



Miehittämättömän ajon kehittäminen

AGCO Power OY

Jere Björkbacka

OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2020

Konetekniikka tutkinto-ohjelma
Tuotantotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Tuotantotekniikka

BJÖRKBACKA, JERE:
Miehittämättömän ajon kehittäminen
AGCO Power OY

Opinnäytetyö 39 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Lokakuu 2020

Opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa ja kehittää miehittämätöntä ajoa kolmessa automaatiolosussa ja työstökeskuksessa. Miehittämättömän ajon kehittäminen tehtiin AGCO Powerille Nokia Linnavuoreen. Työn tavoitteena oli saada automaatiolosut pyörimään miehittämättömällä ajolla mahdollisimman pitkään huomioon ottaen laatu- ja turvallisuusasiat.

Opinnäytetyössä kerrotaan lyhyesti robotiikasta ja muutamasta erilaisesta automaatiotavasta. Työssä esitellään kehitettävät automaatiolosut ja työstökeskukset. Automaatiolosuista esitellään oheislaitteet, joita robotti hyödyntää työstökeskuksen työstäessä kappaletta.

Lisäksi opinnäytetyössä esitellään lyhyesti miehittämätön ajo, minkä jälkeen kerrotaan miehittämättömästä ajosta AGCO Powerilla. Lopuksi esitellään automaatiolosujen miehittämättömän ajon lähtötilanne ja kehityskohteet, joita automaatiolosuihin toteutettiin ja joista osa toteutetaan tulevaisuudessa.

Työn asetetut tavoitteet saavutettiin ja miehittämätöntä ajoa saatiin kehitettyä kaikissa automaatiolosuissa toimivammaksi ja paremmaksi AGCO Powerilla.

Asiasanat: miehittämätön ajo, työstökeskus, koneistus, automaatio

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Production Engineering

BJÖRKBACKA, JERE:
Development of Unmanned Running
AGCO Power OY

Bachelor's thesis 39 pages, appendices 6 pages
October 2020

The purpose of this thesis was to improve and develop unmanned running in three automation cells and machining centers. The developing of unmanned running was made for AGCO Power in Linnavuori, Nokia. The goal of this work was to make the automation cells run unmanned for as long as possible while taking quality and safety matters into account.

Robotics and a number of different automation approaches are shortly explained in the thesis. Also, automation cells and machining centers that will be developed are presented in the work. Moreover, peripherals of automation cells that robots use while the machining center is working are also discussed.

After a brief explanation of the concept of unmanned running, its implementation at AGCO Power is presented. Finally, the starting point of developing the unmanned running of the automation cells, the developments made and the developments that are going to be made are introduced.

The goals set for this thesis were reached and the unmanned running was successfully developed to be better and more functional in all of the automation cells at AGCO Power.

Key words: unmanned running, machining center, machining, automation

SISÄLLYS

1	LYHENTEET JA TERMIT	5
2	JOHDANTO	6
3	AGCO POWER.....	7
	3.1 AGCO- konserni.....	8
	3.2 Hammaspyöräosasto	9
	3.3 Akselivalmistusosasto	10
4	AUTOMAATIO	11
	4.1 Teollisuusautomaatio	11
	4.2 Prosessiautomaatio.....	12
	4.3 Teollisuusrobotti.....	12
5	KEHITETTÄVÄT AUTOMAATIOSOLUT.....	13
	5.1 Liebherr LFS300	13
	5.1.1 Automaatiosolu.....	16
	5.2 Liebherr LSE300	17
	5.2.1 Automaatiosolu.....	19
	5.3 Danobat LG-1000-B8.....	20
	5.3.1 Automaatiosolu.....	22
6	MIEHITTÄMÄTÖN AJO	23
7	MIEHITTÄMÄTÖN AJO AGCO POWERILLA.....	25
8	MIEHITTÄMÄTTÖMÄN AJON LÄHTÖTILANNE JA KEHITYKSET	26
	8.1 LFS300 Pistokone.....	26
	8.2 LSE300 Pistokone.....	27
	8.3 Danobat LG-1000-B8 hiomakone.....	29
9	POHDINTA	32
	LÄHTEET	33
	LIITTEET	34
	Liite 1. LIEBHERR LFS300 tekniset tiedot.....	34
	Liite 2. LIEBHERR LSE300 tekniset tiedot.....	36
	Liite 3. DANOBAT LG-1000-B8 tekniset tiedot	38

1 LYHENTEET JA TERMIT

HP	Hammaspyörä
Toleranssi	Suurin sallittu poikkeama nimellisarvosta
Moduuli	Hampaan kokomitta
CNC	Computerized numerical control = Tietokoneistettu numeerinen ohjaus
Tahti aika	Yksittäisen työkierron kesto

2 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on parantaa ja kehittää automaatiolosujen miehittämätöntä ajoa AGCO Powerilla. Työssä kehitetään kolmea automaatiolosua ja työstökeskusta. Onnistuneella miehittämättömällä ajolla saataisiin kehitettyä yrityksen tuottavuutta, kustannustehokkuutta ja kilpailukykyä. Työn tarkoituksena on löytää automaatiolosujen häiriöiden syitä, joita korjataan ja ratkotaan mahdollisuuksien mukaan. Lisäksi etsiä automaatiolosusta kehityskohteita ja parannuksia, joiden avulla miehittämätöntä ajoa saadaan pidennettyä ottaen huomioon laatu- ja turvallisuusasiat. Työssä käsiteltävät automaatiolosut ovat suuressa kuormassa, jonka takia miehittämätöntä ajoa halutaan kehittää ja parantaa AGCO Powerilla.

Opinnäytetyössä esitellään aluksi työn tilaaja AGCO Power. Työssä esitellään Linnavuoressa sijaitsevan toimipisteen historiaa ja lyhyesti AGCO:n konsernia. Työssä esitellään lyhyesti koneistustehdas, jossa sijaitsee hammaspyörä- ja akselivalmistuksen osastot.

Opinnäytetyössä kerrotaan yleisesti muutamasta teollisuudessa käytettävästä automaatiotavasta. Työssä käydään läpi kehitettävät automaatiolosut ja niiden oheislaitteet. Lisäksi esitellään lyhyesti työstökeskukset ja esimerkki työstökeskuksella valmistettavista kappaleista, jonka jälkeen kerrotaan miehittämättömästä ajosta yleisesti ja AGCO Powerilla. Lopuksi kerrotaan automaatiolosujen miehittämättömän ajon lähtötilanne.

Viimeisenä kerrotaan kone- ja automaatiolosu kerrallaan toteutuneista kehityksistä ja suunnitelluista kehityksistä, jotka toteutetaan tulevaisuudessa. Lisäksi käydään lävitse saavutetut tavoitteet ja esitellään lopputulokset.

3 AGCO POWER

AGCO Power Oy on Nokia Linnavuorella sijaitseva dieselmootoritehdas. Linnavuoren moottoritehtaalla on pitkä historia. Linnavuoren moottoritehtaan rakennustyöt aloitettiin vuoden 1942 lopulla. Aluksi Linnavuoren tehdas toimi lentokonetehtaana. Moottoritehtaan ensimmäinen dieselmoottori valmistettiin vuonna 1946. Vuonna 1951 moottoritehdas tuli osaksi Valmettia (kuva 1) ja ensimmäiset Valmet-traktoreihin tarkoitetut dieselmoottorit valmistettiin vuonna 1957. Valmet toimi moottoritehtaan omistajana yli 45 vuotta. 1990–2000-luvulla moottoritehtaassa vaihtui omistaja moneen kertaan. Ensimmäiseksi vuonna 1994 omistajaksi vaihtui Sisu, vuonna 1997 Partek, vuonna 2002 Kone ja viimeisimpänä vuonna 2004 AGCO, joka toimii vielä tällä hetkelläkin moottoritehtaan omistajana. Vuonna 2008 moottoritehtaan nimeksi vaihtui AGCO Sisu Power ja vuonna 2012 vaihtui nykyinen nimi AGCO Power.

Nokia Linnavuorella työskentelee noin 700 henkilöä. Dieselmoottoreita valmistetaan Linnavuorella noin 30 000 kappaletta. Yrityksen liikevaihto vuonna 2019 oli 291,4 miljoonaa euroa. (AGCO Power Oy 2020).



Kuva 1. Koneistustehdas Valmetin aikoina (Koponen)

3.1 AGCO- konserni

AGCO on maailman kolmanneksi suurin maatalouskoneiden valmistaja (kuva 2) ja kehittäjä. AGCO:n tuotteita myydään yli 140 maassa ympäri maailmaa.

AGCO- konsernin liikevaihto vuonna 2019 oli 9,04 miljardia dollaria. AGCO-konsernin kuuluisimpia tuotemerkkejä ovat muun muassa:

- Massey Ferguson, maailman eniten myyty traktori
- Fendt, traktoreiden teknologiajohtaja
- Valtra, markkinajohtaja traktoreissa Pohjois-Euroopassa ja Etelä-Amerikassa
- Challenger, telatraktorit
- Gleaner puimurit
- Hesston heinäkoneet
- Rogator, Terragator ja Spra-Coupe, itsekulkevat ruiskut



Kuva 2. Massey Ferguson traktori (AGCO Power 2020.)

3.2 Hammaspyöräosasto

AGCO Powerilla valmistetaan sarjatuotannossa hammaspyöriä (kuva 3) vuodessa noin 550 00 kappaletta ja yli 260 erilaista. Osastolla tehdään 3- vuorotyötä ja osastolla työskentelee 22 henkilöä. Hammaspyörien ulkohalkaisijat ovat sarjatuotanto osilla 20 - 270mm ja mahdollisuus työstää halkaisijaltaan 500mm kappaleita. Kappaleiden moduulit ovat välillä 2 - 6, mutta mahdollisuus työstää 8 moduulisia kappaleita. Kappaleita valmistetaan käyttäen AGCO:n omaa suunnittelua tai asiakkaiden piirustusten mukaan. Valmistuksessa käytetään uusinta CNC-teknologiaa. (AGCO Power Oy 2020.)



Kuva 3. AGCO Powerilla valmistettavia hammaspyöriä. (Salovaara, 2014)

3.3 Akselivalmistusosasto

AGCO Powerilla valmistetaan sarjatuotannossa yli 200 erilaista akselia (kuva 4). Sarjatuotannossa valmistetaan akseleita vuodessa yli 250 000 kappaletta. Osastolla tehdään 2- ja 3- vuorotyötä ja osastolla työskentelee 12 henkilöä. Akselivalmistuksessa käytettävillä työstökoneilla pystytään maksimissaan työstämään pituudeltaan 700mm akseleita. Akselivalmistuksessa kappaleiden moduulit ovat välillä 1,25 - 4,5. (AGCO Power Oy 2020.)



Kuva 4. AGCO Powerilla valmistettava akseli (Salovaara, 2014)

4 AUTOMAATIO

Automaatiolla parannetaan tuotannossa tehokkuutta, toimintavarmuutta ja kilpailukykyä. Automaation avulla saadaan myös kehitettyä tuotannon laatua, koska automaattiosolut ja robotit toistavat työkierron muuttumattomana. Henkilölle voi sattua inhimillisiä erehdyksiä erinäisistä syistä, esimerkiksi väsymys tai huolimattomuusvirhe. Automaatiota pystytään hyödyntämään myös esimerkiksi sellaisessa työssä, joka on vaarallista tai ergonomian puolesta kannattamatonta ihmisen tehdä. Automaatio jakautuu pääosin:

- Tuotantoautomaatio
- Teollisuusautomaatio
- Prosessiautomaatio
- Rakennusautomaatio

4.1 Teollisuusautomaatio

Teollisuusautomaatiota käytetään paljon konepajatuotannossa. Teollisuusautomaation avulla parannetaan tuotteiden valmistusprosessia, kasvatetaan tuotannon tehokkuutta ja vähennetään tuotantokustannuksia. Hyvällä automaatiolla pystytään lisäämään tuotantonopeutta. Teollisuusautomaatiolla pystytään vähentämään energiankulutusta. Teollisuusautomaatiolla mahdollistetaan datan kerääminen työstökeskuksista, tämän ansiosta ongelmien ratkominen on koneilla nopeampaa.

Teollisuusautomaatiossa käytettävien työkalujen suunnittelu on tärkeässä roolissa koko automaation toimivuuden kannalta. Automaatiossa käytettävät työkalut on oltava hyvin suunniteltu, jotta ne toimisivat mahdollisimman tehokkaasti tuotannossa. Huonosti suunnitellut työkalut voivat hidastaa automaatiota tai lisätä automaatiossa turhia katkoksia ja tämä vaikuttaa yritykseen negatiivisesti. (Insinööritoimisto. Comatec Oy. 2020.)

4.2 Prosessiautomaatio

Prosessiautomaatiota käytetään paljon monilla eri teollisuuden aloilla, esimerkiksi metsä- ja metalliteollisuudessa. Prosessiautomaation avulla mitataan prosessisuureita, esimerkiksi lämpöä, painetta ja erilaisia sähköisiä mittasuureita mittalaitteiden avulla. Saadut mittatiedot kerätään yhteen tai useaan prosessiasemaan. Anturitiedot ovat prosessiasemiin yhteydessä kenttäväylillä, jotka linkittyvät yhteen järjestelmäväylään.

4.3 Teollisuusrobotti

Robotti on teollisuudessa yleisesti käytettävä tietokoneohjattu kone, jolla pystytään tekemään monenlaisia asioita ohjelmoimalla robotti. Robotteja pystytään ohjelmoimaan etänä esimerkiksi teollisuudessa yleisesti käytettävällä RobotStudio-ohjelmistolla tai ohjelmoimalla robotin vierestä ohjelmointipaneelilla. Teollisuudessa robotteja käytetään yleisesti kappaleenvaihtajana työstökeskukselle, hitsauksessa, kokoonpanossa ja erilaisten kappaleiden siirtämiseen. Teollisuudessa yleisimmin käytettävät robotit ovat 5- ja 6- akselisia.



Kuva 5. Yleiskuva teollisuusrobotista (AVERTAS OY 2020.)

5 KEHITETTÄVÄT AUTOMAATIOSELUT

5.1 Liebherr LFS300

Liebherr LFS300 on vierintäpistokone (kuva 5). Liebherr merkkiset pistokoneet ovat teollisuudessa yleisesti käytettäviä koneita, koska ne ovat tunnettuja niiden laadusta, mittatarkkuuksista ja turvallisuudesta. Pistokoneen ohjauksena toimii Siemens. Pistokoneella pystytään valmistamaan pieniä ja suuria tuotantoeriä. Työstökeskuksella pystytään valmistamaan maksimissaan halkaisijaltaan 300mm kappaleita. Työstökeskuksen perus- ja tekniset tiedot liitteessä 1.



Kuva 6. Yleiskuva työstökeskuksesta

Vierintäpistokone

Vierintäpistokone on teollisuudessa yleisesti käytettävä työstökeskus, jolla valmistetaan erilaisia hammaspyöriä. Vierintäpistokoneella pystytään valmistamaan sisä- ja ulkopuolisia hammastuksia. Vierintäpistokonetta käytetään yleisesti kappaleisiin, joita ei ole mahdollista jyrsiä. Vierintäpistokoneella pystytään työstämään suorita, sekä vinoja hammastuksia.



Kuva 7. Yleiskuva LFS300 vierintäpistokone sisältä

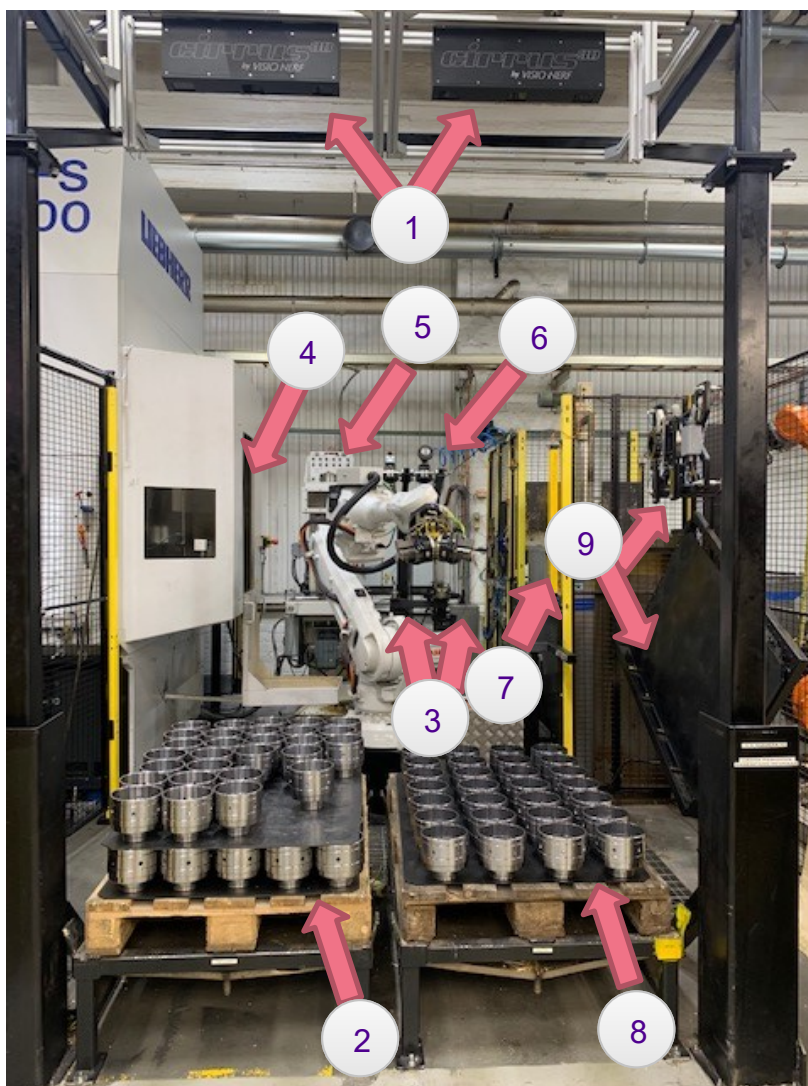
AGCO Powerilla LFS300 vierintäpistokoneella työstetään pääasiassa muutamaa erilaista kytkinkoteloja (kuva 6) ja monia erilaisia päävaihteistonpyöriä ja kytkinhammastuspyöriä. Pistokoneen automaattiosolussa on mahdollisuus ajaa läpivirtauksena pistettyjä kappaleita pesukoneen kautta seuraavalle työstökeskukselle. Läpivirtausominaisuutta käytetään pistettyihin kappaleisiin, joihin tarvitsee koneistaa toisella työstökeskuksella kytkinviiste. Kappaleiden sarjakoot vaihtelevat yleensä 200 - 500kpl välillä. Pistokonetta panostetaan automaation avulla ABB- merkkisellä robotilla koneen sivuosasta.



Kuva 8. Kytkinkotelon sorvattu aihio ja pistokoneistettu uritus

5.1.1 Automaatiosolu

Pistokoneen automaattiosolussa (kuva 7) on erilaisia oheislaitteita, joita käytetään hyödyksi koneen työstäessä kappaletta. ABB- merkinen robotti noutaa kame- ralla (1) kuvatun kappaleen ahiolavalta (2). Robotti vie kappaleen kääntöhaaru- kalle tai mekaaniselle paikoittimelle (3), jossa robotti käy korjaamassa otteen en- nen työstökeskukseen viemistä. Robotti panostaa aihion työstettäväksi pistoko- neeseen (4) työstökeskuksen sivuosasta. Koneistetun kappaleen robotti vie lin- golle (5), jossa kappaleesta poistetaan valuva öljy. Kytinkoteloista käydään pois- tamassa sisäuritukselta työstöstä jäänyt purse harjalla (6). Lopuksi robotti vie kappaleen pesukoneelle (7) ja pesun jälkeen jättölavalle (8), josta kappaleet kul- jetetaan seuraavalle vaiheelle. Välipahvitarttujalla (9) vaihdetaan kerrosten välille musta välimuovi ja välimuovi noudetaan telineestä välipahvitarttujalla (9).



Kuva 9. LFS300 automaattiosolu.

5.2 Liebherr LSE300

Liebherr LSE300 on vierintäpistokone (kuva 8), jossa on Siemensin ohjaus. Pistokone on tarkoitettu erilaisten kappaleiden hammastuksen valmistukseen. Pistokoneella pystyy valmistamaan pieniä ja suuria tuotantoeriä. Työstökeskuksella pystytään valmistamaan kappaleita, joissa ovat tarkat toleranssit ja maksimissaan halkaisijaltaan 300mm kappaleita. Työstökeskuksen perus- ja tekniset tiedot liitteessä 2.



Kuva 10. Yleiskuva työstökeskuksesta

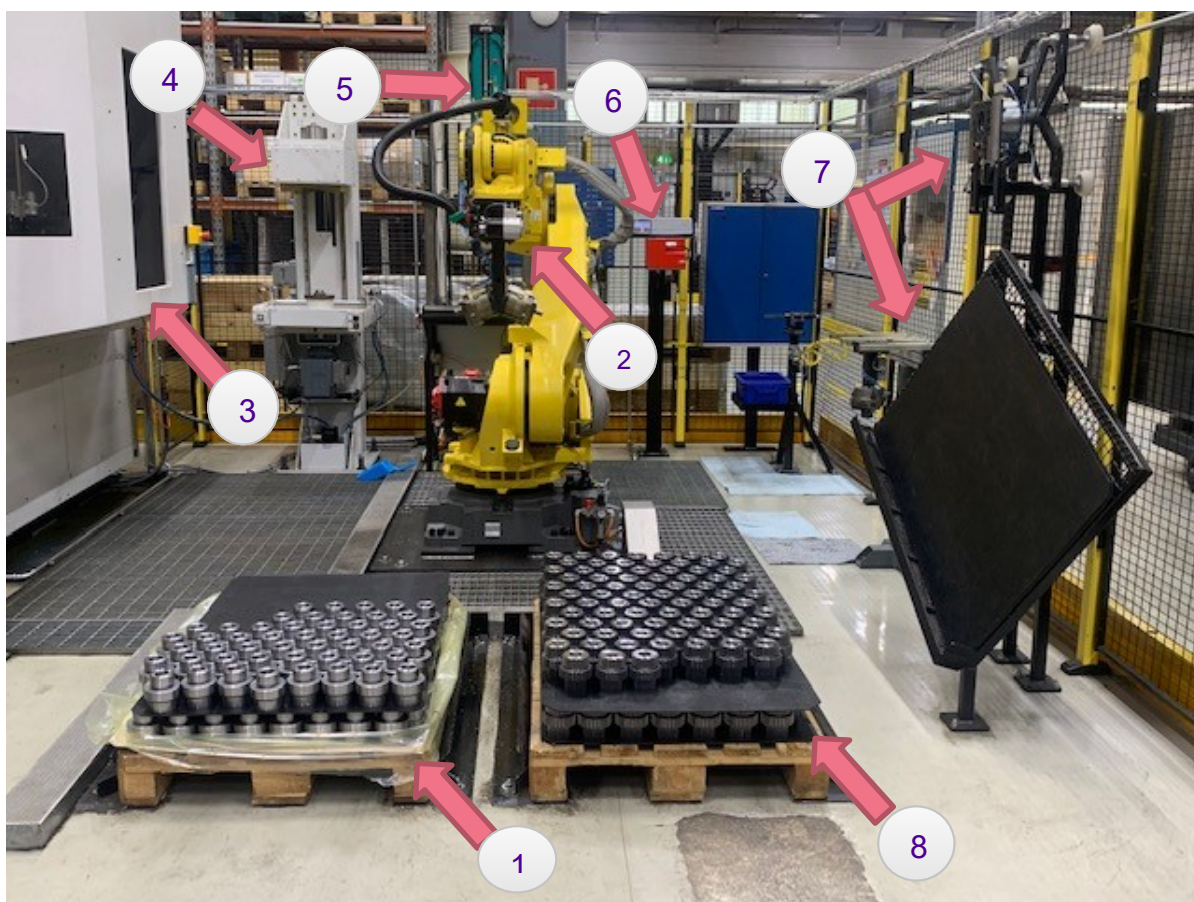
AGCO Powerilla työstökeskuksella työstetään pääasiassa muutamaa erilaista kolmoispyörää (kuva 9) ja kahta erilaista kytkinhammastuspyörää. Työstökuksesta panostetaan koneen sivuosasta automaation avulla FANUC- merkkisellä robotilla. Kappaleiden sarjakoot vaihtelevat 200 - 650 kpl välillä.



Kuva 11. Kolmoispyörän sorvattu aihio ja pistokoneistettu hammastus.

5.2.1 Automaatiosolu

Pistokoneen automaatiosolussa (kuva 10) on erilaisia oheislaitteita, joita käytetään hyödyksi koneen työstäessä kappaletta. FANUC-merkinen robotti noutaa kappaleet aihiolavalta (1) kuvaamalla ahiot robotin varressa sijaitsevalla kameralla (2). Robotti panostaa kappaleen koneeseen koneen sivuosasta (3). Työstetyn kappaleen robotti kuljettaa lingolle (4), jossa kappaleesta poistetaan valuva öljy. Merkkilaitteella (5) kolmoispyöriin merkataan yksi hammasaukko pisteillä, koska kappaleessa on yksi hammasaukko, joka on suorassa linjassa kaikkien hampaiden kanssa. Moottoria asentaessa tätä hammasaukkoa tarvitaan. Kirjoittimella (6) merkataan kappaleeseen kappaleen tavaratunnus ja tuotantoerä, jotta kappale ja tuotantoerä ovat jäljitettävissä tarpeen tullen myöhemmin. Välipahvitarttujalla (7) vaihdetaan kerrosten välille musta välimuovi ja välimuovi noudetaan telineestä (7). Pistokoneistettu valmis kappale tuodaan jättölavalle (8), josta kappale kuljetetaan seuraavalle koneelle.



Kuva 12. LSE300 automaatiosolu

5.3 Danobat LG-1000-B8

Danobat LG-1000-B8 on hiomakone (kuva 11). Hiomakone on tarkoitettu erilaisien akseleiden kaulojen hiontaan. Hiomakoneella viimeistellään akseleiden kauloja, joissa on tarkat toleranssit. Hiomakoneella pystytään koneistamaan kappaleita nopealla tahtiajalla. Hiomakoneella pystytään koneistamaan maksimissaan halkaisijaltaan 290mm kappaleita ja painoltaan 50Kg. Hiomakoneessa on Siemensin ohjaus. Työstökeskuksen perus- ja tekniset tiedot liitteessä 3.



Kuva 13. Yleiskuva työstökeskuksesta

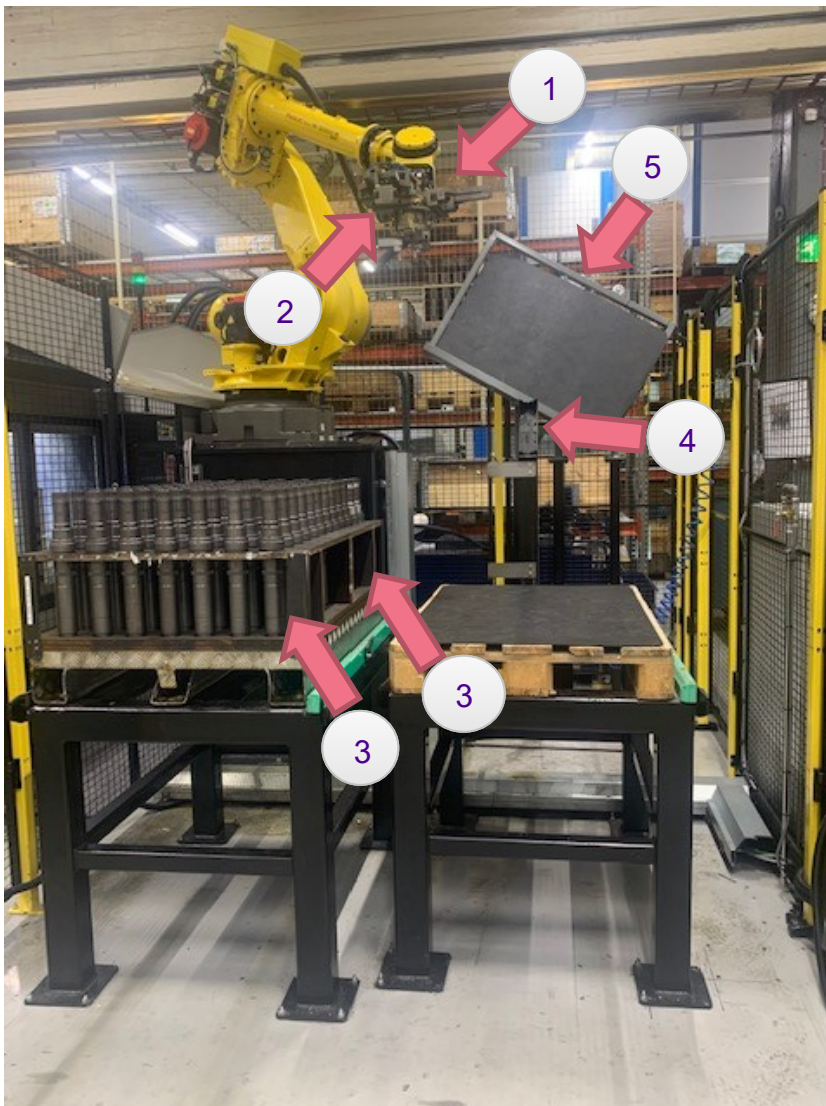
AGCO Powerilla hiomakoneella koneistetaan monia erilaisia akseleita (kuva 12) ja yhdestä akselistä koneistetaan yleensä useita eri kohtia. Työstökeskusta ponnostetaan FANUC- merkkisellä robotilla työstökeskuksen katolta. Sarjakoot kyseisellä koneella yleisesti ovat 300-800kpl välillä.



Kuva 14. Lämpökäsitelty akseli ja hiottu akseli.

5.3.1 Automaatiosolu

Hiomakoneen automaatiosolussa (kuva 13) ei juurikaan ole erilaisia oheislaitteita, koska työstöaika hiomakoneella on niin paljon nopeampi, kuin esimerkiksi pistokoneilla. Automaatiosolussa kappaleita vaihdellaan FANUC- merkkisellä robotilla. Robotissa on kolme tarttujaa (1), kaksi pihtitarttujaa ja yksi kolmileukapakka, joissa tapit. Robotin käsivarressa on kamera (2), jolla robotti kuvaa kappaleet paletilta. Robotti noutaa ja jättää kappaleet samalle paletille (3). Robottisolussa on kääntöasema (4), jossa robotti pystyy kääntämään kappaleen ja korjaamaan otteen. Lisäksi kääntöaseman alapuolella on puhalluspillit, jossa kappale käydään puhaltamassa ennen koneeseen viemistä. Robottisolussa on välipahviteline (5), jota käytetään kappaleilla, jotka pysyvät eurolavalla pystyssä ja eivät tarvitse kappalekohtaista palettia.



Kuva 15. Danobat LG-1000-B8 automaatiosolu

6 MIEHITTÄMÄTÖN AJO

Maailmassa käytetään tällä hetkellä paljon miehittämätöntä ajoa tehtaissa. Miehittämätöntä ajoa käytetään paljon Saksassa autoteollisuudessa automaatiolinjoilla kokoonpanotöissä ja Kiinassa elektroniikkakokoonpanoon. Työntekijät valvovat pääasiassa prosessia ja laitteiden toimintaa tietokoneen näytöiltä. Yritykset kehittävät miehittämätöntä ajoa parantaakseen kilpailukykyä ja tuottavuutta. Valmistamalla kappaleita miehittämättömästi robottien avulla, yrityksen kappaleiden virheellisyysprosentti laskee, koska robotit pystyvät valmistamaan tasaisia ja muuttumattomia liikkeitä.

Miehittämätön tehdas soveltuu yrityksiin, joissa automaatiolosuissa tai linjoilla tehdään suuria tuotantoeriä tai yhdellä automaatiolosulla tai automaatiolinjalla valmistetaan yhtä tiettyä nimikettä tai kokoonpannaan tiettyä kappaletta tiettyyn paikkaan. Miehittämätön tehdas soveltuu myös parhaiten kokoonpanolinjoihin, koska kokoonpanolinjoissa robotin toistuvuus pysyy aina vakiona, kunhan materiaalia on varastossa tarpeeksi tehtäväksi. Konepajatuotannossa, jossa valmistetaan kappaleita lastuavalla menetelmällä, olisi haasteellista toteuttaa täysin toimiva miehittämätön tehdas. Lastuavassa menetelmässä työkaluja tarvitsee huoltaa liian usein toimiakseen täysin miehittämättömänä tehtaana.

Miehittämätön tehdas

Esimerkkinä vuonna 2015 Etelä-Kiinassa Dongguanin kaupungissa sijaitseva tehdas. Tehtaassa kaikki prosessin valmistaminen hoidettiin robottien avulla. Tehtaassa kaikkia prosesseja ohjaavat tietokoneohjatut robotit, atk-numeeriset ohjauslaitteet, miehittämättömät kuljetusautot ja automatisoidut varastolaitteet. Tehtaassa valmistetaan matkapuhelimien moduuleja. Robotit hoitavat tehtaan prosessia läpi vuorokauden. Tehtaassa on 10 tuotantolinjaa, jotka toimivat automaattisilla hihnoilla ja yhdellä linjalla toimii 3 työntekijää. Työntekijät vastaavat ainoastaan linjojen tarkastamisesta ja valvonnasta (The Economic Times. 2015).

Hyödyt ja saavutukset

Dongguanissa sijaitsevassa tehtaassa saavutettiin miehittämättömällä ajolla suuret parannukset yrityksessä. Yrityksessä ennen miehittämätöntä ajoa työskenteli 650 työntekijää. Miehittämättömän ajon ansiosta yrityksessä pystyttiin tiputtamaan työntekijöiden määrä 60 työntekijään (The Economic Times. 2015).

Lisäksi yrityksen virheellisten kappaleiden määrä pienentyi huomattavasti tehtaassa miehittämättömän ajon myötä. Yrityksen virheiden määrä ennen miehittämätöntä ajoa oli yli 25 prosenttia ja miehittämättömän ajon saapuessa tehtaaseen virheiden määrä tippui alle 5 prosenttiin. Yrityksen tulokset myös paranivat miehittämättömän ajon ansiosta merkittävän paljon. Ennen miehittämätöntä ajoa tuotantokapasiteetti työntekijää kohden oli 8000 kappaletta kuukaudessa. Miehittämättömän ajon jälkeen yrityksen tuotantokapasiteetti työntekijää kohden nousi 21 000 kappaleeseen kuukautta kohti. Miehittämätön ajo toi yritykseen 162,5 prosentin kasvun tuotantokapasiteettiin (The Economic Times. 2015).

Tulevaisuudessa

Tulevaisuudessa yritys tiputtaa vieläkin työntekijöiden määrää 60 henkilöstä aluksi 20 henkilöön ja loppujen lopuksi 0 työntekijään. Yrityksen tavoitteena on saada nostettua robottien määrä kahdessa vuodessa 1000:n kappaleeseen, kun tällä hetkellä yrityksessä toimii 60 robottia. (The Economic Times. 2015).

7 MIEHITTÄMÄTÖN AJO AGCO POWERILLA

Miehittämättömällä ajolla tarkoitetaan työstämistä automaatiokoneella ilman koneen käyttäjää. Miehittämättömän ajon käyttäminen koneistustehtaassa AGCO Powerilla on lisääntynyt paljon. Miehittämätöntä ajoa yritetään koko ajan kehittää paremmaksi, jotta sitä pystyttäisiin hyödyntämään enemmän tuotannossa. Miehittämättömällä ajolla saadaan nostettua yrityksen kustannustehokkuutta ja tuotavuutta. Onnistuneella ja hyvin suunnitellulla automaatioosolulla pystytään miehittämättömän ajon avulla nostamaan yrityksen tuloksia.

Miehittämättömässä ajossa on riskit, koska koneella ei ole käyttäjää valvomassa prosessia. Käyttämällä miehittämätöntä ajoa yritys tiedostaa riskit. AGCO Powerin yleisimpiä miehittämättömän ajon riskejä ovat terän hajoaminen tai lastujen pääsy kiinnittimeen, joka aiheuttaa mittavirhettä. Mittavirhettä kappaleessa tai työstäminen hajonneella terällä tekee kappaleista romuja. Nykyaikaisissa työstökeskuksissa on jokaisella terällä anturi, joka seuraa terän kuormitusta. Työstettäessä hajonneella terällä anturiin kohdistuu suurempi kuormitus, jonka vuoksi työstökeskus pysähtyy. Kiinnittimeen jääneistä lastuista yleisimmät syyt ovat kiinnittimen magnetisoituminen, huuhtelut kiinnittimelle asetettu epätarkasti tai liian alhainen öljyn määrä työstökeskuksessa. AGCO Powerilla nämä kyseiset kohdat katsotaan tarkasti ennen kuin työstökeskus jätetään miehittämättömälle ajolle.

8 MIEHITTÄMÄTTÖMÄN AJON LÄHTÖTILANNE JA KEHITYKSET

8.1 LFS300 Pistokone

Lähtötilanne

Lähtötilanteessa LFS300 automaatiolosussa miehittämätön ajo oli jo käytössä. Automaatiolosu jätettiin viikonloppua vasten miehittämättömälle ajolle ja solu valmisteltiin mahdollisimman hyvin. Kappale käytettiin mittakoneella ennen lähtöä töistä, jotta pystyttiin varmistamaan kappaleen laatu hyväksi. Seuranta koneen miehittämättömästä ajosta ei ollut. Miehittämätön ajo toimi solussa kohtalaisesti.

Kehitykset

LFS300 pistokoneella aloitettiin kehittämään automaatiolosua, luomalla koneen käyttäjille taulukko, johon kirjattiin ylös koneen häiriöiden ja pysähdyksien syyt. Viikkojen seuraamisen jälkeen huomattiin, että monet pysähdyksen syyt automaatiolosussa johtuivat robotista johtuvista häiriöistä tai kameralta tulleista kuvausvirheistä. Robottiasiantuntijan kanssa käytiin läpi häiriöiden syyt ja robottiasiantuntija korjasi robottien ohjelmat ohjelmoimalla häiriöpaikat uudelleen nimike kerrallaan. Korjattavat kameraohjelmat käytiin nimikekohtaisesti läpi ja ohjelmoitiin uudelleen.

Pistokoneella pistetään paljon kytkinkoteloita ja suurin ongelma kytkinkoteloissa on teränkesto. Kytkinkoteloiden terille testattiin erilaisia pinnoitteita ja lopuksi löytyi pinnoite, jonka ansiosta pystyttiin kasvattamaan teränkestoa yli 13 prosenttia. Teränkeston parantaminen 13 prosentilla saadaan miehittämätöntä ajoa myös parhaimmassa tapauksessa parannettua 13 prosenttia.

Kytkinpyörien prosessia kehitettiin, kun huomattiin työstökeskuksen odottavan robottia. Työstökeskus odotti robottia muutaman sekunnin kappaleelta, mutta robotin vaihdettaessa välipahvia työstökeskus odotti robottia kymmeniä sekunteja. Pistokoneeseen vaihdettiin konenäköjärjestelmä vuosi takaperin. Robottiasiantuntija tutki kameraohjelmia ja löysi sieltä virheen, jonka takia kappaleiden kuvaus uudella konenäköjärjestelmällä kesti kauan. Kameraohjelmissa oli asetus, joka etsii

useaa kappaletta saman aikaisesti, jonka takia kuvaaminen kesti kauan. Robot-tiasiantuntija muutti tämän asetuksen ja kuvaaminen nopeutui. Lisäksi huomattiin kappaleiden olevan lingolla kauan. Linkoamisen aikaa tiputettiin 50 prosenttia. Näiden kahden kehityksen ansioista työstökeskus ei joudu odottamaan robottia, vaikka robotti joutuisi vaihtamaan välipahveja useasti.

Kytkinpyörillä oli kameraohjelmissa paljon ongelmia. Robottiasiantuntija on käy-nyt useaan otteeseen korjaamassa kameraohjelmia kytkinpyöriin osalta. Kytkin-pyörien ongelma on, se että kappaleet ovat niin kiiltäviä. Kamera saa kiiltävistä kappaleista häiriöitä. Tällä hetkellä kytkinpyörät menevät pistokoneella hyvin.

Seuraamalla miehittämätöntä ajoa huomattiin, että koneella harvoin päästiin maksimaaliseen hyötyyn, kun käytettiin miehittämätöntä ajoa. Toteutuneiden ke-hitysten myötä automaattiosolussa päästiin useaan kertaan miehittämättömän ajon maksimaalisen hyötyyn. Miehittämättömän ajon seuranta ja kehittäminen jatkuu tulevaisuudessakin.

8.2 LSE300 Pistokone

Lähtötilanne

Lähtötilanteessa pistokone jätettiin miehittämättömälle ajolle, jos työntekijä oli esimerkiksi sairastunut yövuorossa tai jostain muusta syystä solussa oli tyhjä vuoro. Pistokonetta ei juurikaan valmisteltu vaan jätettiin kone käyntiin ja aa-mulla katsottiin, kuinka hyvin kone oli pyörinyt. Minkäänlaista seurantaa ei ollut koneen miehittämättömästä ajosta tai vaatimuksia, kuinka kauan koneen pitäisi pyöriä miehittämättömällä ajolla. Välillä konetta jätettiin viikonloppua vasten käyntiin, mutta ilman kunnollisia valmisteluja. Koneen käyttäjät tekevät 3-vuoro-työtä, joten kone pystytään jättämään miehittämättömälle ajolle viikonlopuksi tai mahdollisten sairastumisten/poissaolojen ajaksi. Kone jätettiin miehittämättö-mälle ajolle vain, kun siitä erikseen käytiin koneen käyttäjille sanomassa.

Kehitykset

LSE300 pistokoneella aloitettiin kehittämään automaatiolosua luomalla koneen käyttäjille taulukko, johon kirjattiin ylös koneen häiriöiden ja pysähdyksien syyt. Muutaman viikon seurannan jälkeen huomattiin, että prosessin toimivuus kokonaisuudessa koneella on kiitettävällä tasolla. Automaatiolosu pyöri mittavälistä mittaväliin pysähtymättä lähes joka kerta. Robottisolu kokonaisuudessaan ja kameraohjelmat oli saatu kyseisellä koneella kiitettävälle tasolle.

Miehittämättömän ajon suurin ongelma oli esivalmistelut koneella. Perjantaina iltavuorolaisen lähdettyä töistä automaatiolosu jätettiin käyntiin ilman suurempia valmisteluja ja laskureiden nollaamista. Koneella otettiin käytäntö, että ennen perjantain iltavuoron loppua käytetään ajossa oleva kappale mittauksessa mittakoneella ja nollataan mittaväilaskuri robotista. Tällä pienellä muutoksella saatiin keskimäärin 10 - 20 prosentin parannus miehittämättömään ajoon.

Usean viikon seuraamisen jälkeen huomattiin, että koneella pystytään ajamaan maksimaalinen miehittämätön ajo lähes joka viikko. Mietittiin, miten pystyttäisiin vielä parantamaan ajoa. Kokeiltiin ottaa riski mittavälin nostamisella, koska todettiin työstökeskuksen pystyvän tasaiseen laatuun ja useiden viikkojen miehittämättömän ajon aikana työstökeskuksen laatu pysyi muuttumattomana. Mittaväliä nostettiin reilu 30 prosenttia ja huomattiin muutamien viikkojen kokeilujen jälkeen koneen pystyvän työstämään miehittämättömällä ajolla 30 prosenttia enemmän kappaleita. Työstökeskuksen suorituskyky on hyvällä tasolla.

8.3 Danobat LG-1000-B8 hiomakone

Lähtötilanne

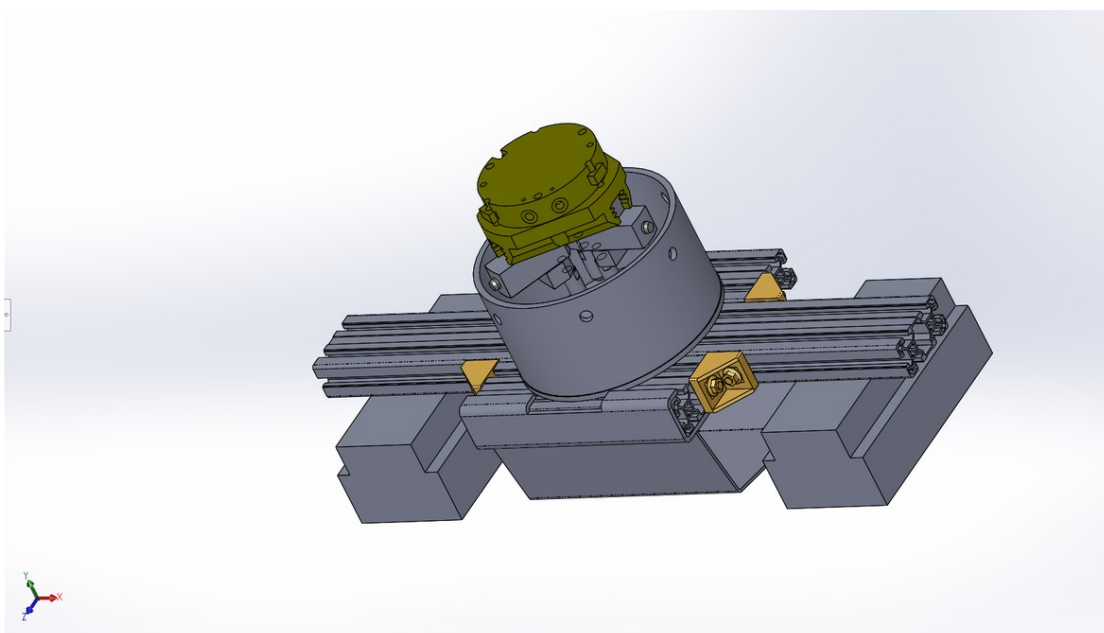
Lähtötilanteessa hiomakone jätettiin miehittämättömälle ajolle satunnaisesti. Koneella ei ollut minkäänlaista seuranta-ajoa miehittämättömästä ajosta. Solussa tehdään 2-vuorotyötä ja kone jätettiin miehittämättömälle ajolle vain, jos siitä käytiin erikseen mainitsemassa koneen käyttäjälle. Hiomakonetta ei valmisteltu juurikaan ennen kotiin lähtemistä.

Kehitykset

Danobat LG-1000-B8 hiomakoneelle aloitettiin kehitystyöt luomalla koneelle seuranta-aulukko, johon kirjataan automaattiosolun pysähdyksien ja häiriöiden syyt. Viikkojen seurannan jälkeen huomattiin robottisolun olleen suurin ongelma miehittämättömässä ajossa, koska 97 % pysähdyksien syistä johtui robottiin liittyvistä asioista. Robottisolun suunnittelussa oli käynyt muutama virhe, jotka haittaavat miehittämättömää ajoa paljon.

Danobat hiomakoneella huomattiin välipahvitarttujan olleen suurin ongelma miehittämättömässä ajossa. Kappaleet, joita ajettiin eurolavoilla, eikä omilla paletillaan ei pystytty jättämään miehittämättömälle ajolle, kuin hetkeksi. Eurolavoilla ajettavilla kappaleilla huomattiin välipahvitarttujan ongelmat pahvin haussa ja viennissä. Ongelmana oli välipahvitarttujan telineen ja paineilmaletkun sijainti jättölavan vieressä. Välipahvitarttujan viedessä välipahvia jättölavalle saattoi paineilmaletku jäädä välipahvin alle ja tiputtaa valmiita kappaleita maahan. Tämän takia hiomakoneella ei pystytty ajamaan miehittämättömää ajoa, kuin yksi kerros. Välipahvitarttujan telineelle ja paineilmaletkulle on suunniteltu uusi paikka. Uusi suunniteltu paikka on kauempana paleteista ja korkeammalla. Välipahvitarttujan telineen ja paineilmaletkun siirto toteutetaan välipahvitarttujan kiinnittimen vaihdon yhteydessä tulevaisuudessa.

Toinen suuri ongelma, oli itse välipahvitarttuja. Robotin tarttujanleuoissa on kolot, joihin robotti noutaa välipahvitarttujan (Kuva 17). Robotin leuat ovat liian pehmeää materiaalia, koska ajan myötä leuoissa olevat kolot ovat suurentuneet paljon ja välipahvitarttuja pääsee heilumaan robotin leuoissa liikaa. Lisäksi välipahvitarttujan kiinnitin, josta robotti ottaa kiinni, on liian hentoinen. Tarttujan kiinnittimen pään hitsaus on murtunut useaan kertaan. Suunniteltiin kaksi erilaista kehitystä. Ensimmäinen kehityssuunnitelman idea oli, että tilattaisiin robottiin uudet leuat ja välipahvitarttujan kiinnitin ja pintakäsiteltäisiin nämä kovaksi, kun tällä hetkellä ne ovat pehmeitä. Pintakäsitellyissä robotin tarttujissa kiinnittimelle tehdyt kolot eivät pääse kulumaan suuremmiksi. Toinen suunnitelma oli suunnitella täysin uusi välipahvitarttujan kiinnitin ja robotin leuat. Robotin leukojen päähän tehtäisiin tapit, joilla välipahvitarttuja noudettaisiin telineestä. Välipahvikiinnittimen ensimmäinen versio (Kuva 16) saatiin suunniteltua. Päädyttiin ensiksi kokeilemaan vaihtoehtoa yksi, jossa robottien leuat ja välipahvitarttujan kiinnitin pintakäsiteltäisiin kovaksi. Päädytään vaihtoehtoon kaksi, jos vaihtoehdossa yksi ilmenee ongelmia toimivuuden kanssa. Valitettavasti kumpaakaan vaihtoehtoa emme päässeet kokeilemaan käytännössä, koska emme saaneet opinnäytetyön aikana alihankinnasta leukoja ja kiinnintä.



Kuva 16. Ensimmäinen versio uudesta välipahvikiinnittimestä ja leuoista.



Kuva 17. Välipahvitarttujan kiinnitin ja robotin leuat.

Lisäksi hiomakoneella on yksi kehitettävä kohde, joka vaikuttaa miehittämättömän ajon valmiuteen ajaa mahdollisimman pitkään. Kappaleita, joita ajetaan kappalekohtaisilla paleteilla ei olla ohjelmoitu, kuin yhden paletin käyttö. Mahdollisuus on ajaa kahdella paletilla. Robottiasiantuntijan kanssa käyty läpi asia toisen paletin käyttöönotosta, mutta robottiasiantuntijan kiireellisyyksien vuoksi toisen paletin käyttöönottoa ei pystytty toteuttamaan heti. Toteutetaan heti, kun robottiasiantuntijalta löytyy aikaa toteuttaa toisen paletin käyttöönotto.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön aihe oli haastava, koska kehitettävät automaatiolosut ovat olleet tuotannon käytössä jo vuosia. Kehitettäviä automaatiolosuja oltiin vuosien varrella kehitetty koko ajan paremmaksi ja toimivammaksi ja jos soluista oltiin löydetty kehitettäviä asioita ne oltiin pääosin toteutettu.

Kahdella pistokoneella saatiin toteutettua hyvin suunnitellut kehitykset, koska ne pystyttiin toteuttamaan lyhyellä aikavälillä ja päästiin samalla työn aikana toteamaan toteutuneet kehitykset onnistuneeksi.

Hiomakoneelle ei valitettavasti ehditty saamaan alihankinnasta välipahvitarttujan kiinnitintä ja leukoja opinnäytetyön aikana, joten kiinnittimen toimivuutta käytännössä ei päästy testaamaan. Välipahvitarttujan telineen siirto toiseen paikkaan ja paineilmaletkun sijoitus toiseen kohtaan toteutetaan, kun välipahvitarttujan kiinnitin ja leuat saapuvat. Hiomakoneen toisen paletin käyttöönotto toteutetaan heti, kun robottiasiantuntijan aikataulut antavat myöden.

Automaatiolosujen kehittäminen ja hiominen oikein hyväksi on aikaa vaativaa, koska automaatiolosuilla ajetaan useaa eri nimikettä ja kappaletta. Yleensä yhtä samaa nimikettä ajetaan muutamista tunneista muutamiin päiviin. Asetuksien purkamisen yhteydessä soluun tulee aina muuttujia ja tämän takia edellinen sarja koneella on voinut mennä häiriöittä, mutta seuraavassa sarjassa ilmeneekin joitain ongelmia ja häiriöitä.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen. Sovitut tavoitteet saavutettiin ja saatiin miehittämätöntä ajoa kehitettyä kaikissa kolmessa automaatiolosussa paremmaksi. Lisäksi opinnäytetyön aikana miehittämätöntä ajoa AGCO Powerilla saatiin parannettua kyseisillä automaatiolosuilla ja tuotannossa miehittämättömästä ajosta on tullut toimintatapa kyseisillä automaatiokoneilla.

LÄHTEET

AGCO Power Oy. Historia. Luettu 30.5.2020.

<https://www.agcopower.com/fi/yritys/historia/>

AGCO Power Oy. Tuotteet. Hammaspyörät. Luettu 4.6.2020

<https://www.agcopower.com/fi/tuotteet/hammaspyorat-ja-vaihteistot/>

LIBHERR LSE300. 2014.tekninen dokumentointi. Käyttöohjekirja.Tekniset tiedot. Luettu 8.6.2020

LIBHERR LFS300. 2011.tekninen dokumentointi. Käyttöohjekirja.Tekniset tiedot. Luettu 9.6.2020

DANOBAT LG-1000-B8. 2018. toimintakuvauskäsikirja. tekniset tiedot. Luettu 10.6.2020

Insinööritoimisto Comatec Oy. Luettu 12.6.2020

<https://www.comatec.fi/toimialat/teollisuusautomaatio-ja-robotiikka/>

Avertas Robotics OY. ABB-robotit. Luettu 18.7.2020

<https://robotiikkapalvelut.avertas.fi/abb-robotit.html>

The Economic Times. Kiina perustaa ensimmäisen miehittämättömän tehtaan. 2015. Luettu 27.8.2020

<https://economictimes.indiatimes.com/news/international/business/china-sets-up-first-unmanned-factory-all-processes-are-operated-by-robots/articleshw/48238331.cms>

LIITTEET

Liite 1. LIEBHERR LFS300 tekniset tiedot

Luku 2

Tekniset tiedot

2.0 Koneen tekniset tiedot

2-0 Koneen tekniset tiedot

Perusasetukset

Liitäntäjännite	Jännite:	400 V +/-10 %
	Taajuus:	50 Hz +/- 2%
	Verkko:	TN-C
	Jännitteenmuunnin:	Ilman muunninta
Työstö	Työstölaji:	Märkä
	Materiaali:	Magneettinen
Äänitaso	Maks. äänitaso (Leq) käyttöpaikalla:	78 dB(A)
Ympäristön lämpötila	Lämpötila-alue:	15 - 38 °C
Paineilman syöttö	Käyttöpaine:	6 bar
Koneen jäähdytys	Jäähdytystapa:	Koneen oma
Ohjaus- ja käyttötekniikka	Valmistaja/Tyyppi:	Siemens 840D pl

Tekniset tiedot

Vierintäpistokone LFS 300	Maks. akselietäisyys:	-35 ... 450 mm
	Paino varustuksesta riippuen, noin:	17000 kg
	Maks. radiaalinopeus:	3750 mm/min
	Työkappaleen maks. halkaisija:	300 mm
Konealusta	Jäähdytysaineen määrä konealustassa, noin:	900 l
	Maks. pyörimisnopeus:	30 1/min
Konepöytä	Maks. pöydän kuormitus:	16.5 kN
	Pöytälevyn halkaisija:	320 mm
Pöytälevy	Kääntökulma:	-1 ° ... +12 °
Pylväänkääntöketikka	Säätöalue:	+/- 25 mm
Pistokara-akselin sivusiirtymä	Iskuaseman ajoalue:	250 mm
Pistopään kelkka	Maks. ajonopeus:	1800 mm/min
	Akseleiden kulmasäätö:	+/- 0,5°
Pistopää	Käyttöteho:	22 kW
	Maks. pistokaran pyörimisnopeus:	30 1/min
	maks. iskunpituus:	100 mm
	Maks. iskukulku:	1200 DH/min
	Maks. moduuli:	6 mm
	Pistokaran halkaisija:	90 mm
	Käyttöliittymätyyppi:	SK 40
Tukipylväs	Aksiaalimatka:	540 mm
	Tukipylvään maks. nopeus:	30000 mm/min
Rinnakkaistarttuja RL20	Tukipylvään maks. kiinnitysvoima:	13 kN
	Maks. työkappalepaino muotosuikeisesti:	100 kg
	Maks. työkappalepaino voimasuikeisesti:	16 kg

LIBHERR LFS300. 2011.tekninen dokumentointi. Käyttöohjekirja. tekniset tiedot.

Tekniset tiedot

Luku 2

2.0 Koneen tekniset tiedot

Hydrauliikan pienkoneikko, valmistaja Flutec (7 l)	Maks. käyttöpaine:	70 bar
	Pumpun tuotto:	25 l/min
	Öljytyyppi:	HLP46
	Öljymäärä säiliössä, noin:	7 l
Hydrostaatiikan, kiertovoitelun lisälaite	Maks. käyttöpaine:	70 bar
	Pumpun tuotto:	25 l/min
	Öljytyyppi:	HLP46
	Öljymäärä säiliössä, noin:	116 l
Käyttövoitelu	Voiteluaine:	Öljy
	Öljytyyppi:	CGLP68
	Öljymäärä säiliössä, noin:	3 l
	Jäähdytysjärjestelmä, jäähdytysöljy	Väliaine:

Liite 2. LIEBHERR LSE300 tekniset tiedot

Luku 2

Tekniset tiedot

2.0 Koneen tekniset tiedot

2-0 Koneen tekniset tiedot

Perusasetukset

Liitäntäjännite	Jännite:	400 V +/- 10 %
	Taajuus:	50 Hz +/- 2%
	Verkko:	TN-C
Työstö	Jännitteenmuunnin:	Ilman muunninta
	Työstölaji:	Märkä
	Materiaali:	Magneettinen
Äänitaso	Maks. äänitaso (Leq) käyttöpaikalla:	78 dB(A)
Ympäristön lämpötila	Lämpötila-alue:	15 - 40 °C
Paineilman syöttö	Käyttöpaine:	6 bar
Koneen jäähdytys	Jäähdytystapa:	Koneen oma
Ohjaus- ja käyttötekniikka	Valmistaja/Tyyppi:	Siemens 840D sl

Tekniset tiedot

Vierintäpistokone LSE 300	alusta:	alusta 2
	Min. akselietäisyys:	-35 mm
	Maks. akselietäisyys:	450 mm
	Maks. radiaalinopeus:	3750 mm/min
	Työkappaleen maks. halkaisija:	300 mm
	Paino varustuksesta riippuen, noin:	20000 kg
	Jäähdytysaineen määrä konealustassa, noin:	700 l
Konealusta	Maks. pyörimisnopeus:	80 1/min
Konepöytä	Maks. pöydän kuormitus:	16.5 kN
Pöytälevy	Pöytälevyn halkaisija:	320 mm
Pyiväänkääntökelkka	max. Kääntökulma:	-1 ° .. +12 °
Pistokara-akselin sivusiirtymä	Säätöalue:	+/- 25 mm
Pistopään kelkka	Iskuaseman ajoalue:	300 mm
Pistopää	Maks. ajonopeus:	1800 mm/min
	Akseleiden kulmasäätö:	+/- 0,4 °
	Käyttöteho:	54.5 kW
	Maks. pistokaran pyörimisnopeus:	250 1/min
	maks. iskunpituus:	240 mm
	Maks. iskuluku:	1000 DH/min
	Maks. moduuli:	12 mm
	Maks. vinouskulma:	45 °
	Pistokaran halkaisija:	120 mm
	Käyttöliittymätyyppi:	SK 45

Tekniset tiedot

Luku 2

2.0 Koneen tekniset tiedot

Tukipylväs	Aksiaalimatka:	540 mm
	Tukipylvään maks. nopeus:	30000 mm/min
Rinnakkaistarttuja RL20:lle	Tukipylvään maks. kiinnitysvoima:	13 kN
	Maks. työkappalepaino muotosukeisesti:	100 kg
	Maks. työkappalepaino voimasukeisesti:	16 kg
	työkappaleen maks. pituus:	580 mm
Hydrauliikka Kleinaggregat, Fabr. Hydac (7 l)	Maks. käyttöpaine:	70 bar
	Pumpun tuotto:	25 l/min
	Öljytyyppi:	HLP46
	Öljymäärä säiliössä, noin:	7 l
Hydrostaatiikan, kiertovoitelun lisälaite	Maks. käyttöpaine:	70 bar
	Pumpun tuotto:	25 l/min
	Öljytyyppi:	HLP46
	Öljymäärä säiliössä, noin:	116 l
Käyttövoitelu	Voiteluaine:	Öljy
	Öljytyyppi:	CGLP68
	Öljymäärä säiliössä, noin:	3 l
	Välilaine:	Öljy
Jäähdytysjärjestelmä, jäähdytysöljy	Nimellisjäähdytysteho:	20 kW
Kühlaggregat		

Liite 3. DANOBAT LG-1000-B8 tekniset tiedot



4.- Kone

4.19. KONEEN LG TEKNISET TIEDOT

	Standardi	Yksikkö
YLEISTÄ		
Suurin hiontapituus	1.000	mm
Keskiökorkeus	150	mm
Keskiökorkeus lattiasta	1.200	mm
Suurin hiontahalkaisija	290	mm
Suurin työkappaleen paino kärkien välissä	50	kg
X-akseli		
Kokonaisliikematka	320	mm
Suurin ohjelmitava nopeus	15.000	mm/min
Pienin ohjelmitava nopeus	0,01	mm/min
Pienin ohjelmitava inkrementti (halkaisijalla)	0,001	mm
Nimellisvoima	1.225	N
Z- akseli		
Kokonaisliikematka	1.200	mm
Suurin ohjelmitava nopeus	15.000	mm/min
Pienin ohjelmitava nopeus	0,01	mm/min
Pienin ohjelmitava inkrementti (halkaisijalla)	0,001	mm
Nimellisvoima	1.225	N
LAIKKAPÄÄ B8 < KAKSI ULKOPUOLISTA HIOMALAIKKAA >		
Kiertokulma	+0 / -210 (- myötäpäivään, + vastapäivään)	Astetta
Laikan mitat	Ø500x38xØ203.4x30° Ø500x49xØ203.4x30°	mm
Lastuamisnopeus	60	m/s
Teho	25	kW
TYÖPÄÄ		
Karan nopeus	30+2.000	min ⁻¹
Keskiön kartio	5	Morse
Moottorin vääntömomentti	24	N.m
KÄRKIPYLKKÄ		
Suurin kartion korjaus	± 0.1	mm
Keskiön suurin isku	80	mm
Keskiön kartio	4	Morse
OIKAISULAITE		
Sijainti	Työpää	
MUOTOILULAITE TIMANTTIKIEKOLLA		
Sijainti	Takapylkän	
SEKALAISTA		

LG-1000-B8
100632

TOIMINTAKUVAUSKÄSIKIRJA

Sivu 237 :sta 239



		Standardi	Yksikkö
Numerinen ohjaus		SIEMENS 840D SL	
Paino		7.000	kg
Mitat (pituus x leveys x korkeus)		Katso pohjapiirustusta	mm
Tarvittava lattiapinta-ala (pituus x leveys) (Puhdistuslaitteisto ei ole mukana)		Katso pohjapiirustusta	mm
Kokonaisteho		Katso kaaviota	kW
Liitäntäjännite		Katso kaaviota	V
Käyttöjännite		Katso kaaviota	V
Voitelu	Säiliön tilavuus	Katso kaaviota	l
Jäähdytys	Virtaus	Katso kaaviota	l/min
	Paine	Katso kaaviota	bar
	Tilavuus	Katso kaaviota	l
Paineilma	Ilmankulutus	Katso kaaviota	m ³ /h
	Ilmanpaine	Katso kaaviota	bar