 3. Särmäyspyörösahan rakenne	14
KUVIO 4. Halkaisuvannesaha.....	15
KUVIO 5. Alajyrsinkoneen rakenne.....	16

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää tuotantoautomaation ratkaisujen tarvetta tällä hetkellä ja tulevaisuudessa. Selvitys toteutettiin kyselyn muodossa, jossa käytiin läpi suomalaisten ja ruotsalaisten puutuoteteollisuuden yritysten tilannetta tuotantoautomaation suhteen. Kyselyssä oli tarkoituksena selvittää ensiksi yritysten kokemuksia tuotantoautomaation suhteen ja millaisiin tarpeisiin sen voidaan odottaa vastaavan lähivuosien aikana. Tarkoituksena olisi saada kerätyistä tiedoista koottua selkeä listaus niistä toiminnoista, joihin tuotantoautomaation avulla tulisi löytyä oikea ratkaisu. Samalla voidaan myös tehdä listaus mahdollisista asiakasyrityksistä, joille kyettäisiin esittelemään tarvittaessa sopivia tarjouksia.

Valitsin tämän opinnäytetyöni aiheeksi, koska se vaikutti todella kiinnostavalta vaihtoehdolta. Työssä pääsi näkemään automaation vaihtoehtoja kokonaisuudessaan sekä mahdollisia tehtävänkuvia, joita niillä voidaan tulevaisuudesta ratkaista. Vaikka kyselytutkimuksen tapaiset opinnäytetyöt voidaankin kokea haasteellisiksi toteuttaa, niissä on myös omat vahvuutensakin. Kuten edellä on mainittu, tämä kysely oli suunnattu puutuoteteollisuuden yrityksille, mutta tämän alan listauksesta jätettiin toimeksiantajan toiveesta pois kaikki sahat. Näistä kohdeyrityksistä sekä niiden toimialoista kerrotaan tarkemmin luvussa 3.

2 AUTOMAATION RATKAISUJA

2.1 Automaatio

Automatisoinnilla tarkoitetaan sitä, että tietty asia tai toiminto laitetaan tapahtumaan itsenäisesti. Automatisoinnin etuina voidaan nähdä pyrkimys vähentää ihmistä rasittavan ja ihmiselle vaarallisen työn määrää sekä samalla tehostaa työmenetelmiä ja parantaa tuotteiden laatua. (Kördel 2000, 5)

Automaatio tarkoittaa automaattisten tuotantolaitteiden ja -laitosten suunnittelua ja toteutusta sekä pitkälle automatisoitujen koneiden ja tuotantolinjojen käyttöä. Automatiikalla voidaan tarkoittaa automaattien ja automaattisten tuotantolinjojen käyttöä, automaatiojärjestelmää sekä automaattien ja automaattisten tuotantolinjojen toimintaa. Se voi myös tarkoittaa oppimista automaateista ja automatisoinnista (Fonselius, 1999, 7). Teollisuusautomaatio voidaan jakaa tuotanto-, hallinto-, kiinteistö- ja kunnossapitoautomaatioon. Pitkälle automatisoidussa tehtaassa automaatio tekee ohjaustehtävät normaalissa toimintatilanteessa. Ihmisen ohjaus on tarpeellista vain häiriö- ja vikatilanteissa. Automaatiolaitteiden suunnittelijan, asentajan ja käyttäjän on tunnettava se valmistusprosessi, johon automaatiota käytetään aina raaka-aineiden käsittelystä tuotteiden pakkaukseen ja jakeluun. Lisäksi hänellä tulisi olla asiantuntemusta automaatiolaitteista, komponenteista ja järjestelmistä. (Fonselius 1999, 8-9)

Laajasti katsottuna automaatiolla voidaan tarkoittaa kaikkea prosessilaitoksen informaatiotekniikkaa. Automaatiojärjestelmällä tarkoitetaan automaatiolaitteista ja ohjelmistoista koostuvaa järjestelmäkokoaisuutta, joka suorittaa prosessin hallinnan automatisoituja osia. Yleensä automaatiojärjestelmä on joko yksittäinen tietokone tai useammasta tietokoneesta koostuva verkko, joka valvoo ja ohjaa tehtaan tai tuotantolinjan toimintaa. (Fonselius 1999, 14)

2.1.1 Koneautomaatio

Koneautomaation käsite sisältää tuotantoon kuuluvan automaation enemmän konepajojen näkökulmasta katsottuna. Suunnittelun näkökulmasta katsottuna koneautomaatiossa voidaan erottaa kaksi eri automatisointitasoa, jotka ovat pienimuotoinen koneautomaatio ja laajempi kappaleen käsittelyautomaatio. Pienimuotoisella koneautomaatiolla tarkoitetaan esim. yksittäisen kokoonpanotehtävän tai valmistuslinjan

automatisointia. Kappaleenkäsittelyautomaatioksi lasketaan mm. koko tehtaan automatisointia tai tehtaan ensimmäisen teollisuuskoneen käyttöönottoa. Automaatiojärjestelmällä tarkoitetaan yleensä kaikkia laitteita, joiden avulla ihminen ohjaa prosessin kulkua. Automaatiojärjestelmän tehtävät jaetaan erilaisiin asemiin, joita yhdistää toisiinsa väylä. Prosessiaseman tehtävänä on vastaanottaa mittalaitteilta tulevia viestejä, muuntaa viestit järjestelmälle ymmärrettäviksi ja sovittaa järjestelmältä saadut ohjauskäskyt koneiden ja toimilaitteiden ymmärtämään muotoon. Pienimuotoisella koneautomaatiolla tarkoitetaan esimerkiksi siirto-, työstö- tai kokoonpanotoimen tai valmistuslinjan automatisointia. Kappaleenkäsittelyautomaatio käsittää esimerkiksi koko tehdaskokonaisuuden, tuotantolinjan tai suuren laitteen automatisoinnin tai tehtaan ensimmäisen teollisuusrobotin käyttöönoton. (Fonselius 1999, 8)

Koneautomaatio voidaan jakaa pienempiin osa-alueisiin, kuten tuotantolinja- automaatioon, automaattisiin työstökoneisiin, konepajan automaattisesti toimiviin tuotteisiin ja miehittämättömiin tehtaisiin. Tuotantolinja-automaatio tarkoittaa kappaletavaroiden sarjatuotannon automaatiota, johon sisältyy tuotteiden siirtelyn, kääntelyn, kokoonpanon ja tarkastuksen kaltaisia toimintoja pois lukien valmistukseen kuuluvat työstötehtävät, vaikka sellaisia kuuluisikin linjaan. Automaattisiin työstökoneisiin kuuluvat yksinkertaiset koneet, esimerkiksi automaattisorvit ja numeerisella tavalla ohjatut työstökoneet, jotka liitetään yleensä osaksi tuotantolinjaa samalla, kun robotti hoitaa työkappaleen kuljetuksen. Konepajan automaattisesti toimiviin laitteisiin kuuluvat muun muassa erilaiset tuotanto- ja pakkauslinjat sekä kuljetus- ja varastointijärjestelmät. Myös robotit lasketaan osaksi tuotantolinjan tyypillisiä koneita. Miehittämättömät tehtaot ovat puolestaan lähinnä täysin automatisoituja, toiminnaltaan muunneltavia koneenrakennusalan tehtaita. Nämä tehtaot kykenevät toimimaan jopa yli vuorokauden ilman henkilöstöä. Joustavat valmistusjärjestelmät eli FMS -järjestelmät (Flexible Manufacturing System) toimivat rajoitetulla miehityksellä, mikä tarkoittaa pientä miehitystä päivällä ja toimimista ilta- ja yöaikaan miehittämättöminä. Koneet kykenevät näissä tilanteissa valvomaan omaa toimintaansa ja häiriön ilmetessä pystyvät muuttamaan toimintaansa tai pysäyttämään sen kokonaan. (Fonselius 1999, 8)

2.1.2 Prosessiautomaatio

Prosessi tarkoittaa sarjaa erilaisia toimenpiteitä, joiden läpikäynnillä saadaan aikaan toivottu lopputulos. Prosessiautomaatiolla puolestaan tarkoitetaan sitä toimenpiteiden sarjaa, joka on automatisoinnilla saatu toiminnot tuottamaan toivottu lopputulos. Automatisointi on hyödyllistä etenkin niissä toiminnoissa, joissa vaaditaan tarkkuutta ja tasokasta jälkeä. Automatisoidussa prosessissa pystytään käsittelemään monia erilaisia muuttujia samalla kerralla ja toteutetaan sama lopputulos jatkuvasti ilman, että

kone väsyä suorittamiseen. Ihminen saattaisi näissä tilanteissa väsyä samojen toimintojen suorittamiseen, mikä voi vaikuttaa lopputulokseen heikentämällä sen laatua. Tietenkin myös koneet tarvitsevat tietyin väliajoin huoltoa, jotta ne voisivat jatkaa toimintoja. (Saarela 2017 ,12)

Nykyaikainen prosessiautomaation avulla varmistetaan tuotannon tasainen laatu ja aikataulussa pysymisen oikeiden toimintojen ansiosta. Toimintojen ja mittaustulosten seuraaminen on helppoa valvomosta käsin, jossa toimintoja voidaan myös muuttaa tarpeen vaatiessa. Prosessiautomaatiossa yhdellä koneella saadaan aikaan useita erilaisia lopputuloksia ongelmitta. (Saarela 2017 ,12)

2.2 Ohjausjärjestelmät

Ohjausjärjestelmällä tarkoitetaan yleisesti yksittäisen laitteen tai toiminnon ohjaamiseen käytettävää ohjausta. Ohjausjärjestelmä ei sisällä säätöjä. Ohjausjärjestelmiin kuuluvat esimerkiksi ohjelmitava logiikka (PLC), robotin ohjaus, PID-säädin ja NC-ohjaus. Ensimmäiset ohjausjärjestelmät koostuivat sähkömekaanisista kytkimistä eli releistä. Sähkösuunnittelija suunnitteli relekaavion piirustuslaudalla ja sähköasentaja toteutti sen mukaiset relekytkennät. Kun releet kytkettiin joko sarjaan tai rinnan, saatiin aikaan kaikki nykyisin käytettävät loogiset toiminnot ja ajastintoiminnot onnistuivat erilaisilla ajastinreleillä. Ohjausjärjestelmäksi voidaan lukea myös säätöjärjestelmä, joka on toteutettu erillisellä säätöön tarkoitettulla ohjaimella. Ohjaimella voidaan ohjata tai säätää yksittäistä toimintoa kuten lämpötilaa, korkeutta tai asemaa. Kaikki ohjausjärjestelmät pystyvät tarvittaessa toimimaan itsenäisesti, mutta yleensä ne toimivat liitettynä jonkin ylemmän tason järjestelmän kanssa. Ohjausjärjestelmän tehtävänä on erilaisten koneiden tai tuotantolinjojen toimintojen ohjaaminen laitteista kerättyjen tilatietojen ja käyttäjän antamien komentojen pohjalta. (Keinänen 2007, 210)

2.2.1 Ohjelmitava logiikka

Ohjelmitava logiikka on pieni mikroprosessorilla varustettu tietokone, joka toimii reaaliaikaisten automaatioprosessien, kuten koneiden tai tuotantolinjojen ohjauksessa. Yksi logiikka pystyy helposti korvaamaan jopa tuhansia aiemmin käytettyjä releitä ja ajastimia. Ohjelmitavat logiikat tulivat aluksi käyttöön autoteollisuudessa. Ohjelmajärjestelmien johdottaminen korvattiin ohjelmistopäivitysten avulla, jolloin tarvittavien muutosten tekeminen järjestelmään tuli helpommaksi kuin entisessä releohjauksessa. Ohjelmitavan logiikkaohjauksen tulee täyttää tietyt vaatimukset, jotka on seuraavassa ilmaistu lyhyesti:

- Laite on oltava ohjelmoitavissa ja kyettävä ohjelmoimaan uudelleen
- Sen on toimittava moitteettomasti teollisuuden konepajoissa.
- Sen on voitava kestää yhdysvaltalaisen vaatimuksen perusteella 120 V:n vaihtosähkösignaaleja, joita annetaan painonapeilta ja rajakytkimiltä.
- Sen lähtöjen pitää kestää sähkömoottoreiden vaatimaa kuormaa sekä käynnistyksissä että jatkuvan ajon aikana.
- Hinnan täytyy olla kilpailukyinen jo olemassa olevien kiinteästi langoitettuihin logiikkalaitteisiin verrattuna (Keinänen 2007, 221)

2.2.2 Robottisovellukset

Kansainvälisen robottiyhdistyksen mukaan robotiksi määritellään uudelleen ohjelmoitavissa oleva vähintään kolminivelinen laite, jonka tehtävänä on pääasiassa liikutella kappaleita, osia ja työkaluja monipuolisten tehtävien toteuttamiseksi. (Kuivanen 1999, 13)

Teollisuusrobotit ovat korkealaatuisia ja kalliita laitteita, jotka kykenevät suorittamaan haastavimpiakin tehtäviä kuin käsittely-yksiköt. Robotteihin sisältyy manipulaattori ja ohjausjärjestelmä (Kördel, Automaatiotekniikka, 2000). Teollisuusrobotteja valmistaa tähän mennessä ainakin 500 eri yritystä, joiden valikoimiin kuuluu useita eri robottimalleja. Tie robottien käyttöön kulkee käsittelyautomaation kautta. Niiden käyttö voi tulla ajankohtaisesti vasta silloin, kun valmistus tunnetaan jokaista yksityiskohtaa myöten. (Kuivanen 1999, 12)

Robottien vahvuus automatisoinnin vaihtoehtona perustuu robottien ohjelmoimisen helppouteen sekä niiden kykyyn reagoida itsenäisesti tehtävissä esiintyviin tilanteiden muuttumiseen, kuten muuttamalla toimintaa tai pysäyttämällä tuotannon. Näiden vahvuuksien toimiminen riippuu robotin ohjelmoijan taidoista suunnitella robotille ohjelmointi, jossa nämä tilanteet otetaan huomioon. (Morris 2005, 239-243)

Teollisuusrobotit voidaan jakaa rakenteensa perusteella kahteen ryhmään: avoimen kinemaattisen rakenteen robotteihin ja suljetun kinemaattisen rakenteen robotteihin. Avoimessa kinemaattisessa rakenteessa robotin tukivarsi on kytketty edellisen varren perään., joka on esitelty Kuvio 1 vasemman puolissa kuvassa. Tässä rakenteessa tukivoimat kohdistuvat yhteen tukivarteeseen kerralla. Suljetun kinemaattisen rakenteen robotissa eli rinnakkaisrakenteisessa robotissa tukivarret on kytketty rinnakkain, jolloin

robottiin kohdistuvat tukivoimat jakautuvat tukivarsien kesken tasan, kuten Kuvio 1 oikeanpuoleisessa robotissa. Tämän rakenteen etuja ovat, että robotista saadaan kevyemmän rakenteinen ja samalla voidaan käyttää suurempia voimia. Näitä rakenteita on tutkittu jo 1990-luvulta lähtien ja ne ovat yleisiä työstötehtävien käytössä. (Kuivanen 1999, 16-17)



KUVIO 1. Avoimen ja suljetun kinemaattisen rakenteen robotit (ABB 2018)

Rakenteensa lisäksi robotit voidaan jakaa erilaisiin tyyppeihin, joista vakiintuneimpia ovat suorakulmaiset robotit, scara-robotit, kiertyväniveliset robotit ja sylinterirobotit. Suorakulmaisten robottien kolme ensimmäistä vapausastetta ovat lineaarisia. Scara-robotin rakenteessa kolmen kiertyvä nivelen avulla työkalu saadaan oikeaan kohtaan ja kiertymäkulmaan. Neljäs liikesuunta on puolestaan lineaarinen pystyliike, joka on työtason normaalin kanssa samansuuntainen. Scara-robotti muistuttaa paljon ihmisen käsivartta vaaka -tasoisessa liikkeessä sillä erolla, että ranteessa on asennettu pystyjohde. Kiertyvänivelisessä robotissa on nimensä mukaan vain kiertyviä vapausasteita. Tällaisia robotteja ovat tavallisimmat teollisuusrobotit. Sylinterirobotin nimitys tulee puolestaan sylinterikoordinaatistosta. (Kuivanen 1999, 16-17)

Nykyään teollisuusrobotit perustuvat suurimmalta osin mekaniikkaan, jossa tukivarret on kytketty toisiinsa peräkkäin, jolloin robottien kuormankantokyky on pieni ja työskentelyalue on suuri. Suuria voimia vaativissa tilanteissa robotin vapausasteita voidaan kytkeä rinnakkain. Samalla robotin rakenteesta tulee tukevampi. Ainoa haittapuoli tässä ratkaisussa on se, että robotin toiminta-alue jää pienemmäksi

kuin peräkkäisten tukivarsien tilanteessa. Äärimmäisen nopeita robotteja voidaan valmistaa käyttämällä rinnakkaiskytkentää ultrakevyiden tukivarsien avulla. Tässä ratkaisussa pitää muistaa jättää käsiteltävän kappaleen ympärille riittävästi tilaa. (Kuivanen 1999, 16-17)

2.2.3 Anturit ja toimilaitteet

Antureita ja toimilaitteita voidaan kutsua myös yhteisellä nimityksellä kenttälaitteet. Anturit keräävät tietoa ohjattavan prosessin kulusta ja ohjattavan laitteen tilasta ohjausjärjestelmän käyttöä varten. Näillä tiedoilla ohjausjärjestelmä kykenee tarpeen vaatiessa muuttamaan toimintaansa ja ohjaamaan toimilaitteita tilanteen vaatimalla tavalla (Keinänen 2007, 210). Anturien keräämä tieto on yleensä jokin mitattava suure kuten pyörimisnopeus, paine, lämpötila, kiertymäkulma, kappaleen paikka tai muoto, lukumäärä tai muu mitattavissa oleva tieto. Antureita ovat esim. mekaaniset kytkimet, rajakytkimet ja induktiiviset lähestymisanturit. (Kotilainen 2013, 14)

Mekaanisiin kytkimiin kuuluvat mm. moottorien käynnistimet ja rajakytkimet, jotka ilmaisevat koneen toimintatilannetta tai muuta toimintaa. Samaa tilannetta voidaan seurata myös kontaktorien ja releiden apukoskettimien avulla. Kytkin liitetään ohjattavassa logiikassa tulopuolelle, jossa se antaa tietoa ohjaimelle kytkimen tilasta. Rajakytkimet käyvät useisiin eri tarkoituksiin kuten ilmaisemaan laitteen tai robotin työalueen rajoja, kuljettimen liikettä ja paikkaa sen toiminta-alueella sekä oven tai luukun avautumis- ja sulkeutumisiikettä. Rajakytkin voi toimia sekä normaalisti avattuna että normaalisti suljettuna piirinä. Induktiivista lähestymisanturia voidaan käyttää esim. tuotantolinjaston tietyn prosessin ohjauksessa. Lähestymisanturin toiminta ohjauksen kannalta vastaa rajakytkimen toimintaa, mutta tietyissä olosuhteissa induktiivinen lähestymisanturi on käytännöllisempi vaihtoehto, koska ne sisältävät mekaanisesti liikkuvia osia. (Kotilainen 2013, 14-16)

Toimilaitteiden tehtävänä on suorittaa tietty toiminta tai liike sille annetun ohjauksen mukaisesti. Toimilaitteet voidaan jakaa kolmeen eri pääluokkaan: sähköiset, hydrauliset ja pneumaattiset toimilaitteet. Sähköiset toimilaitteet ovat yleisesti sähkömoottoreita. Hydrauliset laitteet ovat paineella puristetun nesteen avulla toimivia sylintereitä ja pneumaattiset toimilaitteet ovat toiminnaltaan hydraulisten tapaisia, mutta nesteen sijaan käytetään kokoon puristettua ilmaa. Hydrauliset ja pneumaattiset toimilaitteet tarvitsevat kuitenkin yleensä toimiakseen pyörivän moottorin, jonka rotaatioliike muutetaan toimilaitteen avulla lineaariseksi. (Posa 2014, 9)

Sähkömoottorit eivät ole yhtä tehokkaita kuin hydrauliset järjestelmät, mutta ne kykenevät saamaan aikaan kohtuullisen vääntömomentin ja niissä on hyvät säätöominaisuudet. Edellä mainittujen lisäksi sähkömoottoreiden pyörimisnopeutta voidaan kontrolloida helposti ja niillä saadaan myös hyvä paikoitus-tarkkuus. Sähkömoottorit ovat kestäviä ja luotettavia ratkaisuja automaatiassa, mutta niiden huono termisen kuormituksen kestävyys tuottaa vaikeuksia niiden käytössä. (Posa 2014, 9)

Hydraulisten tehonsiirtojärjestelmien toiminta perustuu mekaanisen energian muuttamiseen hydrauliseksi paineeksi ja tilavuusvirraksi. Mekaanista energiaa saadaan sähkö- tai polttomoottorista. Hydraulisten toimilaitteiden etuja ovat hyvä paino-tehosuhde ja niiden soveltuvuus systeemeissä, joissa voimansiirron täytyy olla pysäytettävissä. Hydraulisten toimilaitteiden etuihin kuuluvat myös niiden pitkäkestoisuus, toimintavarmuus ja kyky saada aikaan suuria voimia ja momentteja. Hydrauliset toimilaitteet toimivat hydraulipumppujen avulla. Pumpun tehtävänä on paineistaa systeemissä kiertävä hydraulioöljy toimilaitteen käytettäväksi. Hydraulipumppu muuttaa mekaanisen energian hydrauliseksi tehoksi, jonka hydraulimoottori ja sylinteri muuttavat takaisin mekaaniseksi energiaksi. Hydraulimoottorit saavat aikaan pyörivän liikkeen, kun paineistettua öljyä käytetään pyörittämään konetta. Yleensä hydraulijärjestelmillä tuotetaan suoraviivaista liikettä yksinkertaisella mäntä -sylinteri periaatteella, jossa sylinteriin virtaavaa paineistettua öljyä voidaan kontrolloida servoventtiilillä. (Posa 2014, 10-11)

2.2.4 CNC-työstökoneet

CNC-koneet ovat yksi automaation yleisimpiä muotoja etenkin puuteollisuudessa, jossa CNC-koneet käyvät hyvin pitkienkin tavaroiden työstöön. CNC (Computerized Numerical Control) tarkoittaa tietokoneistettua numeerista ohjausta, joka perustuu numeerisesti ohjattavaan tekniikkaan. Ero CNC :n ja NC :n välillä on siinä, että CNC :n ohjaukseen kuuluu minitietokone ja ohjelmamuisti. CNC-työstökoneita ovat esimerkiksi pora-, hioma- ja jyrsinkone, sorvi ja työstökeskus. Nämä työstökoneet ovat rakenteelta hyvin samankaltaisia, eli tukevia ja monipuolisia, kuten Kuvio 2 sorvityöstökoneesta voidaan huomata. Niitä yhdistää myös niiden liikkeiden sähköinen ohjattavuus ja valvonta. CNC-koneiden etuina ovat niiden tarkka ohjelmointitarkkuus ja työkalujen automaattinen vaihto. (Kivimäki 2011, 13-14)

CNC-koneiden ohjelmoinnissa käytetään G- ja M-koodeja. Koodi sisältää kaikki toiminnon suorittamiseksi tarvittavat tiedot, kuten paikkatiedot, työkalut, kierrosnopeudet ja muut käskyt. Koodit suunnitellaan yleensä CAD/CAM-ohjelmistoilla ja syötetään valmiina CNC-koneeseen. Ohjelmistoissa voi-

daan myös simuloida koneen toimintaa ennen sen lataamista koneelle, jolloin pystytään ennakkoon huomaamaan työstössä tapahtuvat virheet. Simuloinnilla säästyy aikaa ja koneet pysyvät ehjinä. Joitakin yksinkertaisempia ja helpoimpia työstöjä voidaan vielä ohjelmoida käsin tai työstökeskuksessa olevalla ohjelmalla. Käsin ohjelmointi vaati koneen käyttäjältä tietotaitoa sekä kokemusta koodin teosta. (Niskanen 2015, 3-4)



KUVIO 2. CNC- sorvityöstökone (MTC Flextek Oy Ab 2018)

2.3 Automaation kehitys ja tulevaisuus

Automaation kysyntä on kasvanut 2000 –luvun kuluessa. Nykyään kysytään yhä enemmän automatisoituja, verkotettuja ja helposti muunneltavia tuotantolinjoja, joiden ansiosta voidaan reagoida entistä nopeammin ja joustavammin lyhyempiin tuotteiden elinkaariin. Etenkin Teollisuus 4.0 –aikakaudella näitä tuotannollisia ratkaisuja käyttävä Smart Factory -konsepti on kehittymässä yhä pitemmälle. (Pieskä 2017)

Automaation ratkaisussa on tulossa koko ajan uusia teknologisia muotoja. Yksi näistä uusista muodoista on tekoälyllä ohjattavat automaatiot. Tekoälyn ansiosta koneet, laitteet, ohjelmat, järjestelmät ja palvelut pystyvät toimimaan tehtävän mukaisesti järkevällä tavalla. Tekoäly on kokoelma erilaisia teknologioita

erilaisten tilanteiden esittämiin haasteisiin, joihin näillä teknologioilla etsitään oikeanlaiset ratkaisut. tekoälystä puhuttaessa se voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan sen ominaisuuksien mukaan, kapea, vahva ja supertekoäly. Tällä hetkellä kaikki sovellukset ovat vielä kapean tekoälyn ratkaisuja. Kapea tekoäly toimii rajoitetuissa tehtävissä kuten tietyn sairauden diagnosoinnissa, mutta sillä ei ole omaa tietoisuutta, tahtoa eikä ymmärrystä oman alansa ulkopuolelta. Vahva tekoäly tarkoittaa puolestaan tekoälyä, jolla on laaja ymmärrys ja ihmisen kaltainen tietoisuus. Supertekoälyyn liitetään yleensä elokuvista tuttuja uhkakuvia, joissa ihmistä korkeamman tietoisuuden omaava tekoäly ottaa vallan ihmiskunnassa. Tähän visioon uskovien mielestä laskentatehon kasvu johtaa väistämättä tekoälyn valtaan. Epäilijöiden mielestä tekoälyihin liittyvät teknologiat eivät ole vielä niin kehittyneellä asteella, että kyseiset uhkakuvat voisivat olla edes mahdollisia. (Pieskä 2017)

Tekoälyllä on jo saatu huomattavia saavutuksia peleissä, diagnostiikassa ja röntgenkuvien analyyseissa. Suurempi vaikutus ja hyöty tulee silti rutiiniomaisten tietotöiden automaatiossa, jonka vaikutuksina on tuottavuuden kasvu, vanhojen työtehtävien katoaminen ja uusien syntyminen. Tähän mennessä tekoälyä on jo ehditty käyttää jo muutamissa erityisissä tehtävissä. (Pieskä 2017)

3 PUUTUOTETEOLLISUUS

Tässä työssä kohteena toimivat eri puun jatkojalostuksen yritykset pois lukien kaikki sahateollisuus. Tilastokeskuksen käyttämän vuoden 2008 toimialaluokituksen mukaan nämä yritykset kuuluvat kahteen kategoriaan, jotka ovat kategoria 162 eli puu-, korkki-, olki- ja punontatuotteiden valmistus sekä kategoria 310 eli huonekalujen valmistus. Koodin 162 alta löytyy vielä tarkempi jaottelu näiden yritysten toimialasta. Kyseisen toimialaryhmän joukkoon kuuluu mm. lastulevyn, kuitulevyn, vanerin, asennettävien parkettien ja rakennuspuun valmistus. Luokkaan 310 eli huonekalujen valmistukseen sisältyy koodeissa, julkisissa tiloissa, liiketiloissa ym. käytettävien huonekalujen valmistus kaikista materiaaleista, paitsi kivistä, betonista ja keramiikasta. Tästä luokasta jäävät pois ne alaluokat, joiden valmistuksessa ei välttämättä käytetä puuta, mikä tarkoittaa alaluokkaa 3103 eli patjojen valmistus.

Yleisesti puualan teollisuus on enimmäkseen riippuvainen viennistä kotimaan pienten markkinoiden vuoksi. Kustannusten osalta Suomessa puun raaka-aineen hinta sekä muut tuotanto- ja kuljetuskustannukset ovat paljon korkeammat kuin muissa kilpailijamaissa. Tuotteiden hintaan kuitenkin vaikuttavat yleisesti maailmanmarkkinahinnat, joihin teollisuudella ei juuri ole päätösvaltaa. Hintaan ja kysyntään vaikuttaa vahvasti suhdanteiden vaihtelu. Näiden tekijöiden vuoksi teollisuusyritysten on ollut haasteellista ylläpitää riittävää kannattavuutta. Mekaanisen metsäteollisuuden tuotteiden jalostusaste on keskimääräistä alhaisempi ja raaka-aineen osuus kustannuksista on suurempi. Mekaanisen metsäteollisuuden tärkeimpiä kilpailuetuja Suomessa ovat hyvä puuraaka-aine ja sen saatavuus, korkeatasoinen valmistusteknologia ja työntekijöiden koulutustaso. Yhtenä parhaista keinoista puun jatkojalostusteollisuuden kannattavuuden parantamiseksi pidetään jalostusasteen korottamista, mikä vaatii panostamista tuotekehitykseen, perusteellisempaa perehtymistä markkinoihin ja asiakkaisiin sekä muutoksia perinteisiin markkinointitapoihin ja -kanaviin. (Kopponen 1991, 11)

3.1 Sahateollisuus

Yleisesti puutuotteiden katkaisemista tai sahausta ei lasketa jatkojalostukseksi, koska onhan määrämittoina toimitettu tuote paljon arvokkaampi ostajalle kuin vakiokokoinen. Varsinaiseen jatkojalostukseen lasketaan kuitenkin mm. sahatavaran höyläys, urien tekokattolaattojen rei'ittäminen ja levyjen ponttaus. Ponttausta käytetään lattia- ja seinälevyissä parantamaan niiden liittämistä toisiinsa. Myös levyn syrjien listoittaminen, viilutus ja maalaus kuuluvat jatkojalostuksen piiriin. (Kopponen 1991, 9)

3.2 Pintakäsittely

Yleisin puutuotteiden jalostusmenetelmä on pinnan käsittely, joka tarkoittaa joko pintaan liimattavan pinnoitekerroksen tai pintakäsittelyaineen levittämistä käsiteltävään pintaan. Liimattavana pinnoitteena voi toimia esim. puuviilu, muovikalvo tai laminaatti. Levittämismenetelmissä käytettäviä nestemäisiä pintakäsittelyaineita ovat erilaiset lakat ja maalit. Pintakäsittelyaine voidaan levittää joko siveltimellä levittäen tai ruiskuttamalla, johon on olemassa useita eri menetelmiä, kuten korkeapaine-, ilma-avusteininen korkeapaine- ja hajotusilmaruiskutus. Joka menetelmällä on omat vahvuutensa ja heikkoutensa, jotka perustuvat ruiskutuksen nopeuteen ja ruiskutus- jälkeen. Nestemäisiä pintakäsittelyaineita käytetään mm. seuraaviin tarkoituksiin:

- puupinnan maalaus ja lakkaus
- pohjamaalaus
- pintamaalaus
- täyteaineilla käsittely
- erilaiset suojakäsittelyt

Muita pintakäsittelymenetelmiä ovat esim. kuviointi, joka toteutetaan joko hiekkapuhallusmenetelmällä tai painomenetelmällä. Hiekkapuhallusta käytetään lähinnä vanereilla ja painomenetelmää lastu- ja kuitulevyillä, jotka pitää ensin silottaa. (Kopponen 1991, 9)

3.3 Muita jatkojalostusmenetelmiä

Edellä mainittujen menetelmien lisäksi työstäminen, liittäminen ja erilaisten puurakenteiden valmistus kuuluvat jalostuksen muotoihin. Puun jatkojalosteisiin lasketaan myös erilaiset yhdistelmälevyt, joita tehdään liimaamalla eri puulevyjä yhteen tai kokoamalla tuote valmistuslinjalla useista eri komponenteista, kuten käyttämällä lastuista valmistettua sisäkerrosta, joka pinnoitetaan viiluilla. Puupohjaiset jatkojalosteet palvelevat yleensä rakentamisen tarpeita, jolloin tuotteet ovat valmistettu erilaisista puurakenteista, joista tärkeimpiä ovat palkit, ristikot, laatat, pilarit, sauvat ja erilaiset kuoret. Puutuotteen jalostusmenetelmän tarkoituksena on yleensä parantaa jotain tuotteen tiettyä tai useampaa ominaisuutta samanaikaisesti. (Kopponen 1991, 9)

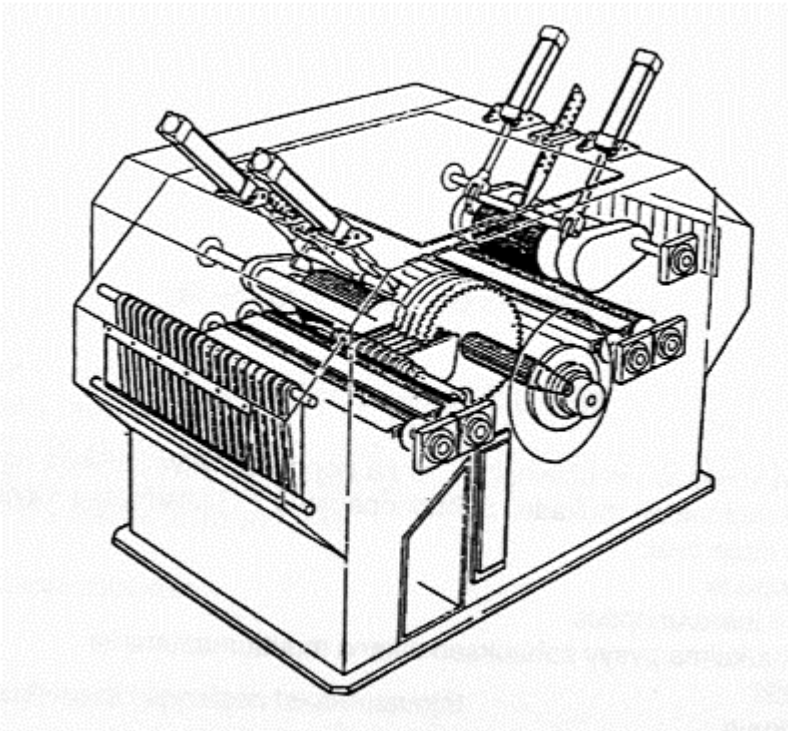
3.3.1 Työstäminen

Puutuotteiden työstöön on kehitetty lukematon määrä koneita, jotka ovat perusrakenteeltaan säilyneet samoina jo pitemmän aikaa. Työstötapahtuman mukaan koneet voidaan jakaa kahteen ryhmään:

1. Lastuava työstö, missä kappale koneistetaan lastuavalla terällä haluttuun muotoon.
2. Halutun muodon saavuttaminen muilla menetelmillä, ilman lastuamista, kuten taivuttamalla ja puristamalla.

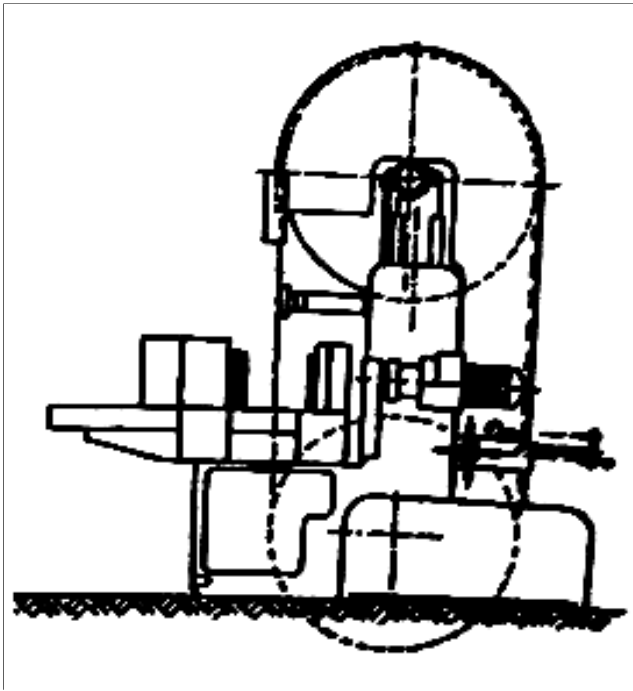
Edellä mainittujen lisäksi voidaan erottaa työstömenetelmiä, joissa ei käytetä lastuamista. Tyypillisempiä ovat laserin ja nestesuihkun käyttö leikkauksessa. Puutuotteiden jalostuksen tarkoituksena tulla kappaleiden työstäminen lopputuotteen valmistamiseen tarvitsemaan muotoon. Tämän vuoksi teollisuudelle on tunnusomaista puuntyöstökoneiden runsas ja monipuolinen käyttö. Työstötapahtumat voidaan jakaa sen suorittamistavan mukaan erilaisiin luokkiin, joita ovat esim. katkaisu, särmääminen, halkaiseminen, höyläys ja tapittaminen. (Kopponen 1991, 41)

Katkaisemisessa pitkä sahatavarakappale katkaistaan alustavasti lähelle lopullista pituutta, johon laskeaan mukaan 10-50 mm katkaisuväli. Katkaisussa käytetään yleensä pyörösahojia, jotka voidaan luokitella tasapainokatkaisu-, suuntausheiluri- ja suuntaiskatkaisusahoihin. Tasapainokatkaisussa pyörösaha liikkuu pystysuorassa tasossa, jonka liikettä kevennetään vastapainon avulla, mistä sahan nimi tulee. Terän ohjaus toimii sekä manuaalisesti että pneumaattisesti, jolloin toiminta voidaan automatisoida. Sahan käyttöä haittaa sen huono suojaus, minkä takia se on poistumassa käytöstä. Suuntausheilurikatkaissahoihin pyörösahan liike saadaan vaakasuoraksi useiden nivelten avulla. Manuaalisen ja pneumaattisen ohjauksen lisäksi ohjaus voidaan toteuttaa hydraulisesti, eli saha on myös automatisoitavissa. Suuntaiskatkaissahassa terä liikkuu puolestaan vaakatasossa vaakasuorien ohjainten avulla, jolloin terää voidaan ohjata samalla tavalla kuin edellisessäkin sahasa. Koska sahan liikettä on helppo rajoittaa, se soveltuu hyvin automatisoidulle katkaisulinjalle. (Kopponen 1991, 42)



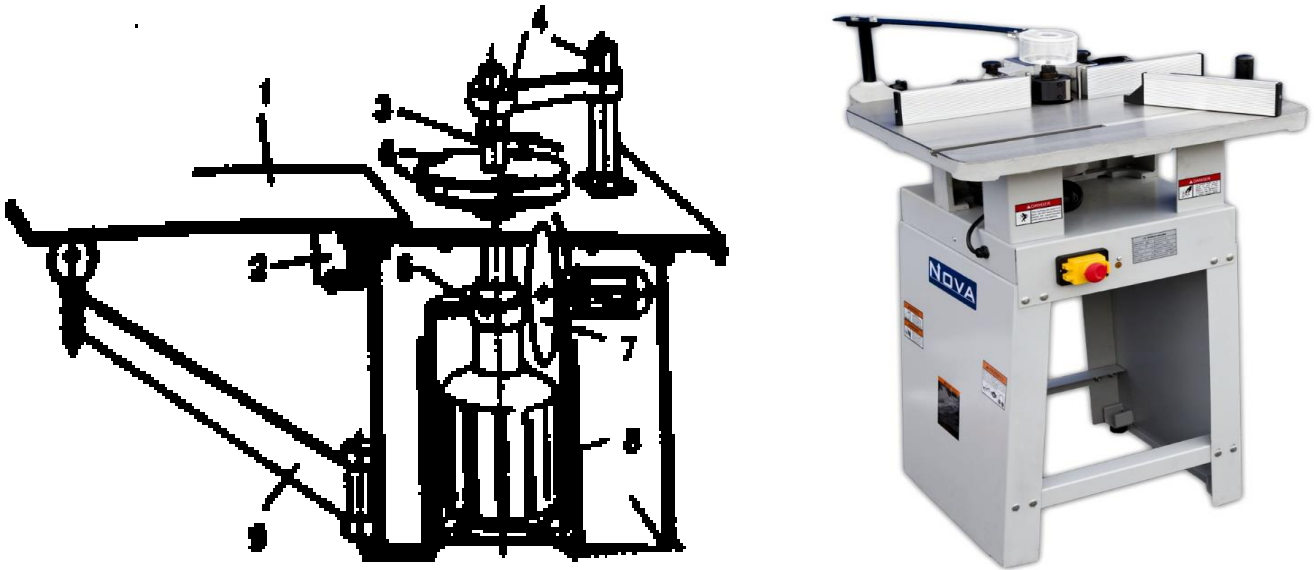
KUVIO 3. Särmäyspyörösahan rakenne (Kopponen 1991, 42)

Toinen yleinen työstämisen menetelmä on särmäys, mikä tarkoittaa sahatavarassa olevan puun rungon pyöreystä johtuvan vinon syrjän sahaamista suoraksi. Kuviossa 1 on malli särmäyspyörösahan rakenteesta. Särmääminen on välttämätön menetelmä etenkin huonekaluteollisuudessa, jossa koivua käytetään yleisesti kertaalleen läpisahattuna. Särmäys on toisinaan tärkeä käytettävä menetelmä myös ovi-, ikkuna- ja listanvalmistuksessa. Särmäyksessä käytetään tavallisesti yhdellä tai useammalla terällä varustettua pyörösahaa. Kolmas menetelmä on halkaisu, jota käytetään yleisesti sahatavaran valmistuksessa. Halkaisulla voidaan tarkoittaa myös särmätyn reunan suuntaista sahausta. Silloin puutavara irrotetaan yksi tai useampi lauta. Halkaisu on yleistä sahatavaran valmistuksessa, jossa tavallisesti käytetään tuoretta kuorittua tai kuorimatonta tukkipuuta. Sahatavaran valmistuksen lisäksi, näitä työmenetelmiä käytetään myös pienemmässä mittakaavassa puutuotteiden valmistuksessa. Halkaisupyörösaha ei juuri eroa särmäyssahasta. Erona ovat syöttölaitteet, joissa halkaistava kappale ohjataan sahan läpi kiinteiden ja säädettävien ohjaustelojen avustuksella. Halkaisusahoja käytetään myös jonkin verran puusepänteollisuudessa. Kuviossa 2 on esitetty halkaisuvannesahan rakenne ja kuva oikeasta sahasta. (Kopponen 1991, 42-43)



KUVIO 4. Halkaisuvannesaha (Kopponen 1991, 43) (Eurotec 2018)

Oikaisemisessa tarkoituksena on saada kappaleeseen tasopinta. Tämä työstömenetelmä on tärkeä etenkin puuteollisuudessa, koska puukappaleiden pinnat menettävät tasomaisen muotonsa kuivauksen aikana. Oikaiseminen tehdään liikuttamalla puukappale leikkaavan teräpään ylitse suoraviivaisesti ja kierryttä. Tasainen työstö saadaan ohjaamalla kappaletta työpöydän tasoa pitkin. Tasohöyläyksen tarkoituksena on puolestaan saada kappale haluttuun paksuuteen. Muotohöyläyksessä yhdistyy tasohöyläys ja jyrshintä, kun kappaleelle annetaan esim. kaareva muoto. Jyrsimisessä työstettävälle kappaleelle annetaan muoto leikkaavan työstön avulla. Tapittaminen taas tarkoittaa eräänlaista jyrshintätapaa, jossa kappaleen päähän työstetään paikat tapeille sekä lovi- ja kulmaliitoksille. Jyrsinkoneet voidaan jakaa teräpäiden kiinnityksen mukaan ala-, ylä- ja muotojyrsinkoneisiin. Kuviossa 3 on esitelty alajyrsinkoneen rakenne ja kuva jyrsimestä, joka on yleinen puusepänteollisuudessa. Alajyrsinkoneessa teräpää on nimensä mukaisesti kiinnitetty pystysuoraan koneen alaosaan. Yläjyrsinkoneessa terä on taas kiinnitetty koneen yläosaan, josta se yltyä työstämään kappaletta myös sen keskiosasta. (Kopponen 1991, 45)



KUVIO 5. Alajyrsinkoneen rakenne (Kopponen 1991, 49) (Koneita. 2018)

Poraaminen on työstömenetelmä, jossa nimensä mukaisesti puokappaleeseen tehdään pyöreitä reikiä aksiaalisesti työstävällä poranterällä. Normaali porakone on yksikarainen porakone, jolla tehdään ainoastaan yksittäisiä reikiä kerralla kappaleeseen. Yksikaraisen porakoneen lisäksi, on olemassa riviporakone, joka on yleisessä käytössä puusepänteollisuudessa. Riviporakoneessa teräsistukkaan on kiinnitetty monta terää riviin. Terät on mahdollista asettaa kolmeen eri tasoon, jolloin kappaleeseen voidaan porata useita reikiä samassa työvaiheessa. (Kopponen 1991, 49-50)

3.3.2 Hiominen

Hionta on pintakäsittelyksi luettava työstömenetelmä, jonka tarkoituksena on silottaa pinta edellä mainittujen työstömenetelmien työstövaiheiden jälkeen. Esimerkiksi jyrsinnän jälkeen hiotaan pintaan nousseet tikut pois ja tasoitetaan pinta jatkokäsittelyjä varten. Hiomakoneet toimivat koneeseen kiinnitetyn hiomanauhan tai -paperin pintaan kiinnitettyjen hiomarakeiden avulla. Hionnan leikkaussyvyys riippuu pääasiassa käytettävän nauhan rakeiden suuruudesta eli karheudesta. Tavallisimpia hiomakone tyyppejä ovat rumpuhiomakone, nauhahiomakone ja reunahiomakone.

Rumpuhiomakoneessa leikkaavana elimenä toimii pyörivään rumpuun kiinnitetty hiomanauha. Laikka-hiomakoneessa hiomanauha on kiinnitetty pyörivään laikkaan, joka on kooltaan 700-1200 mm. Nauhahiomakoneissa pystytään järjestämään hiomanauhanliike puun syiden suuntaisesti, jolloin saadaan parempi hiomajälki verrattuna poikkisyyn suuntaiseen hiontaan. (Kopponen 1991, 51)

4 AUTOMAATION TARPEET TULEVAISUUDESSA-KYSELY

Tämä tutkimus suoritettiin kyselytutkimuksena, jossa kysely suunnattiin Suomen ja Ruotsin puun jatkojalostukseen keskittyneisiin yrityksiin. Kyselyn suomen- ja englanninkieliset lomakkeet löytyvät liitteistä (LIITE 1 ja 2). Kyselyä tehdessäni ryhdyin pohtimaan, kenelle yrityksessä kyseinen kysely tulisi esittää. Parhaat mahdolliset henkilöt tähän aiheeseen liittyen olisivat yrityskohtaisesti tuotantopäällikkö ja toimitusjohtaja. Tarkoituksena oli lähettää kysely vain yhdelle henkilölle yritystä kohden, jotta kyselyn tulokset säilyisivät selvinä. Jos kysely olisi lähetetty useammalle vastaanottajille yrityksessä, se olisi hankaloittanut kyselyn vastausten analysointia, kun yhdestä yrityksestä olisi ollut mahdollista saada kaksi vastausta.

Tuotantopäällikön etuina ovat hänen parempi tuntemuksensa tuotannossa käytettävistä automaatoratkaisuista sekä henkilökohtaisempi tietämyksensä tuotannossa ilmenevistä ongelmista ja mahdollisista tarpeista. Tämän vaihtoehdon heikkous on siinä, kuinka paljon tuotantopäällikkö pystyy vastaamaan liittyen yrityksen asioista tai tietoja yrityksen suunnittelemista investoinneista tulevaisuudessa. Toimitusjohtajan kohdalla tilanne olisi päinvastainen, mutta ongelmien kannalta helpommin ratkaistavissa. Toimitusjohtajalla tulee olla tietämystä yrityksen tuotannosta ja tarpeellisista investoinneista, jotka liittyvät automaatioon. Lisäksi toimitusjohtaja kykenee hankkimaan tarvittavat tiedot automaatoratkaisujen tiedoista jopa teknilliseltä kannalta sekä hänellä on yleensä enemmän vapauksia kertoa yritykseen liittyvistä toiminnoista.

Tutkimusta tehdessä tulee silti pitää mielessä, että näihin työtehtäviin liittyvät vapaudet ja oikeudet vaihtelevat suuresti yritysten välillä, koska näillä voi olla omat vaatimuksensa ja toimintatapansa työtehtäviin liittyen. Joissakin yrityksissä tuotantopäälliköllä voi olla enemmän valtuuksia sekä päätäntä- tai vaikutusvaltaa yrityksen asioihin ja toisissa yrityksissä taas toimitusjohtajalla voi olla parempi tietämys yrityksen tuotannon teknillisistä toiminnoista kuten automaatoratkaisuista. Nämä tilanteet voivat vaikuttaa huomattavasti yrityksiltä saataviin vastauksiin ja niiden sisältöön.

Edellä mainittujen näkökulmien pohjalta päädyin lähettämään kyselyt ensisijaisesti toimitusjohtajille, jos heidän yhteystietonsa olivat saatavilla. Suurimmalla osalla yrityksistä heidän toimitusjohtajan yhteystiedot olivat saatavilla joko yrityksen omilla sivuilla tai yritysten tietojenhaku-sivustoilla, mutta kaikkien yritysten osalta yhteystietoja ei valitettavasti löytynyt. Silloin täytyi valita vastaanottajaksi joku toinen mahdollinen osapuoli, kuten edellä mainittu tuotantopäällikkö tai tehtaanjohtaja. Tehtaan-

johtajien tapauksessa kyseessä oli isomman luokan yritys, jolla oli useampia tehtaita eri paikkakunnilla. Valitettavasti en saanut tarpeeksi vastauksia toimitusjohtajilta, joten ainoa keinona oli ottaa yhteyttä tuotantopäälliköihin, jotka olivat enemmän yhteistyöhalukkaita. Siitä huolimatta vastausprosentti oli vain hieman yli 25. Ottaen huomioon, että kyseessä on kyselytutkimus, se on varsin kohtuullinen tulos.

5 KYSELYN TULOSTEN ANALYSOINTI

Kuten edellisessä luvussa mainittiin, kysely jäi melko niukaksi vastausten kannalta. Kaikesta huolimatta vastauksia saatiin tarvittava määrä analysointia varten, varsinkin suomalaisten yritysten osalta. Ruotsalaisten yritysten osalta vastaukset jäivät kuitenkin liian vähäisiksi, joten siltä osin kysely ei onnistunut toivotulla tavalla. Ongelmia tuotti Ruotsin puolella yhteystietojen virheellisyys tai puute sekä ymmärrys kyselyn tarkoituksesta ja kohderyhmästä. Kysely käsitellään vastauksineen seuraavissa luvuissa kysymys kerrallaan. Kysymysten aiheet on esitelty tässä kappaleessa. Kyselyn tuloksia ja analysointia on esitelty liitteissä 3-5 (Salaisia).

Ensimmäisen kysymyksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka monella vastanneista yrityksistä oli jo ennestään kokemusta automaatiosta tai oli sitä parhaillaan käytössä. Kyselyn sisältö oli jaettu kahteen osioon, joista ensimmäisessä käytiin läpi yritysten kokemuksia automaatiosta ja toisessa käsiteltiin tulevaisuuden investointeja. Tämän kysymyksen avulla kyselyn ensimmäisestä osiosta voitiin laskea pois ne yritykset, jotka eivät olisi voineet vastata sen sisältämiin kysymyksiin. Seuraavassa kysymyksessä käsiteltiin niitä automatisointiratkaisuja, joista yrityksillä on jo kokemusta. Tässä osiossa käydään läpi yritysten listausta näistä ratkaisuista kunkin vastanneen kohdalla. Edellisen kysymyksen pohjalta nähtiin, että 13 yritystä ovat vastanneet tähän kysymykseen. Koska kysely suunniteltiin mahdollisimman helpoksi ja nopeasti vastattavaksi, yritysten antamat vastaukset ovat melko yksinkertaisia eivätkä välttämättä avaa tarkemmin niiden sisältöä. Ne antavat kuitenkin peruskuvan niistä automatisointimenetelmistä, joita yrityksillä on jo käytössä.

Kolmannen kohdan kysymyksen tarkoituksena oli selvittää, miten suuria summia yritykset olivat ennen sijoittaneet tuotantoautomaatioon. Vastauksista saadaan arvio investointien mahdollisista suuruusluokista. Kysymyksessä oli annettu neljä vaihtoehtoa investointien suuruusluokille, joista valittiin yksi. Vaihtoehtoina oli neljä suuruusluokkaa, joista kolme oli rajattu ilmoitetun summan alle ja yksi oli summasta katsottua ylöspäin. Seuraavassa kysymyksessä kartoitettiin niitä automaatoratkaisujen toimittajia, jotka ovat jo toimittaneet vastanneille yrityksille automaatoratkaisuja. Viidennen kysymyksen tarkoituksena oli kartoittaa yritysten havaitsemia automaatoratkaisujen käytössä ilmenneitä ongelmia.

Seuraavaksi siirrytään tutkimaan yritysten tulevaisuuden suunnitelmia tuotantoautomaatioon liittyen. Tässä kysymyksessä olivat taas mukana kaikki vastanneet yritykset ja ensimmäisen kysymyksen ta-
voin tämä kysymys vaikutti siihen, miten kyselyssä edettiin. Kysymyksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka moni yritys oli aikeissa investoida tuotantoautomaatioratkaisuihin seuraavan kolmen vuoden aikana. Seuraavan kysymyskohdan tarkoituksena oli selvittää, minkä tyyppisiin tuotantoautomaation ratkaisuihin yritykset ovat aikeissa investoida. Kysymys oli monivalintainen, koska yritykset saattoivat hankkia useammanlaisia ratkaisua automaatiosta.

Kahdeksannen kysymyksen tarkoituksena oli selvittää yritysten kaavailemia investointisummia auto-
maatiota varten. Vaihtoehtoina oli viisi eri suuruusluokkaa, joista voitiin valita suunnilleen oikea summa. Tämän jälkeen tarkasteltiin tuotannon automaatoratkaisuille odotettuja toimitusaikojen pi-
tuuksia. Kyselyn viimeisessä kohdassa selvitettiin, kuinka moni yrityksistä haluaisi, että yritys X olisi heihin yhteyksissä tuotantoautomaatioratkaisuihin liittyen. Kysymyksessä oli vain vaihto ehdot kyllä tai ei.

Kuten alussa mainittiin, Ruotsista ei saatu tarpeeksi vastauksia kunnolliseen analysointiin, joten tässä kohden käydään lyhyesti läpi sieltä saadut tulokset. Vastauksia saatiin ainoastaan vain pari kappaletta yhteydenottopyynnöistä huolimatta.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa suomalaisten ja ruotsalaisten puun jatkojalostusyritysten tuotantoautomaatioratkaisujen tarpeita tulevan kolmen vuoden aikana. Työ toteutettiin kyselytutkimuksena, ja kysely lähetettiin kaikille yrityksille, jotka täyttivät kohderyhmän vaatimukset. Toimialan lisäksi yritysten liikevaihdon tuli olla vähintään 10 miljoonaa euroa ja vakituisia työntekijöitä piti olla vähintään 50. Koska kohderyhmä olisi jäänyt liian pieneksi päätin hyväksyä yrityksen, jos se täytti vähintään toisen näistä kahdesta vaatimuksesta. Listaus näistä yrityksistä saatiin Ruotsin osalta yritys X:ltä ja Suomen osalta tilastokeskukselta. Suomalaisten yritysten osalta yhteystiedot saatiin yritysten verkkosivuilta, joista suurimmasta osasta löytyi henkilökohtaiset yhteystiedot sekä tuotantopäälliköille kuin toimitusjohtajille.

Valitettavasti vastausten määrä jäi hyvin vähäiseksi kaikista yrityksistä huolimatta ja ruotsalaisista yrityksistä saatujen vastausten osuus ei riittänyt kunnon analysointiin. Yhteyttä piti ottaa sekä sähköpostitse että puhelimitse, mutta silti vastaajien määrä jäi pieneksi. Suomalaisista yrityksistä tuli tyydyttävä määrä vastauksia, joten siltä osin opinnäytetyö sujui hyvin. Kokonaisuutena katsottuna työn tavoitteet onnistuivat vain osittain. Arvioituna suomalaisten yritysten osalta kaikista lähetetyistä kyselypyynnöistä noin 25 % antoi vastauksen. Yleensä kyselytutkimukset katsotaan onnistuneeksi, jos vastauksia saadaan yli 20 % kohderyhmästä.

Työ oli omasta mielestäni paljon haastavampi kuin olin tätä aloittaessa odottanut. Alku meni hyvin, kun tarpeelliset yhteystiedot saatiin kerättyä ja kyselyt saatiin hyväksytyyn muotoon, jolloin varsinainen työ saatettiin aloittaa. Kyselyn vastausten keräämiseen meni kuitenkin pitemmän aikaa kuin aluksi oli ajatellut. Valitettavasti ruotsalaisista yrityksistä ei saatu tehtyä kunnon analysointia, joka olisi ollut hyvin kiinnostavaa, kun sitä olisi voinut vertailla suomalaisten yritysten tulosten kanssa. Onneksi suomalaisten yritysten analysointi onnistui, jolloin saatiin näkemystä automaation tarpeista tulevaisuudessa ainakin Suomen alueella.

Loppupäätelmä oli, että suomalaisilla puutuoteteollisuuden yrityksillä on suurimmaksi osaksi kokemusta tuotantoautomaation ratkaisuista ja kyselystä päätellen, kokemukset ovat pääasiassa positiivisia. Automaation kysyntä on nousemassa, kun useammat yritykset alkavat investoimaan niihin. Kysynnän

ratkaisukohteina ovat jo ennestään tarjolla olevat vaihtoehdot, joista etenkin automaattisille tuotantolinjoille on eniten kysyntää.

LÄHTEET

ABB. 2018. irb-360 (ABB:n nettisivuilla). (Viitattu: 27. 9. 2018). Saatavissa: new.abb.com/products/robotics/fi/teollisuusrobotit/irb-360

ABB. 2018. irb-2600 (ABB:n nettisivuilla). (Viitattu: 27. 9. 2018). Saatavissa: new.abb.com/products/robotics/fi/teollisuusrobotit/irb-2600

Craig J. J. 2005 Introduction to Robotics mechanics and control, third edition. International edition. Pearson Prentice hall.

Eurotec. 2018. Halkaisuvannesaha (Eurotecin nettisivuilla). (Viitattu: 8.8.2018). Saatavissa: https://eurotec.fi/tuotteet/kaytetyt_koneet/sahat/griggio-snac-940-halkaisuvannesaha/

Fonselius, J. K. Pekkola, S. Selosmaa, M. Ström, T. Välimaa. 1996. Automaatiolaitteet. Oy Edita Ab.

Keinänen T., Kärkkäinen P. Lähetkangas M. & Sumujärvi M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.

Kivimäki J. 2011. CNC-koneen tuotannon tehostaminen. Puutekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Saatavilla: (https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/28231/Kivimaki_Jarkko_CNC-koneen_tuotannon_tehostaminen.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Viitattu: 19.2.2018)

Koneita. 2018. Alajyrsin. (koneita.com nettisivuilla). (Viitattu: 8.8.2018). Saatavissa: <http://www.koneita.com/alajyrsimet/alajyrsin-ws-1-2a.htm>

Kopponen, H. 1991. Puutuotteiden jalostus ja kehitys. Espoo: Otatieto.

Kotilainen A. 2013. Profiilityöstökoneen sähköisen toiminnan esisuunnitelma. Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö. Centria ammattikorkeakoulu. Saatavissa: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/59517/kotilainen_aleksi.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Viitattu: 16.1.2018)

Kuivanen R. 1999 Robotiikka. Suomen Robotiikkayhdistys Ry.

Kördel L. 2000 Automaatiotekniikka.

Morris B. 1995 Automated manufacturing systems: Actuators, Controls, Sensors and Robotics. International edition. Singapore: McGraw-Hill Book Co.

MTC Flextec. 2018. (MTC Flextecin nettisivuilta). (Viitattu: 27. 9. 2018). Saatavissa <https://www.mtcflextek.fi/tuotteet-ja-palvelut/cnc-sorvit/okuma-2sp-150h>

Niskanen P. 2015. CNC-jyrsimen rakennus ja käyttöönotto, Tuotantotalouden koulutusohjelman opinnäytetyö. Centrian ammattikorkeakoulu. Saatavilla: (http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/103908/Niskanen_Pasi.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Viitattu: 12. 2. 2018)

Pieskä S. 2017, Tekoäly automaatioissa, Opetusmateriaalit. Centria -ammattikorkeakoulu.

Posa A. 2014. Sulautettuun ohjausjärjestelmään perustuvan hissin pienoismallin suunnittelu ja toteutus. Kandidaatin työ, konetekniikan koulutusohjelma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Saatavissa: http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/96701/Kandidaatinty%F6_Atte%20Posa.pdf?sequence=2 (Viitattu: 25.11.2017)

Saarela J. 2017. Prosessiautomaatiojärjestelmän modernisointi. Sähkö- ja automaatiotekniikan opin- näytetyö. Vaasan ammattikorkeakoulu. Saatavissa: (www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/135705/Opinnaytetyo-Saarela.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (Viitattu: 11.4.2018)

Fresh

Tuotantoautomaation ratkaisut puun jatkojalostusteollisuudessa

Hei.

Olen tuotantotalouden insinööri-opiskelija Centrian ammattikorkeakoulusta Ylivieskassa ja teen opinnäytetyönä kyselytutkimusta yritys X:n toimeksiannosta. Kyselyn tarkoituksena on selvittää, mitä tarpeita puun jatkojalostusyriyksillä on räätälöityjen automaatiotarkaisujen osalta lähitulevaisuudessa. Kyselyllä pyritään kartoittamaan mahdollisia asiakasyrityksiä ja niiden automaatiolta odotettavia tarpeita lähimmän kolmen vuoden aikana. Toivomme teiltä pikaista vastaamista tähän kyselyyn.

1. Vastaaajan yhteystiedot ja yrityksen tiedot

Etunimi	<input type="text"/>
Sukunimi	<input type="text"/>
Puhelin	<input type="text"/>
Sähköposti	<input type="text"/>
Osoite	<input type="text"/>
Postinumero ja -paikka	<input type="text"/>
Maa	<input type="text"/>
Yritys / Organisaatio	<input type="text"/>
Asema yrityksessä	<input type="text"/>
Liikevaihto	<input type="text"/>
Henkilöstön määrä	<input type="text"/>

Fresh

Tuotantoautomaation ratkaisut puun jatkojalostusteollisuudessa

2. Onko yrityksessänne käytetty tai onko parhaillaan käytössä räätälöityjä tuotantoautomaatioratkaisuja? *

Kyllä

Ei

Fresh

Tuotantoautomaation ratkaisut puun jatkojalostusteollisuudessa

3. Millaisia tuotantoautomaatioratkaisuja yrityksenne on hankkinut? *

4. Paljonko yrityksenne on tähän mennessä investoinut automatisointiin?

- alle 100 000 €
- alle 250 000 €
- alle 500 000 €
- yli 500 000 €

5. Ketkä ovat toimittaneet teille ennestään tuotantoautomaation ratkaisuja?

6. Onko teillä ilmennyt ongelmia tuotantoautomaation toiminnassa? Jos on, millaisia?

Fresh

Tuotantoautomaation ratkaisut puun jatkojalostusteollisuudessa

7. Aiotteko investoida tuotantoautomaatioon seuraavan kolmen vuoden aikana? *

- Kyllä
- Ei

Fresh

Tuotantoautomaation ratkaisut puun jatkojalostusteollisuudessa

8. Jos, millaisia investointeja aiotte toteuttaa? *

- robottisolut
- tuotantolinjat
- CNC- koneet
- Koneistukset
- Kunnossapitopalvelut

9. Tähän voi kirjoittaa omin sanoin tarkemmin suunnitelluista investoinneista.

10. Minkä verran aiotte investoida räätälöityihin automaattioratkaisuihin?

- alle 50 000 €
- alle 100 000 €
- alle 200 000 €
- alle 500 000 €
- yli 500 000 €

11. Kuinka pitkän toimitusajan voitte enintään hyväksyä tuotantoautomaattioratkaisulle?

- 6 kk
- 12 kk
- 18 kk

Fresh

Tuotantoautomaation ratkaisut puun jatkojalostusteollisuudessa

12. Haluatteko, että yritys X:stä otetaan teihin yhteyttä tuotantoautomaation merkeissä? *

- Kyllä
- Ei

Fresh

Production automation opportunities in woodworking industry

Hey.

I'm an Industrial Engineering student at Centria University of Applied Sciences in Ylivieska and I'm doing a thesis survey for assignment from company X. The purpose of the questionnaire is to find out what needs the wood processing companies have for tailor-made automation solutions in the near future. The survey aims at mapping potential customer companies and their expected automation needs over the next three years. We hope you will soon be able to answer this questionnaire. .

Toni Niemi

1. Contact

Name	<input type="text"/>
Surname	<input type="text"/>
Phone	<input type="text"/>
e-mail	<input type="text"/>
Address	<input type="text"/>
Company	<input type="text"/>
Title	<input type="text"/>
Country	<input type="text"/>
Turnover	<input type="text"/>
Number of employees	<input type="text"/>

Fresh

Production automation opportunities in woodworking industry

2. Has your company ever used or is it currently using customized production automation solutions? *

- Yes
- No



Production automation opportunities in woodworking industry

3. What kind of production automation solutions have your company acquired? *

4. By now how much have you invested in automation already? *

- less than 100 000 e
- less than 250 000 e
- less than 500 000 e
- over 500 000 e

5. Who have already provided you with production automation solutions?

6. Have you encountered any problems in production automation? If so, what kind of problems?

Fresh

Production automation opportunities in woodworking industry

7. Are you going to invest in production automation during the next three years? *

- Yes
- No

Fresh

Production automation opportunities in woodworking industry

8. If so, what kind of investment? *

- robot cells
- production lines
- CNC machines
- machining
- maintenance Services

9. Here you can write in your own words about more of planned investments.

10. How much would you be willing to invest in customized automation solutions?

- less than 50 000 e
- less than 100 000 e
- less than 200 000 e
- less than 500 000 e
- over 500 000 e

11. What is the longest delivery time you can approve?

- 6 months
- 12 months
- 18 months

Fresh

Production automation opportunities in woodworking industry

12. Would you like to be contacted by company X? *

- Yes
- No

SALAINEN LIITE

LIITE 4/2

SALAINEN

LIITE 5/1

SALAINEN LIITE

LIITE 5/3

SALAINEN LIITE

LIITE 5/5

SALAINEN LIITE

LIITE 5/6

SALAINEN LIITE

LIITE 5/7

SALAINEN LIITE

LIITE 5/8

SALAINEN LIITE

LIITE 5/9

SALAINEN LIITE

LIITE 5/10

SALAINEN LIITE

LIITE 5/11