



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Robottisolun tuotantokapasiteetin kasvatus

Jere Niemelä

Opinnäytetyö

Toukokuu 2016

Kone- ja tuotantotekniikka

Modernit tuotantojärjestelmät



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantotekniikat

Niemelä Jere
Robottisolun tuotantokapasiteetin kasvatus

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 10 sivua
Toukokuu 2016

Tässä opinnäytetyössä on tutkittu keinoja vähentää häiriöitä robottituotantosolussa. Usein häiriön takia seisahduksissa oleva kone sitoo robotin käyttäjää muista tehtävistä sekä laskee tuotannon tehokkuutta. Työ suoritettiin vertailemalla eri menetelmiä, joista valittiin kannattavimmat ja toteutettavissa olevat ratkaisut jo olemassa olevan robottisolun toimintavarmuuden kasvattamiseksi. Rajoitteena työssä on ollut se, että Purso Oy:n tuotannollisia lukuja ei paljasteta tässä työssä tiukan kilpailutilanteen takia. Työ suoritettiin solua ja sen häiriötilanteita seuraamalla. Yleisimpien häiriötilojen syiden selvittyä etsittiin niille sopivia ratkaisuja. Vertailussa käytettiin karkeata arviota hankintojen kustannuksista ja hankinnoista saatavista hyödyistä.

Työ osoitti, että olemassa olevan järjestelmän muuttaminen kannattavasti on hankalaa. Jo hankitut laitteet ovat sitoneet pääomaa ja niiden hävittäminen ei ole kannattavaa. Laitteiston olemassaolo rajoittaa ongelman ratkaisua vaihtoehtojen määrää rajoittamalla. Lisäksi muutoksella saavutetun kapasiteetin kasvun pitäisi kattaa hankinnasta syntyneet kustannukset. Robottisolua tarkkailtaessa löydettiin kuitenkin muutamia yksinkertaisia ja edullisia tapoja pienentää häiriöitä sekä varmistaa ympärivuorokautista käyttöä. Kaikista yksinkertaisinta on ohjelmoida robottia aina selkeän systemaattisen vian löytyessä, joka on mahdollista poistaa robotin työstöraitoja muuttamalla. Lisäksi tässä työssä on esitelty suurempia hankintoja, siltä varalta, että solun kapasiteettia tarvitsee nostaa tulevaisuudessa huomattavasti tai saada siitä nykyistä automatisoidumpaa.

Tutkimuksen tulos oli, että yksinkertaiset ratkaisut ovat riittäviä. Ratkaisuiksi muodostuivat pikaliittimen kehittäminen robotin tarttujalle ja epätasaisen lattian pinnoittaminen, joilla päästään eroon useasta häiriötilanteesta. Lisäksi uusien robotinkäyttäjien koulutamisella saadaan varmistettua solun ympärivuorokautinen käyttö.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Option of Modern Production Systems

NIEMELÄ, JERE

Improving the Production Capacity of a Robotic Cell

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 10 pages
May 2016

The purpose of this thesis was to study ways to reduce faults in a robotic production cell. Often a jammed machine burdens the robot's users from other tasks at the plant and reduces production efficiency. The aims were to compare different methods and to find suitable and usable solutions to increase operational reliability of an already existing robotic production cell. This study's limitation was Purso's competition status which restricted the use of production values. The study was performed by observing the cell and its faults. After the most common faults had been sorted out, the search for solutions started. While comparing solutions, the complexity and rough estimates of the price of the purchase were taken into consideration. The decision of profitability was made with ratio of acquired benefits and the price of purchase.

It was concluded that it is challenging to change the already existing system while being profitable. The machines already purchased have tied up capital and the existence of those limits the finding of the solution that works with them. Another difficulty is that increased production profits should cover the expenses of the purchase. However, a couple of simple and cost-effective solutions to reduce faults and to ensure round the clock production were found while monitoring the production cell. The simplest solution was to reprogram the robot anytime a systematic fault is found if it is possible to remove by changing the toolpath of the robot. In addition, the more costly solution was introduced in this study in case production capacity needs to be greatly increased or the production is needed to become more automated.

At the end of this study the simple solutions ended up being sufficient. The solutions for reducing faults were quick coupler for a robot's grapples and recoating worn floors. To ensure round the clock production more robot operators should be trained.

Key words: robotcell, upgrade, production capacity, fault elimination

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	PURSO OY	6
3	AUTOMAATION KANNATTAVUUS	7
	3.1 Investointien kannattavuus ja takaisinmaksuaika	7
	3.2 Tuotannon automaatio	8
	3.3 Tuotantoaikojen koostumus	9
	3.4 Välivarastointi.....	9
4	ROBOTTISOLU	11
	4.1 Lavat	11
	4.2 Robotti	12
	4.3 Hiomakone.....	14
	4.4 Prässi.....	14
	4.5 Kierteytys.....	15
5	RATKAISUJA	17
	5.1 Robotin ympärivuorokautinen käyttö	17
	5.2 Kappaleiden syöttäminen robottisoluun	18
	5.2.1 Lattian pinnoitus	19
	5.2.2 Konenäkö	19
	5.2.3 Kappaleiden järjestelykone	20
	5.3 Tarttujan liittimien muutokset	22
	5.4 Ohjelmointi	23
	5.5 Prässiin viennin ongelmat	23
6	POHDINTA.....	25
	LÄHTEET.....	26
	LIITTEET	27
	Liite1 Häiriönpoisto-opas	27

1 JOHDANTO

Purso Oy valmistaa alumiinipursotteita sekä niiden koneistuksia ja kokoonpanoja. Tuotannossa on käytössä robottisolu, jonka tehtävänä on poistaa mittaan sahattujen pursotustuotteiden jäysteet, prässätä reikiä sekä porata kierteitä pursotteeseen. Soluun kuuluu kuusiakselinen Motoman-robotti, kaksi kääntöpöytää, kaksi hiomalaikkaa, prässä, kierrepora sekä lavalinjasto. Robotin toimintaan kuuluu työstettäväksi tulevien kappaleiden noutaminen linjastolla kulkevalta lavalta ja työstettyjen kappaleiden pinoaminen linjalla seuraavana olevalle lavalle. Robotin tehtävä on keventää ja helpottaa kokoonpanotuotteen valmistusta siirtämällä yksinkertainen ja toistava tehtävä pois työntekijöiden työkuormasta.

Robotti on kuitenkin melko usein häiriön takia pysähdyksissä, mikä kuormittaa robotin käytön osaavia henkilöitä ja vie heidän aikaansa tuotannon muista tehtävistä. Useat häiriöt estävät miehittämättömän ajon vuorokauden ympäri siten, että konetta ladattaisiin vain päivävuoron aikana. Vaikka robotti toimisikin häiriöttä, tuottaisi se kappaleita noin 5 tuntia ilman uusien kappaleiden syöttämistä. Työn tarkoituksena on vähentää häiriöseisauksia sekä tutkia millaisilla hankinnoilla, korjauksilla tai toimintatavoilla koneen tuottavuutta voitaisiin tarvittaessa parantaa kysynnän kasvaessa. Tavoitteena on myös vapauttaa robotin käyttäjiä muihin tehtäviin pienentämällä kappaleen vaihdon asetusaikaa ja vähentämällä häiriön poistoon kuluva-aikaa.

Tutkimustyötä toteutetaan seuraamalla ensin robotin toimintaa, häiriöiden tiheyttä ja tyyppiä. Valinnoissa otetaan huomioon, voidaanko kappaleita syöttää soluun eri tavoilla, jotka olisivat vähemmän häiriöherkkiä kannattavilla kustannuksilla. Hankinnoilla voitaisiin mahdollisesti päästä myös eroon tuotettavien kappaleiden käsin latomisesta, joka sitoo työntekijän aikaa. Tuotannon kapasiteetin kasvattamista varten tutkitaan myös millä keinoin robotin käyttöä saataisiin varmistettua ympärivuorokautisessa ajossa.

2 PURSO OY

Purso Oy on osa Purso Yhtiötä, joihin kuuluu lisäksi Linjapinta Oy, Fennosteel Oy, Purso-Tools Oy ja Veme Oy. Purso on tunnettu suomalainen perheyrittys, jolla on ollut toimintaa vuodesta 1959 alumiinin anodisoinnin muodossa. Myöhemmillä vuosikymmenillä toimintaa on laajennettu alumiinin pursotuslaitoksella vuonna 1972, alumiinin sulattolaitoksella 1980-luvulla, pulverimaalaamolla 1990-luvulla ja anodisointilaitoksella 2012. Pursotuslaitoksen yhteydessä sijaitsee pursotteiden koneistamo, anodisointilaitos sekä pakkaamo, jotka työllistävät 240 henkilöä. (Purson historia).

Purso Oy:n toiminta keskittyy alumiinipursotteiden tuottamiseen, raaka-aine alumiinin sulattamisesta pursottamiseen ja tarvittaviin koneistuksiin sekä pintakäsittelyihin. Yhtiön liikevaihto vuonna 2014 oli 73,5 miljoonaa euroa ja viennin osuus myynnistä oli 40%. Purso onkin rakentanut vahvan aseman monipuolisena, kansainvälisesti toimivana alumiiniasiantuntijana. (Purso yleisesite 2012).

3 AUTOMAATION KANNATTAVUUS

Automaatio tasaa valmistuksessa syntyvää hajontaa. Tällöin kaikki tuotteet ovat tasaisemmin samanlaisia. Ihminen valmistusprosessin osana on niin ikään kaksitahoinen. Mukautuvuus ja tarkkuus ovat etuina pienissä valmistus erissä, mutta toistuvassa vaihe-työssä väsyminen, tarkkaamattomuus ja turtuminen aiheuttavat yllättäviä, voimakkaita poikkeamia muuten tasaiseen tuotantolaatuun. (Lapinleimu, Kauppinen, Torvinen 1997, 40).

Purson robottisolussa tuotettavia kappaleita kulkee solun läpi työvuoron aikana tuhansia, jolloin turtuminen koituisi ongelmaksi tasalaatuisten tuotteiden varmistamisessa. Robotti kykenee tekemään tuotteita tasaisella tehokkuudella aina käynnissä ollessaan. Työntekijän turtuminen voi johtaa suuriinkin vaihteluihin, kun taas automaatio takaa systemaattisempia muutoksia, joita voidaan seurata ja korjata ennakoivasti.

Kannattavuus on tärkeä osa työsuoritusta ja hankintoja tutkitaan investointeina joiden hyödyt arvioidaan takaisinmaksuaika-periaatteella. Kannattavuuden lisäämiseen pyritään automatisoinnilla, varastoinnin pienentämisellä ja tuotantoaikojen koostumuksen tutkimisella.

3.1 Investointien kannattavuus ja takaisinmaksuaika

Investointi on pitkäaikainen sijoitus, josta odotetaan saatavan tuloja useampana tilikautena. Investoinnilla korvataan kulunut tai vanhentunut reaali-pääoma ja sillä pyritään pääasiallisesti tuottavuuden parantamiseen kustannusten säästön tai tuottojen lisäysten kautta. Laajennusinvestointi kattaa vanhan pääoman kulumisen ja lisääntyneen kapasiteetin esimerkiksi tehtaan laajennuksessa. (Taloussanomat, Taloussanakirja: Investointi).

Investoinnin takaisinmaksuajaksi kutsutaan sitä määrää vuosia, joiden kuluessa tulojen lisäyksellä tai menojen säästöillä investointi maksaa hankintamensa. Takaisinmaksuaikaa laskettaessa ei oteta huomioon jäännösarvoa eikä korkoa. (Tuomo Vierros, 2009).

Kaavassa 1 on kuvattuna takaisinmaksuajan koostumus yksinkertaisesti hankintahinnan ja investoinnin nettotulon osamääränä. Tässä Purson tapauksessa investoinnin nettotu-

loina voidaan pitää investoinnista johtuvaa tuotannon kasvua jo olemassa olevan tuotannon päälle, sekä vähenevää työntekijöiden säätöjen teko tarvetta ja häiriöidenpoisto käyntejä solussa. Olemassa olevaa tuotantoa ei voida laskea tässä tilanteessa takaisinmaksuaikaan mukaan, sillä jo olemassa olevalla laitteistolla on jo omat kannattavuuslunsa. Vähentyneen häiriönpoiston tarpeen hyöty sisältää työntekijöiden palkan häiriöidenpoiston ajalta sekä keskimääräisen tuoton muita tuottavia töitä tehdessä. Takaisinmaksuajan kaavan

$$\text{Takaisinmaksuaika} = \frac{\text{Hankintahinta}}{\text{Investoinnin nettotulot}} \quad (1)$$

hankintahintaan sisältyy koneen hankintahinta, asennus, ohjelmointi ja kalibrointi, sekä jo olemassa olevan solun mukauttaminen lisälaitteen toimintaan.

Toisaalta robottisolu on ollut käytössä jo useamman vuoden ja voidaan olettaa koneen jo maksaneen hankintahintaansa osittain takaisin. Tällöin takaisinmaksuaika voidaan laskea uudelleen jäljellä olevan velan ja tulevien hankintojen määrästä, sekä odotettavissa olevasta tuotosta.

3.2 Tuotannon automaatio

”Asetuksia voidaan automatisoida. Automatisoitu asetus on kylläkin jonkin verran manuaalista nopeampi, mutta kalliin laitteiston vuoksi ei aina kustannusoptimi.” (Lapinleimu ym. 1997, 61). Asetusten teon automatisointi olisi manuaalista vaihtoa jonkin verran nopeampi. Tässä tapauksessa automatisoinnin tärkeimpänä ominaisuutena saavutettaisiin miehittämättömän ajon ajaksi mahdollisuus tehdä erilaisia kappaleita peräkkäin. Kuitenkin Purson robottisolussa asetusten tekotarve on harvinainen, jota tarvitaan vain muutaman viikon tai kuukauden välein tuotannosta riippuen, ja se kestää vain noin puolitoista tuntia.

Purson tapauksessa kalliit automaattiset tarttujan vaihtajat voidaan laskea kannattamattomaksi valinnaksi poistoajan harvinaisuudesta ja lyhytkestoisuudesta johtuen. Vielä kalliimpi automaattisesti teriä vaihtava prässi voidaan sulkea ehdottomasti pois. Kannattavuutta heikentää entisestään lähes olematon tarve vaihtaa asetuksia usein tuotantoerien ollessa niin suuria, että kutakin tuotetta työstetään solussa useita viikkoja kerrallaan.

3.3 Tuotantoaikojen koostumus

Erän yhden työvaiheen työaika jakaantuu asetusajaan, kappaleajaan ja apuajaan. Lisäksi on häiriöaikaa. Häiriöt ovat aina ennakoimattomia, kuten sähkökatkoksia, kone-rikkoja tai lakkoja. (Lapinleimu ym. 1997, 49). Asetusajalla eli valmisteluajalla tarkoitetaan erilaisten tuotteiden välissä tuotantolaitteisiin tehtäviin muutoksiin kuluvaan aikaan, kuten kappaleiden kiinnittämistä ja irrottamista koneesta. Asetusaika on päätehtävän avustavaa aikaa, jolloin ei tuoteta lisäarvoa kappaleelle. Työssä onkin tarkoitus tarkastella asetusten tekoa ja pyrkiä lyhentämään sitä sekä pienentää virheiden mahdollisuutta. (Peltonen, 1998).

Pääaikana tapahtuu kappaleen arvoa kasvattava työ. Purson robottisolun tapauksessa jäysteenpoisto, prässäys ja kierteytys. Sivuaika vie robottisolussa suurimman osan ajasta. Se pitää sisällään siirtämisen, paikoitusliikkeet ja työkappaleen irroitus- ja siirrot pois työkoneelta. Apuaika tarkoittaa koneen huoltoon ja ylläpitoon kuluvaan aikaan (Lapinleimu ym. 1997, 49). Pursolla prässin teriä pitää vaihtaa vuositasolla, ja solun puhdistus, sekä voiteluainesäiliöiden täyttäminen hoidetaan päivittäin.

Kappaleaikaa ei päästä pienentämään ilman suuria kustannuksia, sillä kone toimii häiriöitä lukuunottamatta tarkkaan hiottuja työstöratoja pitkin. Koneen hankinta onkin perustunut sille, että kappaleaika saadaan kahdenkymmenen sekunnin paikkeille, jolloin on saavutettu riittävä kannattavuus.

3.4 Välivarastointi

”Kaikki varastot merkitsevät pääomakuluja ja epäkuranttiusriskiä. Varastoja ei siten saisi olla laisinkaan. Toisaalta täysin varastoton valmistus merkitsee tiukkatahtisuutta. Syntyvä jäykkyys vaikuttaa jopa kapasiteettiin koneiden rajoittaessa toistensa käyntiä. Tullaan siis johtopäätökseen, että välivarastot ovat välttämättömiä, mutta ne on pidettävä mahdollisimman pieninä.” (Lapinleimu ym. 1997, 101).

Purson toiminnan liittyessä tiiviisti pursottamiseen, on toiminta pakostikin hieman jäykkää. Tuotannon alkupäässä pursotustyön asetusaja halutaan pitää mahdollisimman

pienä, jolloin yksillä asetuksilla kannattaa pursottaa suhteellisen paljon tavaraa. Seuraavaan kyseisen kappaleen pursotusvuoroon voi mennä pitkiäkin aikoja tilauskannasta riippuen. Tällöin syntyy välivarastointitarvetta aluksi pitkinä profiileina, ja jalostuksen edetessä sahaukseen pieninä kappaleina. Erät ovat siis suuria, yhdellä kerralla pursotettujen kappaleiden ajamiseen prässisolun läpi voi mennä kuukausikin erästä ja solun toiminnasta riippuen.

4 ROBOTTISOLU

Purson robottisolu on suojahäkissä, jonka päädyistä syötetään jäysteen poistoon, präsäykseen ja kierteytykseen tulevia kappaleita erikoiskauluslavoilla. Kappaleiden syöttöasema kuljettimen päässä on kuvattuna kuvassa 1. Solussa valmistetaan kolme erilaista tuotetta, joista kahta pienempää voidaan tehdä samoilla asetuksilla, mutta kolmas isompi tuote vaatii oman asetuksensa. Muutokset, joita tarvitaan näiden kahden asetuksen välillä ovat tarttujan ja prässin terän vaihtaminen sekä hionnan säätäminen.



KUVA 1. Robottisolun lavojen syöttöasema (Kuva: Jere Niemelä 2016)

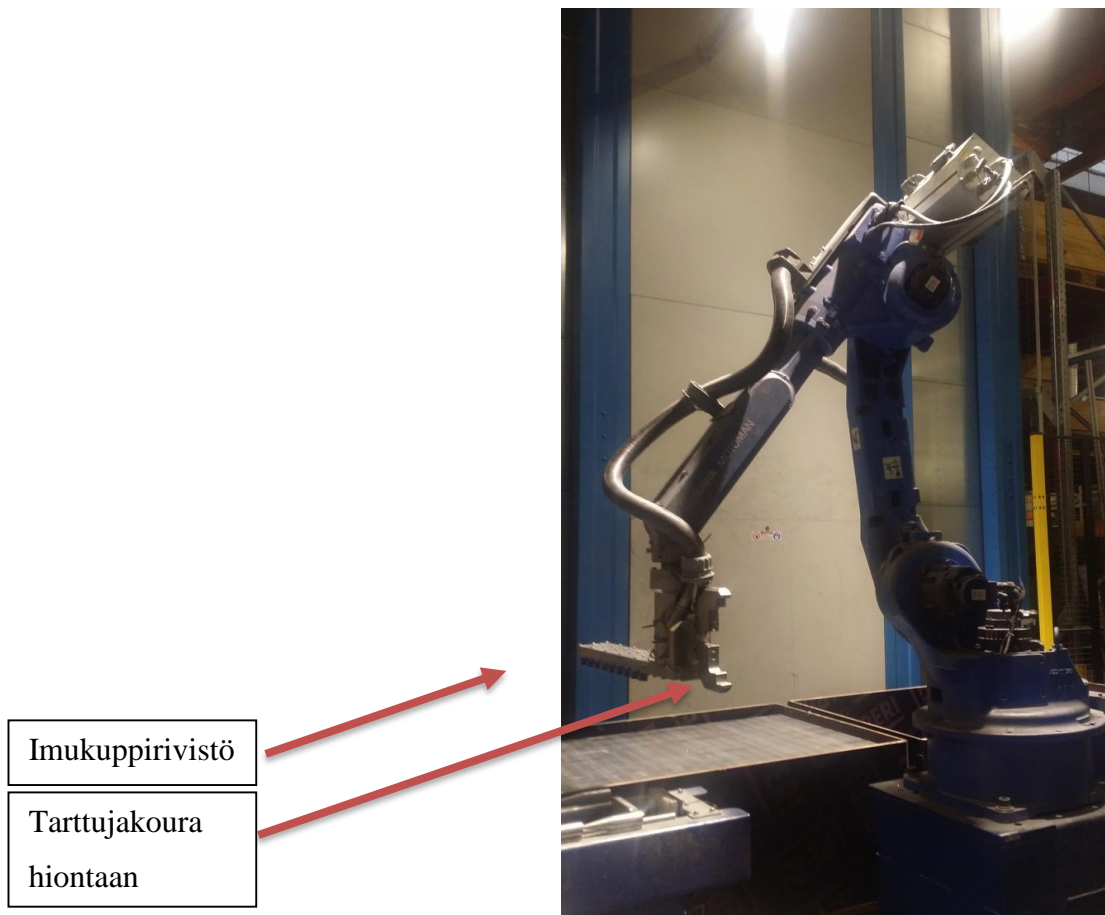
4.1 Lavat

Robottisoluun syötetään lavan mittatarkkuusvaatimuksien takia vain erikoisreunuksisia lavoja tai uusia ehjiä eurolavoja uusilla kauluksilla. Pienimmät kappaleet asetellaan tarkasti vanerireunuksisille lavoille, mutta suuremmille kappaleille riittää kauluslavan tarkkuus. Kappaleet tulevat soluun suoraan automaattiselta sahalta, joka leikkaa tarvittavan mittaisia pätkiä noin seitsemän metrisistä alumiinipursotteista. Sahan käyttäjä lataa kappaleet sovitulla tavalla lavalle, jotta robotti pystyy päättelemään kappaleiden sijainnin lavalla mitaten etäisyysanturilla pelkästään lavan sijainnin kuljettimella. Näille lavoille on pieni välivarasto, josta lavoja nostetaan käsiteltäväksi.

Lavojen syöttäminen saadaan onnistumaan keneltä tahansa lyhyellä perehdytyksellä, mutta sitä ei ole ollut tarpeen käyttää päivävuoron tuottaessa kappaleita riittävästi. Robotti ei jatkuvien häiriöiden takia pysyisikään käynnissä vuorokauden ympäri pelkän lataamisen hallitsevan henkilöstön avulla.

4.2 Robotti

Robotin kolmesta tuotteesta kahta voidaan tuottaa samalla yhdeksän imukuppiparin tarttujalla ja prässin terällä. Yhteen tarvitaan oma neljän imukupin tarttuja ja oma präsinterä. Kuvassa 2 on yhdeksän imukuppiparin tarttujalla varustettu robotti, joka on tarkoitettu kahden pienemmän kappaleen noukkimiseen. Pienimpiä kappaleita nostetaan kääntöpöydälle yhdeksän kerrallaan ja suurempia yksi kerrallaan. Robotin päässä on laseretäisyysmittari, jolla robotti päättelee pinon korkeuden ja sijainnin, sekä paineilmasuutin, jolla se puhdistaa kappaletta hionnan aikana. Pienempien kappaleiden hiomiseen on yhdeksän imukuppiparin tarttujassa myös mekaaniset leuat, jotka erottuvat myöskin kuvasta 2. Mekaanisilla leuoilla on varmistettu, että pienempi tuote pysyy hionnan ajan otteessa. Kapeilla leuoilla saadaan kappaleesta kiinni siten, että molempien sahattujen sivujen hiominen onnistuu yhdellä otteella. Tuotettavaa kappaletta vaihdettaessa, joudutaan tarttujapää vaihtamaan käsin.



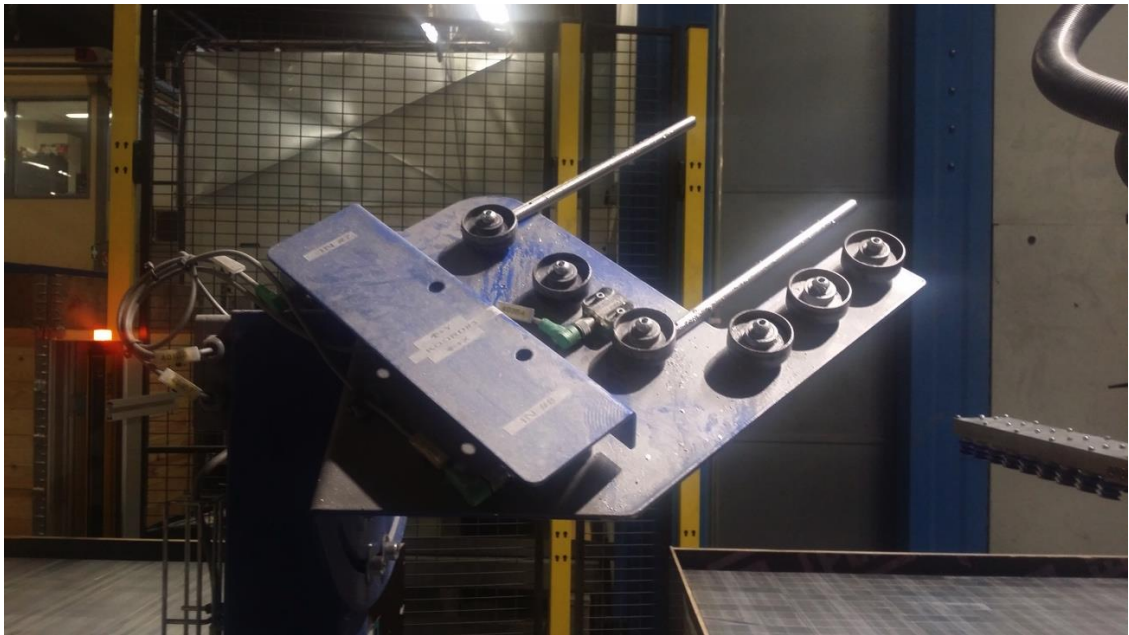
Imukuppivivistö

Tarttajakoura
hiontaan

KUVA 2. Robotti imukuppitarttujalla (Kuva: Jere Niemelä 2016)

Robotti toimii oletuksella, että kappaleet on pinottu lavan tiettyyn reunaan tietyn päin, ja että lavoilla on aina sovittu määrä kappaleita. Tähän perustuukin robotin ohjelman valinta. Uuden lavallisen tullessa käsittelyyn linjaa pitkin, alkaa ohjelma laseranturoinilla, jolla määritetään lavan tarkka sijainti kuljettimella. Tämän sijaintitiedon avulla ohjelma määrittää kappaleiden sijainnin lavalla. Mikäli tuotetaan yhdeksänimukuppiparin nostajalla tehtäviä kappaleita, selvittää robotti vielä laserilla, kumpaa tuotetta on tulossa työn alle. Tämä perustuu yksinkertaisesti etäisyystietoon, kun oletetaan, että lava on täysin ladattu, tiedetään kuinka korkea pino muodostuu tuotteista yksi ja kaksi.

Määritysten jälkeen robotti nostelee tai kääntelee kappaleita kuvan 3 kääntö- ja keskityspöydälle sen mukaan miten päin poimittava kappale lavalla on. Kappale joudutaan ennen käsittelyyn siirtymistä pudottamaan kääntö- ja keskityspöydälle vaikka se olisikin ollut lavalla oikeinpäin, sillä robotti ei voi olla varma siitä mistä kohtaa se on nostanut kappaleen ylös. Näin kappale saadaan keskitettyä tarttujaan sellaiseen sijaintiin, joka on tarkalleen tiedossa.



KUVA 3. Kääntö- ja keskityspöytä (Kuva: Jere Niemelä 2016)

4.3 Hiomakone

Hiomakone poistaa sahaamisessa syntyneet jäysteet kappaleen katkaistuista päistä. Hiomakoneessa on kaksi laikkaa, joita vasten robotti hioo kappaleet. Hiomalaikkojen kuluessa käyttäjät asettavat robotin ohjelmaan laikan kuluma-arvon, joka määrää robotin hionta-ajon etäisyyttä laikkoihin. Sopiva arvo hionnalle on silloin kun jäysteet poistuvat, mutta robotti ei paina kappaleita liian lujasti hiomalaikkoihin, joka johtaisi kappaleen irtoamiseen tarttujasta tai liian syviin hionta jälkiin. Hiomakone likaantuu hiomapolystä ja robotin ohjelmassa onkin paineilmapuhallus hionnan yhteydessä, jotta kappale jäisi puhtaaksi hionnan jälkeen.

4.4 Prässi

Kuvan 4 prässi lyö kappaleeseen reikiä ja stanssaa isompaan tuotteeseen logon. Robotin kappaleen asetuksen onnistumisen takia keskityspöydällä tehty pudotus on tärkeä, vaikka prässissä onkin pienet ohjaimet, jotka sallivat pienet epätarkkuudet tarttuimien otteessa. Tuotettavaa kappaletta vaihdettaessa koneenkäyttäjät vaihtavat käsin prässin terät ja säätävät iskun syvyyden riittävän syväksi, jotta irtoavat reikien keskiöt putoavat hihnalta. Hihna kuljettaa ne alumiinin kierrätykseen. Isku ei saa olla liian syvä, jolloin logon

stanssaaja hajoaisi tai jousipuristeinen kappaleen paikallaan pitäjä löisi pohjaan. Vaihto on työlästä terien ollessa niin painavat, että niiden siirtämiseen tarvitaan avuksi trukkia.



KUVA 4. Prässi antureineen (Kuva: Jere Niemelä 2016)

Robotin tuodessa kappaletta prässiin tarkastaa se prässissä sijaitsevilla läheisyysantureilla ja laserantureilla, onko prässi vapaa uudelle kappaleelle. Irroituksen jälkeen prässissä olevat anturit toteavat, onko kappale kunnolla paikallaan ennen prässin lyöntiä. Onnistuneen lyönnin jälkeen robotti hakee kappaleen kierteytettäväksi mikäli anturit toteavat hakemisen olevan mahdollista. Mikäli tuote on prässäyksen jälkeen jäänyt koholle, estää se laserin kulun ja robotti antaa virheilmoituksen ”tarkista tuote prässissä.” Sama ilmoitus saadaan, mikäli robotti asettaa kappaleen huonosti prässiin.

4.5 Kierteytys

Kuvan 5 kierteytyspisteessä tehdään kappaleeseen kierteet, mikäli kappale sen vaatii. Robotti syöttää kappaleen taustalevyä vasten kohtaan, johon kierteet halutaan tehdä. Puristimet pitävät kappaletta paikallaan poraamisen ajan. Porauksen jälkeen robotti pyöryttää kappaleen ympäri ja kierteet porataan myös toiselle puolelle. Kierteytyksestä kertyy pisteeseen porausjätettä, jonka johdosta robotin ohjelmassa onkin toiminto pölynpoistoon paineilmalla säädetyin porausvälein.

Pienet erot tarttujan kiinniottokohdassa johtavat siihen, että pora ei aina osu kierreterällä reikään uutta tuotemallia aloitettaessa. Tällöin käyttäjä asettaa ohjelmaan korjausarvot kierresoluun osumiselle.



KUVA 5. Kierteytyspiste kiinnittimillä ja poralla (Kuva: Jere Niemelä 2016)

5 RATKAISUJA

Robottisolun parantamista on tutkittu tarkkailemalla, haastattelemalla ja vaihtoehtoja vertailemalla millaiset hankinnat, korjaukset tai toiminnan muutokset voisivat tehostaa tuotantoa ja pienentää asetusten tekemiseen kuluvaan aikaan tuotettavan kappaleen vaihtamisessa. Oletuksena on, mitä vähemmän aikaa solu on pysähdyksissä häiriön tai kappaleen vaihdon asetusten takia, sitä enemmän tehdään tuottavaa työtä. Vertailun kohteena onkin enemmän se, mikä on järkevä suhde hankintojen, kulujen ja saavutetun hyödyn välillä.

Seuraavaksi käsitellään keinoja, joilla robottisolun saadaan toimimaan varmasti ja ympärivuorokautisesti nykyisten häiriöiden kanssa uusien robotin käyttäjien ja häiriönpoistoppaan avulla. Lopuksi keskittyy häiriöiden syihin ja korjauksiin, sekä niiden kannattavuuteen.

5.1 Robotin ympärivuorokautinen käyttö

Tällä hetkellä robotin käyttö ja häiriönpoisto on koulutettuna muutamille robotin ympäristössä työskenteleville henkilöille. Koneen jatkuvan käymisen kannalta olisi hyvä, että käytön tai edes perus häiriöiden poiston osaavia henkilöitä olisi useampia, sillä kone ei pyöri ilman valvontaa ja lataamista. Useamman osaavan henkilön perehdyttäminen toisi joustavuutta sairastumisien ja vuorojen vaihtelun varalle, eikä konetta tarvitsisi pitää pysäytettynä osaavan henkilöstön puutteen vuoksi.

Koneen tuotantokapasiteettia saisi lisättyä huomattavasti ilman hankintoja tai muutoksia, opettamalla läheisissä työpisteissä muissa vuoroissa työskenteleville koneenkäytön ja häiriöiden poiston. Tosin jatkuva vikojen poistaminen häiritsee myös muissa vuoroissa toimivia omissa tehtävissään ja sitoisi täten työvoimaa muista tehtävistä. Mikäli robottisolun olisi varmatoimisempi voitaisiin muissa vuoroissa oleville opettaa vain lavojen syöttäminen koneeseen oikeassa asennossa oikein lastattuna, joka olisi paljon nopeammin omaksuttava taito, kuin koko robotin toimintaan tutustuminen. Tällöin tuotettavaa kappaletta voidaan vaihtaa päivävuorossa robotin tarkemmin tuntevan ollessa töissä, ja muulloin sille vain syötettäisiin lisää työstettäviä kappaleita.

Häiriöitä tulee tosin tapahtumaan jatkossakin silloin tällöin, mutta suurin osa robottisolun häiriöistä on yksinkertaisia korjata, ja robotti saataisiinkin pyörimään lähes ympäri vuorokauden opettamalla muissa vuoroissa toimiville näiden yksinkertaisimpien häiriöiden poistaminen. Harvemmin esiintyvän hankalan vian kohdalla voisivat vähemmän kokeneet muissa vuoroissa työskentelevät sammuttaa robotin. Tällaisellakin järjestelyllä saadaan robotti hyvällä todennäköisyydellä toimimaan koko vuorokauden ajan. Oletuksena tietenkin on, että perehdytyksen saaneet oppisivat tuntemaan robotin toimintaa tarkemmin sen parissa työskennellessään ja oppisivat pitkällä aikavälillä poistamaan myös hankalampia häiriöitä.

Tarkkailemalla solun toimintaa ja tuotantostatistiikkaa on havaittu, että suurin osa häiriöistä tapahtuu noukittaessa kappaleita lavalta tai prässistä. Uusien häiriönpoistajien opettamisessa havaittiin ongelmalliseksi tarvittavien taitojen monivaiheisuus yksinkertaisuudestaan huolimatta. Lisäksi harvoin tarvittava taito unohtuu helposti. Tästä syystä päätettiin tuottaa häiriönpoistajille muistin tueksi häiriönpoisto-opas, joka on opinnäytetyön liitteenä 1. Oppaalla ei ole mahdollista päästää ketään ilman koulutusta työskentelemään robotilla, vaan sen tarkoitus on toimia muistin tukena perehdytyksen saaneille. Ei ole työturvallisuuden nimissä sallittuakaan päästää ketään robotin vaikutusalueelle ilman riittävää perehdytystä. Häiriötä poistavalla henkilöllä on luottavampi olo, kun epävarmat asiat voi tarkastaa oppaasta. Häiriön poistajan on kuitenkin muistettava periaatteet, miksi mikäkin vaihe tehdään, ja mikä robotin toimintaperiaate on. Oppaassa on kuvattu valikot, joiden takaa tarvittavat käskyt löytyvät sekä niiden käyttöjärjestys. Tästä syystä opas on jätetty varsin pelkistetyksi yksinkertaisilla vaihe vaiheelta etenevillä luetteloilla tarvittavista toimista. Tällöin mukaan on saatu mahtumaan selkeät kuvat valikoista ja opas on saatu riittävän lyhyeksi. Sen ansiosta sitä on helppo selata ja etsimänsä tiedon löytää nopeasti toisin, kuin alkuperäisestä käyttöoppaasta, jossa käydään läpi koko robotin toiminta ohjelmoinnista lähtien. Yksinkertaisuus mahdollisti asettelun, jossa oppaan jokaisella aukeamalla on käsitelty yksi virhetilanne.

5.2 Kappaleiden syöttäminen robottisolun

Nykyisellään kappaleet asetellaan lavoille sovittuun järjestykseen käsin, jotta robotti voi poimia niitä käsiteltäväksi sokeasti oletussijaintien perusteella. Tämä johtaa siihen, että kappaleita katkova sahankäyttäjä joutuu automaattisahalla odottamaan liukuhihnan

päässä ja latomaan tuotteita sahausprosessin ajan käsin lavoille. Automatisoinnin pääajatuksena olisikin vapauttaa työntekijä muihin tehtäviin sahauksen ajaksi, kuten valmistelemaan seuraavaksi sahattavaksi tulevaa profiilia tai sille tarvittavia pakkausmateriaaleja.

Seuraavien ratkaisujen pääajatuksena onkin eroonpääsy käsin asettelusta, jolloin kappaleet saisivat pudota vapaasti automaattisahan päässä olevalta kuljettimelta lavalle, jolta robotti noukkisi niitä konenäön tai järjestelykoneen avulla. Samalla poistuisi ongelma lavojen säilyttämisen kanssa, sillä liian ronskisti käsitellyt välivarastointilavat saattavat mennä tärähdyksistä epäjärjestykseen eli lavalle kasatut pinot kaatuvat tai joutuvat hie-man hajalleen toisistaan, jolloin robotti epäonnistuu kappaleiden poiminnassa. Tämä tietenkin vähentäisi robotti solun häiriötaajuutta poiminnan ongelmien pienentyessä. Yksinkertaisempuna toimenpiteenä vertaillaan myös tapoja välttää kappaleiden leviäminen lavoilla sahauksen ja soluun syöttämisen välissä.

5.2.1 Lattian pinnoitus

Robotin toiminnan perustuessa sokeaan noukkimiseen ja sijainnin olettamiseen on tärkeää, että kappaleet ovat tarkasti lavoilla. Useasti lavoja syötettäessä käy siten, että nostimen rengas osuu lattiassa olevaan koloon tai halkeamaan, jolloin lava heilahtaa ja käsin asetellut kappaleet menevät sekaisin. Kun kappaleita on useita kerroksia ei niitä saada mitenkään parempaan järjestykseen vaan robotti jää jumiin jokaisen kerroksen kohdalla mikäli heilahdus on päässyt tapahtumaan. Tämä tarkoittaa noin puolen tunnin välein tapahtuvaa järjestelmällistä häiriötä.

Lattia tulisi päällystää uudelleen pinnoituksen ollessa yksinkertainen ja halpa ratkaisu heilahdusongelmaan, joka esiintyy usein, sekä tekee solun lastaamisesta hidasta. Pinnoitetulla lattialla ei nostimella tarvitse ajaa niin ylikorostetun hiljaista vauhtia heilahduksen välttämiseksi, että lavojen lastaaminen soluun nopeutuisi huomattavasti.

5.2.2 Konenäkö

Konenäöllä voisi mahdollisesti toteuttaa kappaleiden noukkimisen lavalta, jonne ne ovat pudonneet automaattisahan liukuhihnalta vapaasti sekaiseen järjestykseen. Kameralla voitaisiin nähdä noukittavien kappaleiden asennot lavalla ja noukkia aina päällimmäinen kappale. Vaikka konenäöllä ei päästäisi eroon käsinlatomisesta, saataisiin konenäkösovellutuksella lisätarkkuutta kappaleiden noukkimiseen, eikä lavan tärähdys enää aiheuttaisi virhetilannetta.

Yksinkertaisimmillaan konenäköä voitaisiin hyödyntää tilanteessa, jossa kappaleet ladotaan entiseen tapaan lavalle kerroksittain välipahvien päälle. Tällöin riittäisi yksi suoraan lavan yläpuolelle asetettava kamera todentamaan kappaleiden sijainti lavalla tarkan noukkimisen tueksi. Ohjelman ei tarvitsisi kuin todeta pinojen äärirajat ja määrittää niiden mukaan kappaleiden sijainnit. Tällöin poiminta ei epäonnistuisi siitä syystä, että kappaleet eivät osuisikaan noukkijan imukuppeihin.

Konenäön ehdoton este tässä tilanteessa on sen monimutkaisuus, hankaluus ja kallis hankintahinta. Robottisolu nykyisellään toimii yksinkertaisilla anturoinneilla ja niihin liittyvillä ohjelman toimilla. Konenäkö toisi mukaan paljon lisäteknikkaa ja koneen ohjelmointia jouduttaisiin monimutkaistamaan. Heijastavat alumiinikappaleet tuottavat hankaluutta kuvan muodostamiseen, vaikkei se olisikaan hankinnan estävä haitta. Poiminnan onnistuessa kuitenkin vain pienellä häiriömäärällä, olisi todella kalliin lisälaitteen hankkiminen tarkkuuden parantamiseksi kannattamatonta.

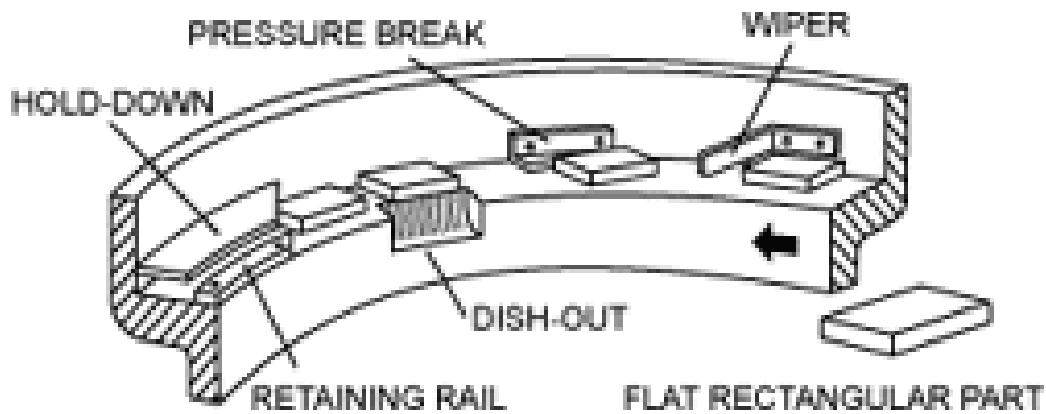
5.2.3 Kappaleiden järjestelykone

Kappaleet voitaisiin ladata soluun myös Kuvan 6 pyörivään tärinärumpuun, josta kappaleet etenisivät jonossa robotin käsiteltäväksi. Tämänkin vaihtoehdon suurimpana etuna olisi eroonpääsy kappaleiden latomisesta käsin soluun vietäville lavoille. Kappaleet voisivat pudota automaattisahalta mille tahansa säilytysalustalle, kuten kauluslavalle. Kappaleita syötettäisiin soluun kaatamalla tärinärumpuun lisää kappaleita riittävin väliajoin rummun kapasiteetin rajoissa. Tärinärummulla saadaan myös pudotettua kappaleaikaa, sillä robotin kappalerivin haku lavalta sekä pöydälle pudotus jäisivät kokonaan pois. Sen sijaan kappaleet tulisivat rummun hihnaa pitkin suoraan tarkkaan sijaintiin, josta voitaisiin edetä suoraan ensimmäiseen työvaiheeseen välilaskujen sijaan.



KUVA 6. Tärinärumpu (Automation Devices Inc.)

Rummun toiminta perustuu pyörivään liikkeeseen ja rummun reunoilla kulkevaan spiraalimaiseen muotoon, jota pitkin kappaleet nousevat peräkkäin kuljettimelle ja siitä poimintapisteelle. Rummun syöttämä kappaleiden jatkuva jono pysähtyisi pisteeseen, josta robotti osaisi noukkia sen. Pitkulaiset kappaleet johtavat siihen, että kappaleet voivat kulkea riittävän kapeaksi suunniteltua kuljetinta vain pitkä sivu rummun reunaa pitkien. Kappale voi päätyä väärälle kyljelle kulhon reunalle. Väärien asentojen poistamiseksi tarvitsee sille asentaa esteitä, jotka pudottavat väärin päin olevat kappaleet takaisin kulhon pohjalle uudelle kierrokselle. Kuvassa 7 Automation devices inc. esittelee esteitä ja pudottimia, joilla väärinpäin olevat tuotteet saadaan eroteltua. Kappaleen kylkien ollessa hieman erimittaiset saadaan kaksi kylkeä erotettu toisistaan wiperillä eli pyyhkimellä, joka pudottaa liian leveät eli väärässä asennossa kuljettimelle joutuneet kappaleet takaisin kulhoon. Jäljelle jäävistä kahdesta asentovaihtoehdosta oikea saadaan myöskin wiperillä. Vaikka jäljelle jäävien kylkien ulkomitan leveys on sama, on niiden massakeskipiste muualla kuin keskellä ulkonevasta kohdasta johtuen. Tästä syystä kappaleet saadaan haluttuun asemaan kahdella tarkkaan asetetulla pyyhkijällä tai dishout-kohdalla eli kavennuksella, josta liian leveät kappaleet tai väärinpäin olevat kappaleet putoavat takaisin alkuun.



KUVA 7. Kappaleiden syöttökulhon suunnittelu (Automation devices inc.)

Kappaleet kuitenkin naarmuuntuvat helposti kolistessaan toisiaan päin. Tällä ei olisi väliä mikäli kappaleita tuotettaisiin näkymättömiin paikkoihin, joissa kappaleen ulkonäöllä ei olisi juurikaan väliä. Selvisi, että asiakas on tarkka tuotteidensa pinnan laadusta ja kappaleille tehtävä pinnan anodisointi tuo esiin pienetkin naarmut selvästi erottuviksi. Ratkaisu olisi pätevä, mikäli kappaleet maalattaisiin.

Toiseksi esteeksi rummun hankinnalle muodostuu se, että solussa tuotetaan erikokoisia kappaleita. Pelkästään pienempiä kappaleita varten hankittava rumpu veisi suuren tilan, sillä sen rinnalla pitäisi olla myös tapa syöttää suurempia kappaleita soluun. Vaikka toistakin tuotettavaa kappaletta syötettäisiin soluun rummulla, ongelmaksi muodostuisi tilan tarve, sillä kahden suuren rummun säilytys veisi paljon lattia pinta-alaa.

5.3 Tarttujan liittimien muutokset

Robotin kumpaankin tarttujaan liitetään paineilma, alipaineletkut sekä etäisyysanturin johdot. Sähköiset liittännät ovat keskitettyinä pikaliitimeen, mutta alipaineliittännät ovat irtonaisina letkuina. Letkut ovat väärän mittaiset kummallekin tarttujalle, koska on haluttu saada letkuista varmasti riittävän pitkät. Useamman liittimen liittämiseen menee pidempi aika, ja robotin käyttäjät miettivät aina, mihin liian pitkät johdot saisi sidottua kiinni, jotta ne eivät olisi tiellä. Robotti on törmäillytkin tarttujan vaihdon jälkeen muutamia kertoja johtojen jouduttua nivelen väliin. Nivelen väliin joutuneet johdot eivät ilmeisesti aktivoineet törmäystunnistusta, mutta estivät kuitenkin robotin pääsyn toivottuun asentoon niin, että törmäys tapahtui.

Korjauksena johdot ja letkut tulisi lyhentää sopivan mittaisiksi ja luoda pikaliitin, joka sopisi molemmille tarttujille. Korjauksen kustannukset olisivat vain noin kahden tunnin työ kunnossapidon työntekijältä seuraavan seisokin yhteydessä. Säästöä syntyy nopeammasta asetusten tekemisestä, sekä vähentyneistä häiriötilanteista. Tärkeimpänä lisähyötynä estettäisiin arvokkaan robotin törmäily jatkossa yksinkertaisesta syystä kannattimiin tai työkaluihin. Vaikka törmäily tästä syystä onkin erittäin harvinaista on sen korjaaminen kannattavaa, sillä robotin rikkoutuminen näinkin yksinkertaisen vian takia voi aiheuttaa suuria kuluja korjaukseen kuluvan ajan ja rahan takia.

5.4 Ohjelmointi

Häiriöiden vähentäminen ohjelmaa muuttamalla on kaikkein kannattavin ratkaisu, sen kustannusten ollessa pelkästään sitä tekevän palkkakustannukset sekä koneen seisonta-aika muutoksia tehtäessä. Robottisolua seurattaessa usean kuukauden statistiikka tuotantojärjestelmästä antaa vihjeitä siitä, missä voisi olla parannettavaa. Useimmat häiriöt liittyvät kappaleiden noutamiseen lavalta ja prässistä, sekä prssiin viemiseen.

Ohjelmointi on toimenpiteenä yksinkertainen, joskin aikaa vievä. Ohjelmoinnilla päästään parantamaan toimintavarmuutta edullisesti, kun ensin selvitetään voiko virhe johdeta ohjelmasta tai olla korjattavissa ohjelmoimalla. Laitteen muistissa onkin jo ennestään vanhoja versioita ohjelman eri vaiheista. Tällöin korjauksen jälkeen voidaan tarkkailla toimiiko tehty muutos paremmin vai huonommin, ja tarvittaessa palata takaisin alkuperäiseen ohjelmaan tai tehdä lisämuutoksia.

5.5 Prässiin viennin ongelmat

Robotti asettaa kappaleen prässiin vinoon joko viidestä kymmeneen kertaa tunnissa tai sitä ei tapahdu lainkaan. Koneen käyttäjät osasivat kertoa sen olevan riippuvainen käsittelyssä olevasta lavasta. Kappaleella valmistustoleranssit olivat 0,3 mm ja oletettavasti tämän toleranssin sisällä tapahtuva vaihtelu vaikuttaa kappaleen osumiseen prässiin. Häiriöitä aiheuttavia kappaleita mitattaessa huomattiin yhteneväisyys. Häiriöitä aiheuttavien kappaleiden sahausmitta oli lähempänä toleranssin yläpäättä, kun taas häiriöittä valmistuvat kappaleet olivat keskemällä toleranssiväliä.

Ohjelmaa tarkemmin tarkasteltaessa havaittiin, että kappale asetetaan prässiin kolmea tappia vasten. Irroittamisen jälkeen robotti nousee suoraan ylös ja poistuu prässistä työliikkeen ajaksi. Virhetilanne oli aina samanlainen. Kappale ei pudonnutkaan täysin paikalleen vaan jäi noin millimetrin verran ilmaan toisesta reunastaan. Tämä johti laseranturin laukeamiseen, jonka tarkoituksena on anturoida kappaleen paikallaan olevuutta ja estää prässin vaurioituminen huonosti paikallaan olevasta kappaleesta johtuen. Häiriönpoisto tässä tilanteessa on siirtää kappaletta sen verran, että se putoaa paikalleen noin millimetrin matkan ja osuu kohdistustappeihin. Siirtämisen jälkeen kappale on kunnolla paikallaan ja kone voidaan käynnistää uudelleen.

Huomattiin, että robotti ei syötä kappaletta tarpeeksi syväälle kiinni tappeihin, joillakin kappaleen toleranssin sisällä tapahtuvilla mittavaihteluilla. Ratkaisua lähdettiin hakemaan imukuppien joustavuuteen luottamalla. Kappale kokeiltiin ajaa hieman tappeja vasten ennen irroitusta. Vielä irroittamisen jälkeen robotin poistumisrataa muutettiin viistommaksi, jolloin robotti työntää kappaletta tappeja vasten samalla kun nousee pois kappaleesta.

6 POHDINTA

Työssä tutkittiin voidaanko robottituotantosolun tehokkuutta, toimintavarmuutta ja tuotantokapasiteettia kasvattaa kannattavilla toimenpiteillä. Välillä useinkin tapahtuvat häiriöt haittaavat koneen tuotantoa ja niiden poistaminen vie työntekijöiden aikaa pois muista tehtävistä.

Työssä päädyttiin yksinkertaisten ja edullisten ratkaisujen olevan kannattavimpia tässä tilanteessa. Suurempiin hankintoihin voidaan varautua tulevaisuudessa, mikäli kysyntä kasvaa merkittävästi. Kannattavaksi korjaukseksi valittu lattian uudelleenpinnoitus vähentää häiriöseisokkeja estämällä lavojen heilahtelua. Lisäksi pikaliittimen lisääminen tarttujan liitännöille pienentää asetustentekoaikaa. Pikaliitin vähentää myöskin mahdollisuutta asettaa letkut väärin, joka voi aiheuttaa törmäyksiä. Kumpikin ratkaisu on hankintahinnaltaan edullinen.

Viimeisenä ratkaisuna kapasiteetin kasvulle ja ympärivuorokautisen käynnin varmistamiselle todettiin uusien robotinkäyttäjien kouluttaminen. Uusien käyttäjien perehdytyksessä huomattiin, että kerrasta opetettava suuri määrä toimenpiteitä robottisolussa voi olla haastavaa henkilöille, joilla ei ole kokemusta robotin käytöstä. Tätä varten luotiin pikaopas häiriönpoistolle. Oppaan on tarkoitus helpottaa robottisolun kanssa työskentelyä ja pienentää kynnystä käydä korjaamassa häiriö ensimmäistä kertaa, kun muita robotin käyttöön perehdytettyjä ei ole paikalla.

Työ on suoritettu karkeilla arvioilla kannattavuudesta, sillä tuotannollisia lukuja ei ollut mahdollista saada käyttöön Purson tiukan kilpailutilanteen takia. Kuitenkin kustannuksia ja saavutettuja hyötyjä vertailemalla on saatu aikaiseksi riittäviä tuloksia. Tehtävissä olevien korjausten kustannusraja jää todella alhaiseksi, kun ajatellaan, että tehostuksen pitää kattaa kustannukset. Tällöin jouduttiin heti luopumaan suuremmista korjauksista, kuten konenäöstä tai tärinärummista, sillä ne voisivat tehostaa solua muutaman prosentin, mutta kustannus olisi merkittävä osa koko solun arvosta ja täten kannattamaton. Mikäli kuitenkin tulevaisuudessa halutaan kasvattaa solun miehittämättömän ajon määrää tai kasvattaa kapasiteettia merkittävästi, voidaan hintavampia vaihtoehtoja tutkia tarkemmin. Tärinärummun hankintaa voidaan puolustaa automaation lisäämisellä, sillä sen avulla päästäisiin eroon tavasta, jolla nykyisellään käsiteltävät kappaleet pitää asettaa lavoille käsin.

LÄHTEET

Aalto University Wiki Investointilaskelmat 22.1.2009. Luettu 18.4.2016.

<https://wiki.aalto.fi/display/TU22/8.+Investointilaskelmat>

Basic Tooling Methods for Product Orientation, Automation devices inc.

<http://www.autodev.com/products/feeder-bowls/how-to-tool-a-bowl/orienting-part-shapes/>

Kuva 7 Tärinä rumpu

<http://www.autodev.com/products/feeder-bowls/custom-tooled-vibratory/>

Lapinleimu, Ilkka & Kauppinen, Veijo & Torvinen, Seppo (1997) Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY.

Peltonen, Aarne (2009) Tuottavatehdas Jalostusarvon merkitys käytännön tasolla. Luettu 18.4.2016 <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas7.html#1>

Purso yleisesite 2012. Luettu 29.10.2015.

http://www.purso.fi/files/3514/4222/2177/Purso_yleisesite_12s_A4_KEVYT.pdf

Purson historia. Luettu 29.10.2015.

<http://www.purso.fi/fi/yritys/historia/>

Purso profiilisuunnittelunkäsikirja 2014. Luettu 31.10.15.

http://www.purso.fi/files/8314/3134/9277/purso_profiilisuunnittelun_kasikirja.pdf

Purso Pursotuslaitosesite 2007

http://www.purso.fi/files/9714/3081/3613/purso_pursotuslaitos_2007_fin.pdf

Taloussanomat Taloussanakirja: Investointi. Luettu 18.4.2016.

<http://www.taloussanomat.fi/porssi/sanakirja/termi/investointi>

LIITTEET

Liite1 Häiriönpoisto-opas

1 (10)

Häiriönpoisto-opas**Yaskawa Motoman robottisolu**

Aina, kun käyt robotti solussa

2 (10)

Tarkasta, että kappaleet ovat oikein kummallakin lavalla

Tarkasta prässin siisteys

Tarkasta kaksi kertaa vuoron aikana

Muljusäiliöt koneen sivulla

Jätesäiliö liukuhihnan päässä

Käsinajo

Avain teach tilaan

Tarkasta, että koordinaatisto on X, Y, Z tilassa, tila vaihdetaan **COORD** näppäimestä

Kytke servot päälle **SERVO ON READY** näppäimellä ja pitämällä servokytkintä pohjassa

Voit nyt ajaa robottia X, Y ja Z näppäimillä. Z+ on X, Y, Z-tilassa aina ylöspäin

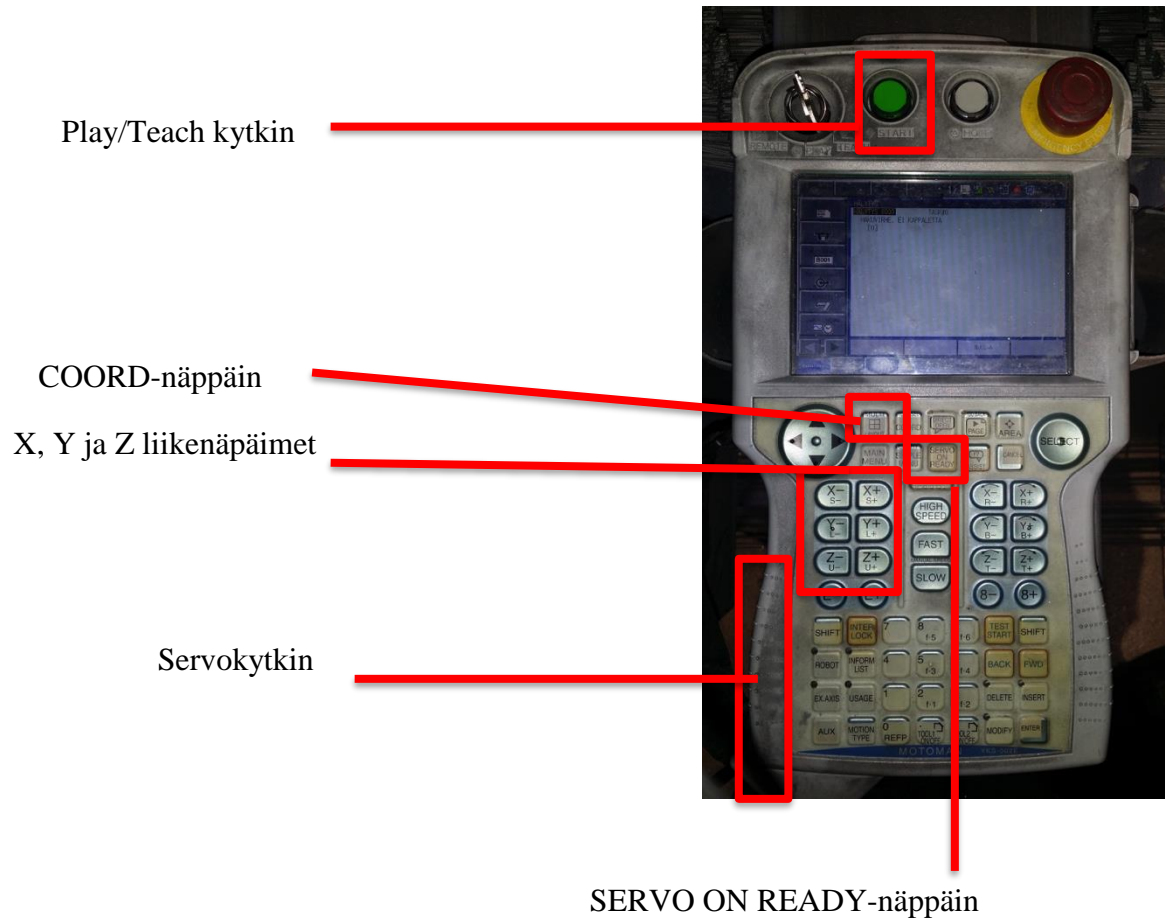
Virhe kytke servot

Olet painanut start kytkemättä servoja päälle servo on ready näppäimellä.

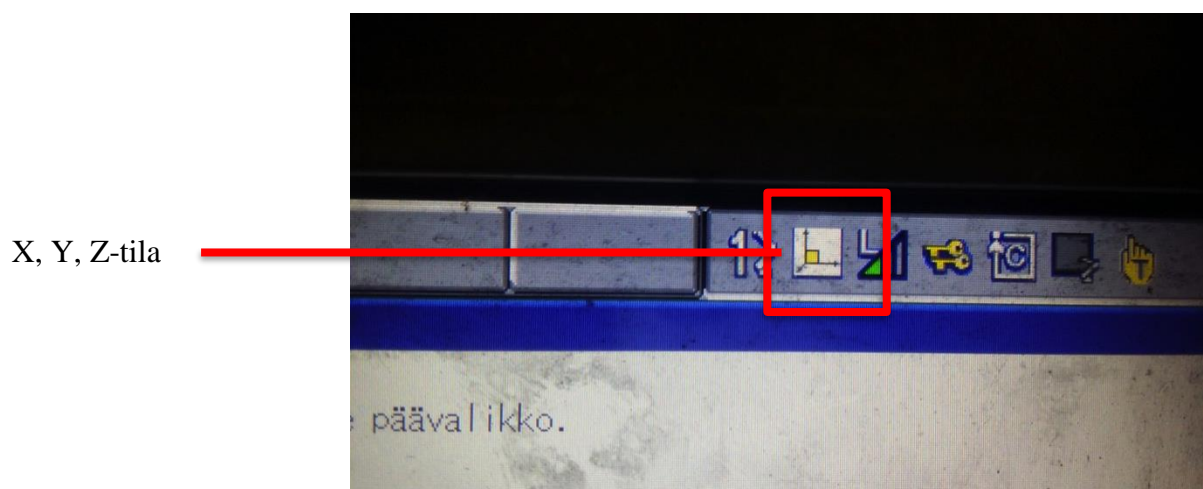
Paina **CANCEL**

SERVO ON READY (näppäimen alla oleva valo syttyy)

START



Kuva 1 Käsinajo



Kuva 2 X, Y, Z-tila

Hakuvirhe, ei kappaletta (robotti pysähtynyt lavan päälle)

4 (10)

Tarkasta kappaleiden sijainti lavalla ja mahdollisia muita syitä poiminnan epäonnistumiseen

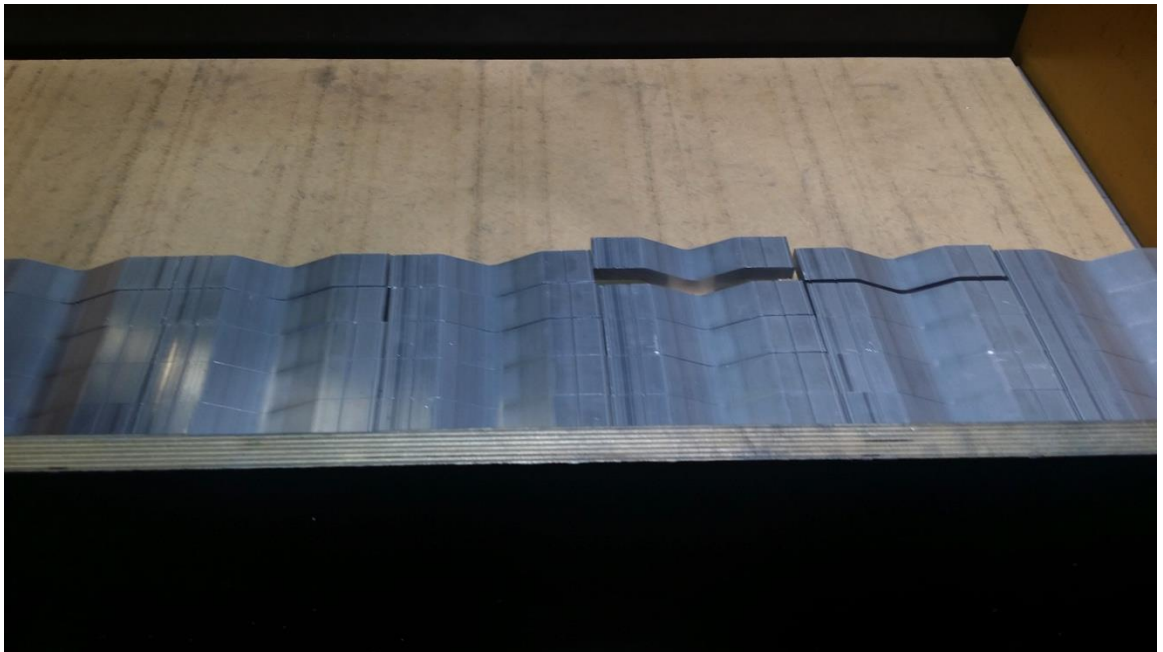
Nollaa virhe

Kuittaa ovi suljetuksi

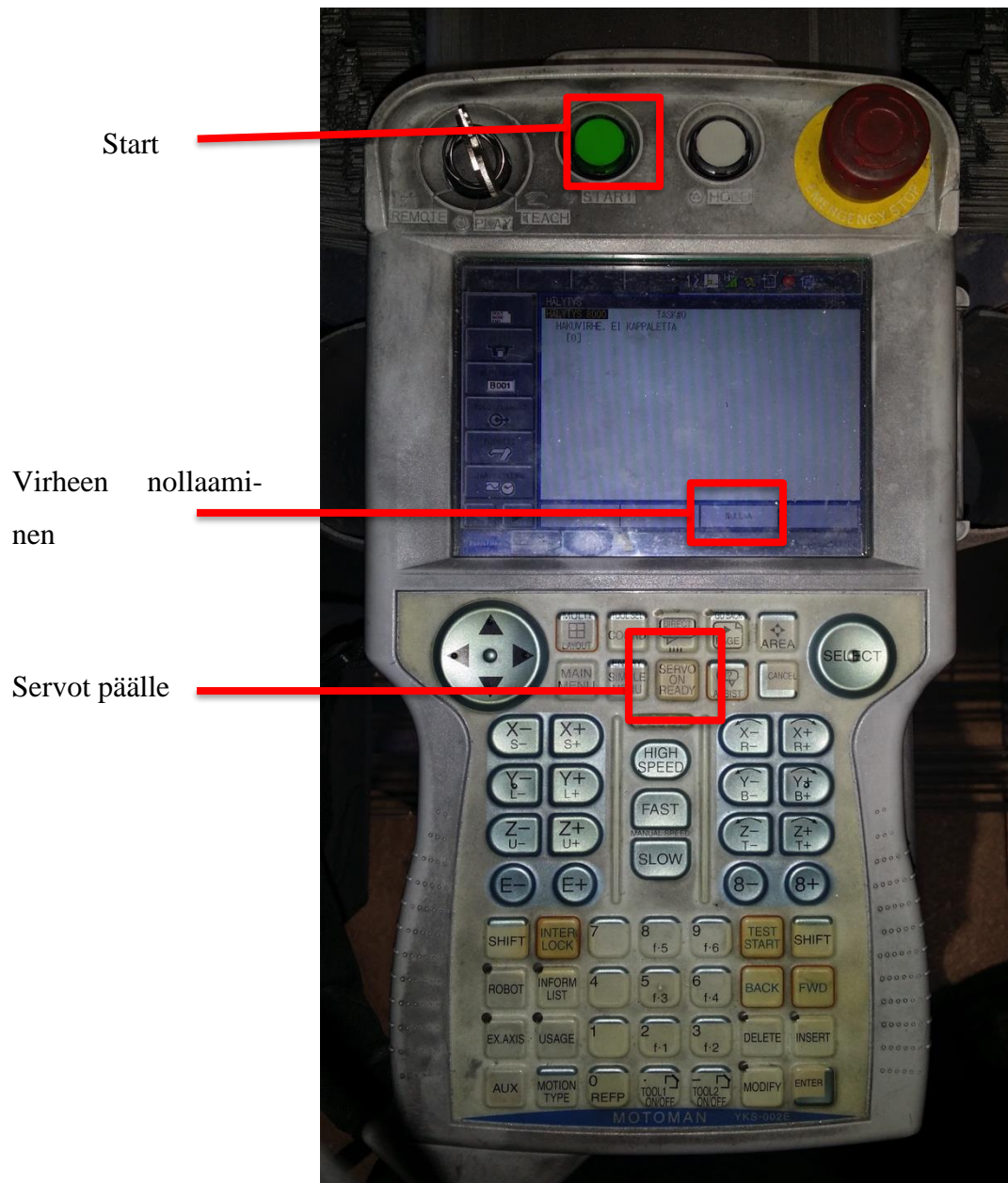
SERVO ON READY (näppäimen alla oleva valo syttyy)

START

Seuraa, että kone pääsee ongelma kohdan ohi seuraavan noston kohdalla



Kuva 3 Kappaleet lavalla sekaisin



Kuva 4 Hakuvirheen poistaminen

Alipainehälytys ja/tai törmäyshälytys (Robotti lavan päällä)

6 (10)

Jos vain etummaisoin kappale on pudonnut

Tarkasta, että kappaleet ovat lavalla suorassa

Aseta puuttuva kappale imukuppeihin

Kuittaa ovi suljetuksi

Nollaa virhe

SERVO ON READY (näppäimen alla oleva valo syttyy)

Käsiäjolla kappaleet pöydälle, sitten **START**

Jos kaikki kappaleet pudonneet

I/f paneelista käsinajo välilehdeltä imu 1 ja imu 2 pois päältä

Nollaa virhe

Avain teach asentoon

Pidä servokytkintä pohjassa

Aja robotti ylös lavojen väliin X, Y ja Z painikkeilla (Z+ on ylöspäin, varmista koordinaatisto)

Asettele kappaleet lavalla paikoilleen

Tarkasta kappaleiden määrä i/f paneelin lavat välilehdeltä

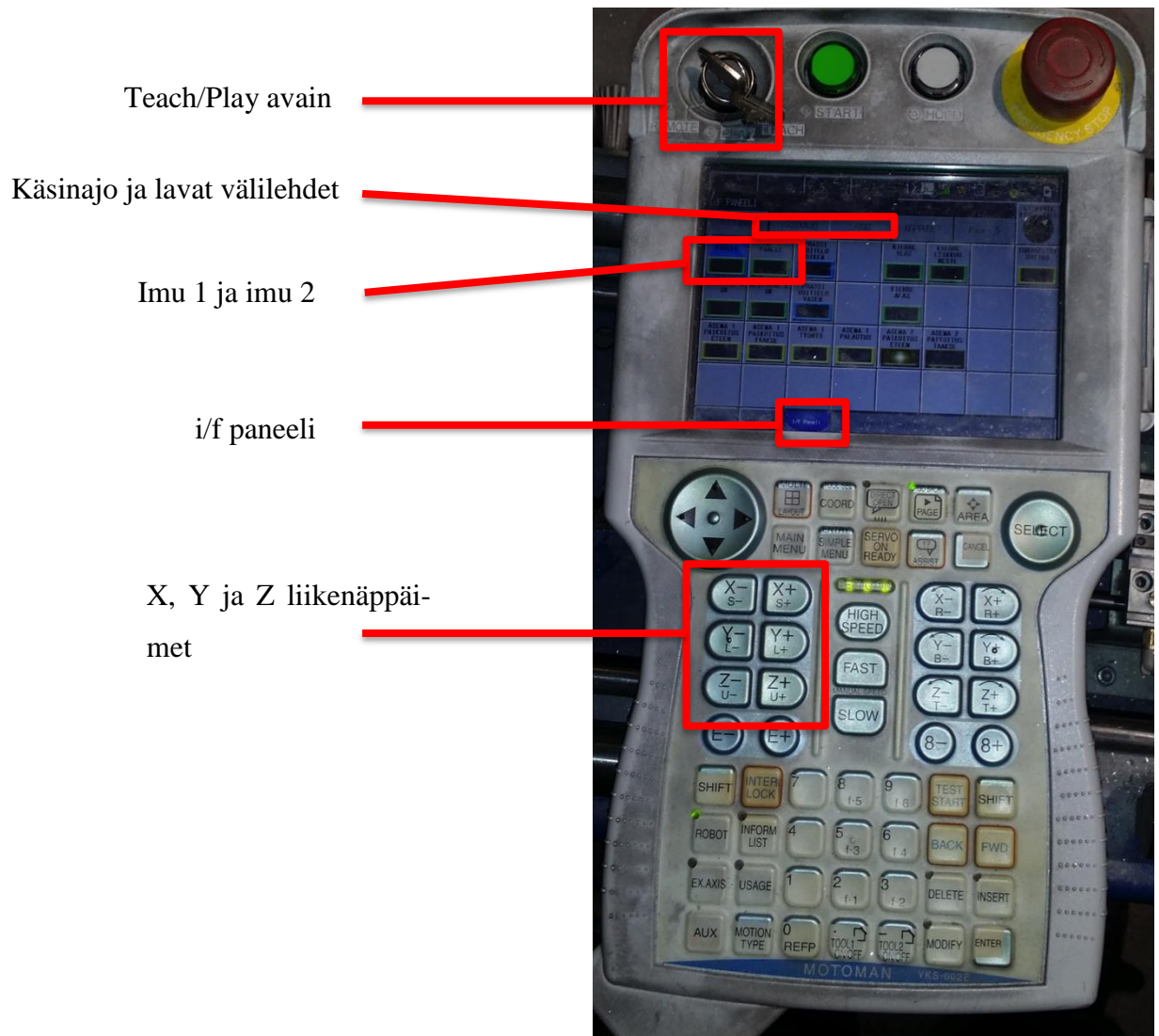
Työ valikosta valitse työ ja ota sieltä käynnissä oleva työ

Kuittaa ovi suljetuksi

Avain play asentoon, **SERVO ON READY** (näppäimen alla oleva valo syttyy)

Käsiäjolla kappaleet pöydälle

START



Kuva 5 Alipainehälytys noutaessa

Alipaine hälytys, tuote kiinni prässissä

8 (10)

Irroita tuote prässistä

Aseta se tarkasti keskelle imukuppeja

Avain teach asentoon

Servokytkin ja **INTERLOCK** pohjaan

TEST START varoen kunnes kappale pöydällä

Kuittaa ovi suljetuksi sinisellä oven vieressä olevalla napilla

Avain play asentoon

START

Tarkista tuote prässissä

Työnnä kappale paikalleen siten ettei se osu laaseriin

Nollaa virhe

Kuittaa ovi suljetuksi

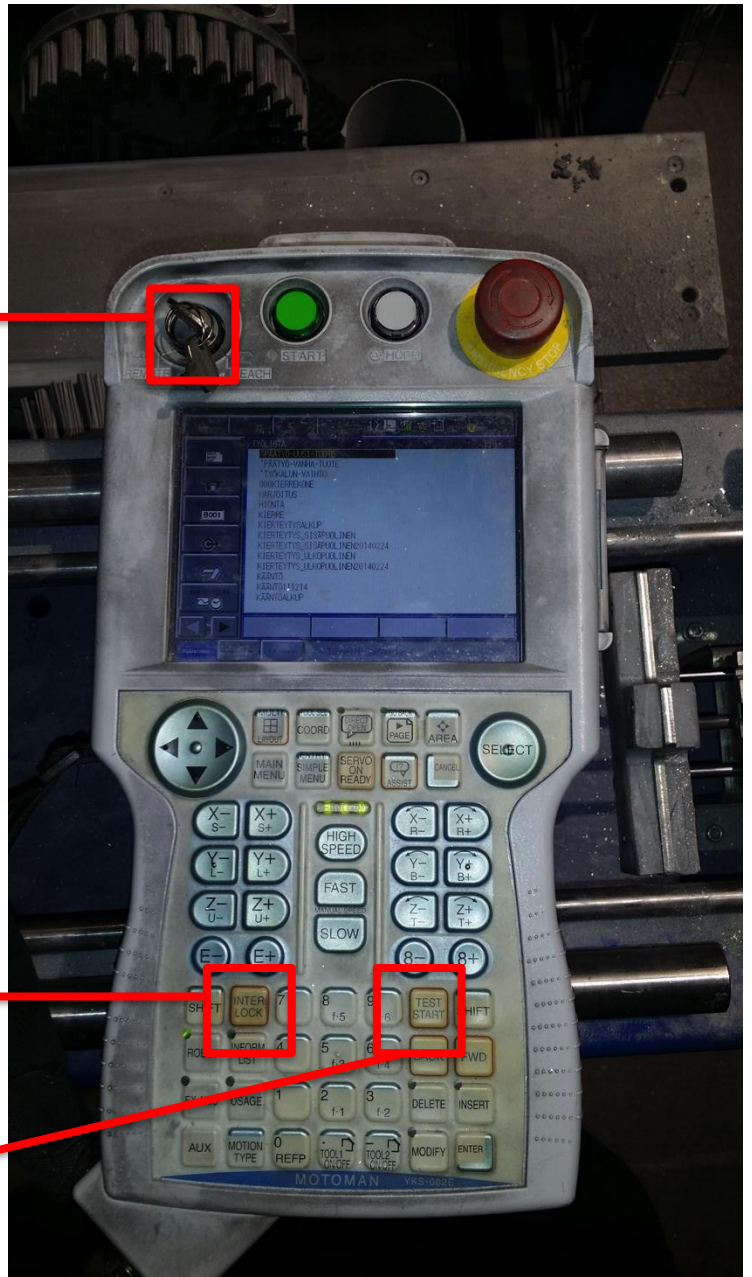
SERVO ON READY (näppäimen alla oleva valo syttyy)

START

Avain teach ja play

Interlock näppäin

Test start näppäin



Kuva 6 Alipainehälytys, tuote prässissä

Koneen käynnistys

10 (10)

Lava-asetat tyhjäksi käynnistyksen ajaksi

Tarkasta prässin öljyn taso

Sähkökytkimet On asentoon kummastakin sähkökaapista

Liukuhihna päälle

Paineilma auki

Kun prässi kuulostaa käynnistyneeltä, kuittaa se käyttöön sinisellä kuittaus painikkeella

Varmista, että muljua valuu prässin kaukaloon (aina käynnistäessä)