



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Nico Hagelberg

OTNA1-200E-KOKOONPANOAUTOMAAFIN

3. SOLUN SAANNON PARANTAMINEN

ABB Oy, Smart Power

Tekniikka
2023

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Nico Hagelberg
Opinnäytetyön nimi	Otna1-200E-kokoonpanoautomaatin 3. solun saannon parantaminen
Vuosi	2023
Kieli	suomi
Sivumäärä	48
Ohjaaja	Sami Elomaa

Opinnäytetyön tehtävänä oli parantaa Otna1-200E-kokoonpanoautomaatin tuotavuutta. Työn taustalla oli ABB Smart Power tehtaan LTE yksikön tekemä syöttölaitemuutos kolmannessa solussa, jossa oli käytön jälkeen ilmennyt ongelmia.

Työn teoreettinen osuus käsittelee automaatiota ja robotiikkaa nykypäivänä ja käydään aiheet läpi yleisellä tasolla. Työssä käytetään paljon robottien paikoitusta ja ohjelman muokkausta robotstudioissa. Tutkimusaineistona on koulumateriaali aiheista, sekä ABB:n osaavan henkilökunnan perehdytys ja toiminnan perusteellinen tarkkailu ja tehdyt havainnot.

Työllä saavutettiin noin 10 % pudotus huonoista kokoonpanoista mutta solun tahtiaikaa ei saatu parannettua. Työn lopussa käydään tapoja, jolla se on mahdollista.

Avainsanat	robotiikka, automaatio, kokoonpano, tuotanto
------------	--

ABSTRACT

Author	Nico Hagelberg
Title	Improving Yield of the Third Cell in Otna1-200E Assembly Machines.
Year	2023
Language	Finnish
Pages	48
Name of Supervisor	Sami Elomaa

The task of the thesis was to improve the yield of the Otna1-200E assembly machine. The thesis was based on the feeder change in the third cell made by the LTE unit of the ABB Smart Power plant, which had been problematic after use.

The theoretical part of the work deals with automation and robotics and goes through the topics on a general level. Small changes were planned and implemented in the work, which reduce defective configurations and a lot of teaching new targets to the robot and modifying program in the robotstudio. The used material was course material on topics, as well as the introduction of competent staff. The problem points in the cell were found by examining and using an assembly machine.

The thesis resulted in a drop of about 10 % from poor assemblies but the cell cycle time could not be improved. Proposals to shorten the cell cycle time are given in the thesis.

Keywords	Robotics, automation, assembly and production
----------	---

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	9
2	ABB SMART POWER.....	10
3	ROBOTSTUDIO	11
3.1	Ohjelmointi	11
4	AUTOMAATIO	12
4.1	Teollisuusautomaatio.....	12
4.2	Teollisuus 4.0	13
4.3	Robottiikka	13
4.3.1	Teollisuusrobotti	14
4.4	Kenttäväylät	14
4.4.1	PLC.....	14
5	KONENÄKÖ	16
6	AUTOMAATTISET SYÖTTÖLAITTEET	18
6.1	Omron Anyfeeder	18
6.2	Maljätäry	18
6.3	Lineaaritäry	19
7	OTNA1-200E NAPA	20
8	OTNA1-200E-KOKOONPANOAUTOMAATTI	22
8.1.1	Ensimmäinen solu	22
8.1.2	Toinen solu	26
8.1.3	Kolmas solu	28
8.1.4	Neljäs solu	29
9	KOLMANNEN SOLUN TOIMILAITTEET	32

9.1	IRB 1200	32
9.1.1	Koordinaatisto	32
9.2	Sammutuslevy syöttölaite	33
9.3	Kosketinrullien syöttölaite	33
9.4	Kosketinrullan kokoonpanopaikka.....	34
10	KOLMANNEN SOLUN ONGELMAT	35
10.1	Sammutuslevy syöttölaitteen ongelmat.....	35
10.2	Kosketinrullien syöttölaite ongelmat.....	37
10.3	Kosketinrullan kokoonpanopaikan ongelmat.....	37
11	KOLMANNEN SOLUN PROSESSIIN VAIKUTTAVIEN ONGELMIEN RATKAISUT .	38
11.1.1	Ensimmäisen solun poiminta	38
11.1.2	Ensimmäisen solun kokoonpano	41
12	KOLMANNEN SOLUN KORJAUKSET JOTKA ON TEHTY	42
13	KOLMANNEN SOLUN PROSESSIEN KEHITYSSUUNNITELMA.....	45
13.1	Sammutuslevy.....	45
13.2	Kosketinrulla	46
14	YHTEENVETO JA POHDINTAA	47
14.1	Ensimmäinen solu	47
	LÄHTEET	48

KUVA LUETTELO

Kuva 1. Navan osat numeroituna.	20
Kuva 2. Valmis napa.	21
Kuva 3. Koko automaatin layout.	22
Kuva 4. Veitsipaketti.	23
Kuva 5. Havainnollistava layout solusta yksi.	24
Kuva 6. Veitsipaketin tarttijat.	25
Kuva 7. Hylättyjen kokoonpanojen laatikko.	26
Kuva 8. Havainnollistava layout solusta 2.	27
Kuva 9. Sammutuslevyt.	28
Kuva 10. Kosketinrulla.	28
Kuva 11. Havainnollistava layout solusta 3.	29
Kuva 12. Tarkistus kameran hyväksytty kokoonpano yläpuolelta.	30
Kuva 13. Tarkistus kameran hyväksymä kokoonpano sivuprofiili.	30
Kuva 14. Hylätty kokoonpano.	31
Kuva 15. Havainnollistava layout solusta 4.	31
Kuva 16. Rullan poimintapaikka.	33
Kuva 17. Kosketinrullan kokoonpano jigi.	34
Kuva 18. Sammutuslevyt "selät" vastatusten.	36
Kuva 19. Sammutuslevyjen jonopaine.	36
Kuva 20. Havainnollistava kuva veitsi jigissä.	37
Kuva 21. Workobject data.	38
Kuva 22. Robotstudion integrated vision näkymä.	40
Kuva 23. Kameran ottama kuva.	40
Kuva 24. Kameran asetukset tunnistamista varten.	41
Kuva 25. Vanha anturin paikka.	42
Kuva 26. Uusi anturin paikka.	43
Kuva 27. Anturit 2 ja 3.	44
Kuva 28. Robotstudion paikoitus pisteiden koordinaatteja.	44

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Osien numerointi ja nimet	21
--	----

SANASTO

ABB = ASEA BROWN BROWERI

Kinematiikka = geometrinen liikeoppi

IoT = Internet of Things (Esineiden internet) tarkoittaa fyysisten esineiden välisiä yhteyksiä, kuten anturien tai koneiden ja Internetin välillä.

Cobot = yhteistyörobotti (collaborative robot)

DOF = degrees of freedom (vapausaste)

TKP = työkalupiste

Offset = kahden samassa linjassa olevan kappaleen etäisyys toisistaan

Resoluutio = Kuvatarkkuus

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty ABB Oy:n Electrification –divisioonan alaisuudessa toimivalle Smart Power -yksikön LTE-tiimille. LTE-tiimi vastaa tuotannon kehittämistä ja ylläpidosta. Otna1-200E-kokoonpanoautomaattiin vaihdettiin loka-kuussa 2022 uusi syöttölaite, koska vanha syöttölaite ei ollut riittävän tehokas. Käytön myötä uudessa syöttölaitteessa on ilmennyt ongelmakohteita.

Työhön kuuluu kaikki kolmannen solun prosessiin vaikuttavat tekijät. Tavoitteina on löytää ongelmakohdat ja suunnitella näihin parannukset/korjaukset.

Raportin ensimmäisessä osassa käydään läpi automaatiota ja siihen liittyviä aiheita, kuten robotiikka ja työhön käytettyä ohjelmistoa. Teoreettisen osuuden jälkeen käydään läpi työhön tutustuminen ja työn kohde. Tutustumisen jälkeen käydään läpi kohteen ongelmat. Työn kolmas osa käsittelee ongelmien ratkaisuja ja suunnitelmia tahtiajan parantamiseen. Työn lopetuksessa käydään läpi työn tuloksia ja yksi jatkokehitys suunnitelma.

2 ABB SMART POWER

ABB:n Smart Power -liiketoimintalinjan Vaasan tehdas on kytkintuotteiden markkinajohtaja maailmassa. Smart Power valmistaa vaihtokytkimiä, kuormankytkimiä, koteloituja kytkimiä, turvakytkimiä, kytkinvarokkeita ja nokkakytkimiä. Tuotteita käytetään muun muassa varavoima-, aurinkovoima- ja IT-konesalien sekä teollisuuden sähkönsyötön varmistuksen järjestelmissä. Vaasan tehdas työllistää noin 300 henkilöä ja se vastaa globaalisti kytkintuotteiden valmistuksesta ja tuotekehityksestä sekä myynnistä ja markkinoinnista. /2/

3 ROBOTSTUDIO

Robostudio on ABB:n kehittämä ja maailman käytetyin ohjelmointi- ja simulaatioalusta roboteille. Robotstudiosta löytyy työkaluja, joita hyödyntämällä voi suorittaa esimerkiksi koulutus-, optimointi ja simulaatiotehtäviä niin, ettei tuotanto häiriinny. Offline-ohjelmoinnilla on useita etuja kuten riskien vähentäminen, tuottavuuden lisääminen, nopeampi käyttöönotto ja vaihto. Robotstudio perustuu ABB virtual controlleriin eli tarkkaan kopioon reaaliaikaisen maailman robotteja ohjaavasta ohjelmistosta. /1/

3.1 Ohjelmointi

Ohjelmoinnilla pyritään luomaan robotin toimintajärjestys ja logiikka, jotta robotin käsivarren liikkeet vastaisivat sovelluksessa tarvittavien työkalu liikkeiden toteuttamista. RAPID-sovellus tai -ohjelma sisältää käskysarjan, joka ohjaa robottia sen suorittaessa tehtäviä. RAPID-ohjelmoinnin kieli on englantia ja se sisältää käskyjä. Käskyillä voidaan liikuttaa robottia, lukea syötettä ja määrittää tuloste. Käskyjä voi myös olla päätösten tekemiseen, toisten käskyjen toistamiseen sekä yhteyden muodostamiseen muihin järjestelmiin. /3/

Ohjelmat kannattaa jakaa osiin, jossa päärutiinin alla on vain aliohjelmakutsuja. Näiden avulla ohjelman seuraaminen selkeytyy. Samankaltaiset toiminnot on hyvä tehdä omana rutiinina, joita kutsutaan tarvittaessa. /3/

4 AUTOMAATIO

Automaatio on tekniikan käyttöä tehtävien suorittamiseen, missä ihmisen rooli on minimoitu. Automaatio sana tulee kreikan kielen sanoista auto (itse) ja matos (liikkuva). Automaatioon sisältyy liiketoiminta prosessien automatisointi, IT-automaatio, järjestelmien välisen integroinnin automatisointi, internet automaatio, teollisuusautomaatio ja monenlaiset kuluttajasovellukset kuten kodin automaatio.

4.1 Teollisuusautomaatio

Teollisuusautomaatio on tekniikoiden, kuten tietokoneohjelmistojen ja robotiikan käyttöä koneiden ja prosessien ohjaamisessa. Automaatiolla korvataan ihmiset tekemässä kyseisiä toimintoja. Toiminnot liittyvät yleensä valmistus-, laadunvalvonta- ja materiaalinkäsittelyprosesseihin.

Teollisuusautomaation alkuperäiset tavoitteet olivat tuottavuuden lisääminen ja suuren työvoiman ylläpidon kustannusten vähentäminen. Nykyaikana tavoitteet ovat muuttuneet ja ne keskittyvät enemmän laadun ja joustavuuden parantamiseen, poistamalla ihmisestä johtuvat virheet. Valmistusprosessit voivat olla joustavampia automatisoidusti, koska robotit voidaan ohjelmoida suorittamaan uusia tehtäviä nopeammin kuin vastaavasti perehdyttää ihminen tekemään uusia tehtäviä. Tuotantolinjat voivat myös muuttua turvallisemmiksi työntekijöille, kun robotit otetaan käyttöön vaarallisimmissa olosuhteissa.

Teollisuusautomaation suurimmat haittapuolet ovat suuret alkuinvestoinnit, joita tarvitaan siirtymiseen automatisoituihin tuotantolinjoihin ja kustannukset, jotka aiheutuvat työntekijöiden kouluttamisesta käsittelemään laitteita. Toinen haitta on mahdollinen yhteiskunnallinen vaikutus: monet työntekijät ovat huolissaan työpaikastaan, koska automaatio voi tehdä heidän taidoistaan, koulutuksestaan ja kokemuksestaan tarpeettomia. /10/

4.2 Teollisuus 4.0

Teollisuusautomaatio liitetään usein ”neljänteen teolliseen vallankumoukseen”, jota kutsutaan myös nimellä Teollisuus 4.0. Teollisuus 4.0 on Saksan hallituksen luoma käsite, jolla tarkoitetaan teollisen vallankumouksen uusinta vaihetta. Tässä teollisuuden vaiheessa liiketoimintamallit ja valmistus muuttuvat digitalisoidulla ja hyödyntämällä uutta teknologiaa. /5/

Teollisuus 4.0 on kokonaisuus, mihin liittyy voimakkaasti yhdistettävyyys esineiden internetin (IoT) kautta, automaatio, koneoppiminen ja reaaliaikainen data. Tämä konsepti tarjoaa laajemman, toisiinsa yhdistetyn ja kokonaisvaltaisemman valmistuksen. Konsepti myös yhdistää fyysisen digitaaliseen ja sallii helpomman yhteistyön ja pääsyn yrityksen eri osastojen, myyjien, kumppanien, tuotteiden ja ihmisten välillä. /9/

4.3 Robotiikka

Robotiikka on tieteen yhtymäkohta, mikä käyttää hyödykseen konetekniikan, materiaali opin, antureiden valmistuksen ja algoritmien jatkuvaa kehittymistä. Näin ollen robotiikka käsittää robottijärjestelmän suunnittelua, rakentamista, simulointia ja käyttämistä. Robot sanaa käytti ensimmäisenä tšekkiläinen kirjailija Karel Capek. Hän käytti koneihmistä tarkoittavaa sanaa ensi kerran vuonna 1923 näytelmässään R.U.R. Rossum’s Universal Robots, mutta sanan keksi kirjailijan veli Josef Capek. Sana tulee tšekin kielen sanasta robota, joka tarkoittaa raatamista tai pakkotyötä. /3/

Teollisuusrobotiikan uusimman aluevaltauksen eli yhteistyörobottien (Cobot) ja mobiilirobottien myötä teollisuus- ja palvelurobotiikan rajat hämärtyvät ja voidaan sanoa, että ne sulautuvat yhteen. /3/

4.3.1 Teollisuusrobotti

Teollisuusrobotti on itsestään toimiva käsittelylaite, jolla on 3 tai useampi uudeen ohjelmitavissa olevaa akselia (DOF). Akselit voidaan kiinnittää paikoilleen tai kytkeä liikkuviksi teollisuuden automaatio sovelluksissa. /3/

Mobiili- ja yhteistyörobottien lisääntyessä teollisuudessa robottien käyttökohteet lisääntyvät ja monipuolistuvat. Robotteja on mahdollista käyttää nykypäivän konepalveluna, siirtorobotteina ja prosessirobotteina. /3/

Teollisuudessa työn tuottavuus tarkoittaa kiinteä hintaista jalostusarvoa työtuntia kohden. Tuottavuutta voidaan nostaa teknologisella kehityksellä, työpanoksen laadulla ja pääomaintensiteettiä kasvattamalla. Robotiikka on hyvä tuottavuuden kasvattaja, sillä investointi uuteen teknologiaan pakottaa työn tekijät oppimaan uutta. /3/

4.4 Kenttäväylät

Kenttäväylät ovat soluohjauksessa käytettäviä tiedonsiirto väyliä. Kenttäväyliä käytetään automaatiossa siirtämään tietoa järjestelmää mittaavien antureiden, ohjausjärjestelmän ja ohjattavien toimilaitteiden välillä. Kenttäväyliä on erilaisia, sillä ne määritetään asiakkaan vaatimusten mukaan riippuen käyttökohteista. /12/

4.4.1 PLC

Ohjelmitava logiikka tai PLC on pieni tietokone, jota käytetään automaatioprosessien ohjaamiseen. Ohjelmitava logiikka koostuu yhdestä tai useasta mikroprosessorista, joissa on joko modulaarisia tai integroituja tulo- ja lähtöportteja. Portteihin on kytketty kentällä olevia antureita ja toimilaitteita. Tulo- ja lähtöportit vastaanottavat kahden tyyppisiä signaaleja, digitaalisia ja analogisia. Digitaalinen signaali on 1 tai 0 (tosi tai epätosi). Analoginen signaali on jatkuva virta- ja

jännitesignaali, jonka arvo muuttuu mitattavan suureen muuttuessa. Eli analoginen anturi voi jakaa 0 ja 1 välisen tilan useampaan osaan. /11/

Logiikka ohjaa toimilaitteita tehdyn ohjelman ja antureiden antamien tietojen mukaisesti. Ohjelmoitavat logiikat toimivat kiertävällä ohjelman käsittelyperiaatteella, jossa ohjelmakierto koostuu tietyistä rutiineista. Kierron aikana tutkitaan mikroprosessorin tai toimilaitteiden tilaa ja suoritetaan sovellusohjelma vaihe vaiheelta, sekä päivitetään tulot ja lähdöt. Kierrosta voidaan poiketa esim. keskeytystapahtumilla.

5 KONENÄKÖ

Konenäkö on kameraan ja automaattiseen kuvankäsittelyyn perustuva havainnointijärjestelmä. Konenäkö koostuu yleisesti valonlähteestä, linssistä, kuvasensorista, tiedonsiirtokaapeleista ja kuvankäsittely ohjelmasta. Muiden komponenttien lisääminen konenäkö järjestelmiin lisää sen sopivuutta erilaisiin käyttökohteisiin. Konenäköllä suoritetaan tarkoin ohjelmoituja tehtäviä. Konenäkö järjestelmiä käytetään tehtäviin, jossa optisen tarkastuksen tulee olla nopea, tarkka, ympärivuorokautista ja toistettavaa. /7/

Valotus on konenäkölle tärkeä, koska valaistuksen avulla kappaleiden halutut muodot ja yksityiskohdat tuodaan esiin. Kameralla tuotettu kuva siirretään digitaalisesa muodossa liitäntäkortin kautta koneelle, missä sitä voidaan käsitellä. Kuvaa voidaan käsitellä monin tavoin, sillä siitä voidaan suodattaa kohinaa pois tai se voidaan muuttaa harmaansävyisestä täysin mustavalkoiseksi. Käsittelyn jälkeen kuvasta voidaan tarkistaa, mitata, tunnistaa kappaleita tai osia. Tulosten perusteella tietokoneohjelma arvostelee ennalta määrätyn ohjelman mukaan kappaleen. Tuloksen tieto siirretään eteenpäin seuraaville laitteille, jotka suorittavat tiedon perusteella tarvittavan tehtävän. Uusien tiedonsiirto väylien lisääntyessä kameroiden lisääminen järjestelmiin helpottuu, sillä omaa liitäntäkorttia ei tarvita. Erillinen tietokonekaan ei ole välttämätön, sillä löytyy kameroita, joissa on sisään rakennettu tietokone. Älykameran käyttö on edullisempaa ja varmempaa kuin erillisen tietokoneen ja liitäntäkortin käyttö. /4,7/

Teollisuuden kokoonpano sovelluksissa käytetään yleisesti kahden tyyppisiä kameroita, jotka ovat alueskannaus ja linjaskannaus. Alueskannauskamera ottaa suorakulmaisen tasokuvan kappaleesta ja pikselien määrä kuvassa vastaa kuvan leveyttä ja korkeutta. Alueskannauskameroita käytetään kappaleihin, jotka ovat samankokoisia ja muotoisia. Linjaskannauskamera rakentaa kuvan pikseli kerrallaan ja ne soveltuvat hyvin liikkuvien ja erikokoisten kappaleiden kuvaamiseen.

Linjaskannaus kamerat eivät ole niin rajoitettuja tiettyyn resoluutioon kuin alueskannauskamerat. /4/

6 AUTOMAATTISET SYÖTTÖLAITTEET

Tässä luvussa käydään automaatin käyttämiä syöttölaitteita läpi. Syöttölaitteita käytetään, kun halutaan tehokas tuotanto. Tällöin syötettävän kappaleen tulee olla tietyssä paikassa tiettyyn aikaan. Syöttölaitteiden yhdistävä tekijä on, että niiden toiminta perustuu käsiteltävän kappaleen mekaanisiin ominaisuuksiin eli kappaleen muotoon, kokoon ja massakeskipisteeseen.

6.1 Omron Anyfeeder

Anyfeeder on konenäköä hyödyntävä kappaleiden syöttölaite. Anyfeedereitä on neljää erilaista kokoa. Käsiteltävien kappaleiden koko ja muodot määrittää minkä kokoisen anyfeederin käyttäjä tarvitsee.

Anyfeederin toiminta perustuu servo-ohjattuun värinään. Anyfeederissä on paikallaan pysyvä värähtelevä taso. Laite pystyy liikuttamaan kappaleita eteen ja taaksepäin. Laite pystyy myös pompauttamaan kappaleita, jos ne on juuttunut toisiinsa tai päällekkäin. Laitetta käytetään siirtämään kappaleita poiminta-alustalle, josta konenäköä hyödyntämällä robotti poimii ne. Anyfeederin poiminta-alustan alle on sijoitettu taustavalo korostamaan kappaleiden reunoja ja helpottamaan tunnistamista. Anyfeederille käyttäjä on antanut reseptin, kuinka toimia, jos konenäkö ei tunnista kappaleita poiminta-alustalta. Laite voi pompauttaa kappaleita tai täristä, jonka jälkeen kamera ottaa kuvan. Näitä käyttäjän määrittelemiä käskyjä laite toistaa, kunnes kamera saa tunnistettua kappaleen ja robotti poimii sen. Kappaleet syötetään laitteen säilytyslaatikkoon, joka sijaitsee poiminta-alustan yläpuolella. Säilytyslaatikosta laite annostelee kappaleet värinällä poiminta-alustalle. /8/

6.2 Maljatäry

Maljatäry on yleinen massatuotannossa käytetty syöttölaite kappaleiden siirtämiseen. Majatäryä käytetään, kun halutaan syöttää suuria määriä pieniä kappaleita. Maljatäryn toiminta perustuu laitteen tuottamaan värinään ja painovoii-

maan. Tärinä saa kappaleen liikkumaan maljan pohjalla, ja kappaleen mekaaniset ominaisuudet mahdollistavat kappaleen ohjaamisen oikeaan asentoon.

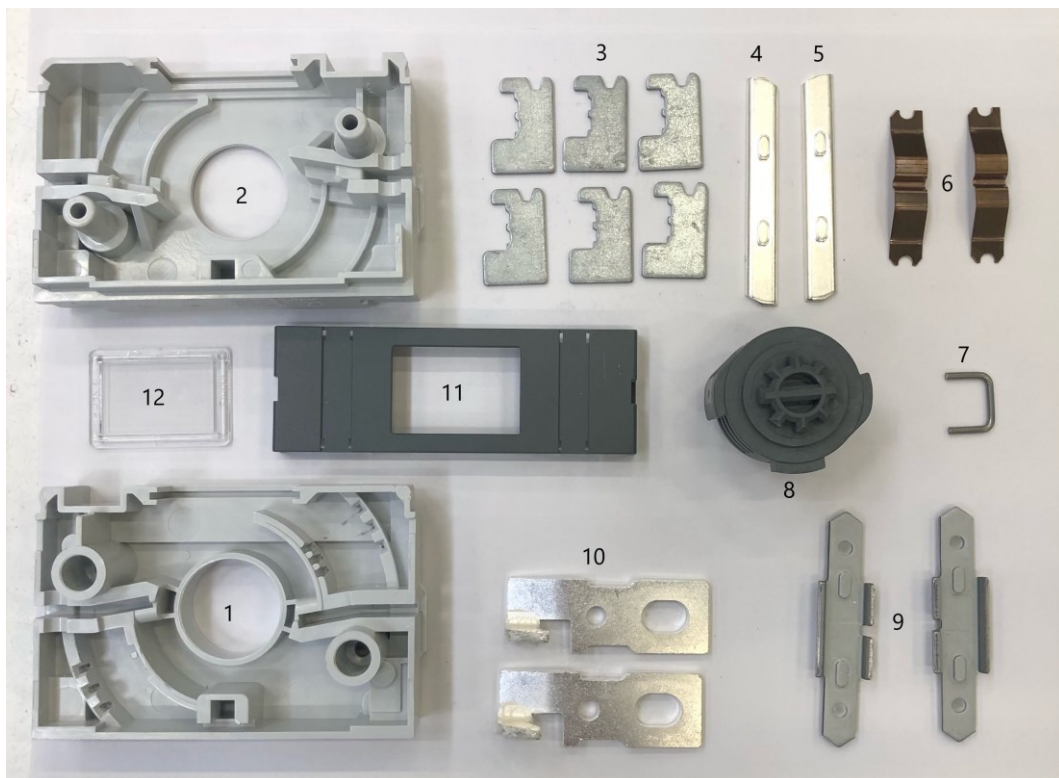
Maljan alapuolella on vinoon kulmaan asennetut jouset, jotka kiinnittyvät sähkömagneettiin. Sähkömagneetti värähtelee aiheuttaen sen, että jouset jännittyvät ja aina kun virta katkeaa magneetilta niin jouset pompauttavat maljaa. Tämä liike irrottaa kappaleet maljan pinnasta. Maljan pohja on yleensä kupera, jotta värinän avulla kappaleet ohjautuvat maljan reunoihin. Maljan reunoilta lähtee spiraalinmuotoinen rata, johon on sijoitettu erilaisia esteitä orientoimaan kappaleita oikeinpäin ja pudottamaan väärinpäin olevat kappaleet. Maljan koko, muoto, värähtelytaajuus ja nousukulmat määritellään käsiteltävien kappaleiden mukaan. Maljätäryyn kappaleet syötetään joko käsin tai liukuhihnan annostelemana. /6/

6.3 Lineaaritäry

Lineaaritäryn toimintaperiaate on hyvin samanlainen kuin maljätäryn. Lineaaritäryn värähtely on edestakaista liikettä suoraan eteenpäin, kuin taas maljätäryn värähtely on edestakaista liikettä keskiakselinsa ympäri.

7 OTNA1-200E NAPA

Napa on kytkimestä se osa, joka katkaisee virran ja kestää vikatilanteet. Napoja käytetään OT200E-vaihtokytkimen eri modeissa. Otna1-200E-navan rakenne koostuu 12 eri kokoisesta ja muotoisesta osasta. Osia on yhteensä 20.



Kuva 1. Navan osat numeroituna.

Taulukko 1. Osien numerointi ja nimet.

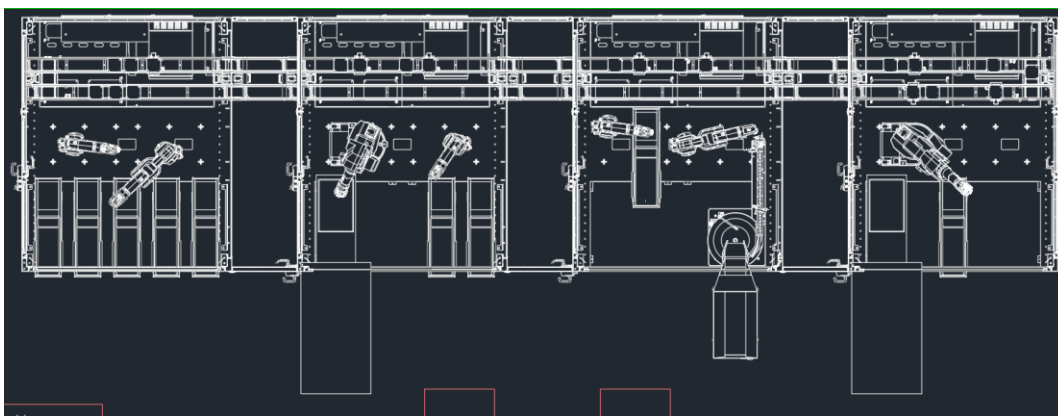
1	Kehys A	7	Sulkijajousi
2	Kehys B	8	Kosketinrulla
3	Sammutuslevy	9	Kosketinrauta
4	Kosketinveitsi 1	10	Kosketin
5	Kosketinveitsi 2	11	Kansi
6	Kosketinjousi	12	Ikkuna

Tällä hetkellä Smart Powerilla on käytössä kaksi eri versiota navasta. Versiot ovat toimittajan navat, jotka kootaan käsikokoonpanolla ja kokoonpanoautomaatin navat. Napojen rakenteellinen ero ei ole huomattava.

**Kuva 2.** Valmis napa.

8 OTNA1-200E-KOKOONPANOAUTOMAATTI

Kokoonpanoautomaatti kokoaa nimensä mukaisesti OTNA1-200E-napoja. Kokoonpanoautomaatti koostuu neljästä robotisoidusta solusta. Kokoonpanoautomaatin kokoonpanot suoritetaan paleteille. Paletit kulkevat solujen läpi. Paletit ovat varusteltu saattomuistilla. Saattomuistin avulla automaatilla on tieto mitä kullakin paletilla on kyseisellä hetkellä.



Kuva 3. Koko automaatin layout.

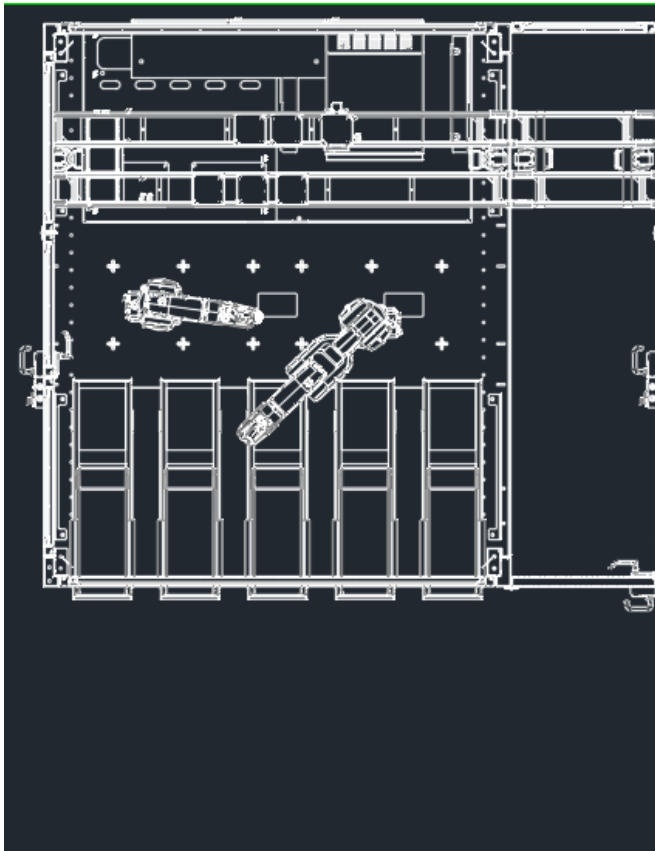
8.1.1 Ensimmäinen solu

Kokoonpanoautomaatin ensimmäinen solu valmistaa napaan kosketinveitsipaketin. Veitsipaketti koostuu kahdesta kosketinjousesta, kosketinraudasta ja kahdesta eri veitsestä, jotka lukitaan paketiksi kiinnitysjousella.



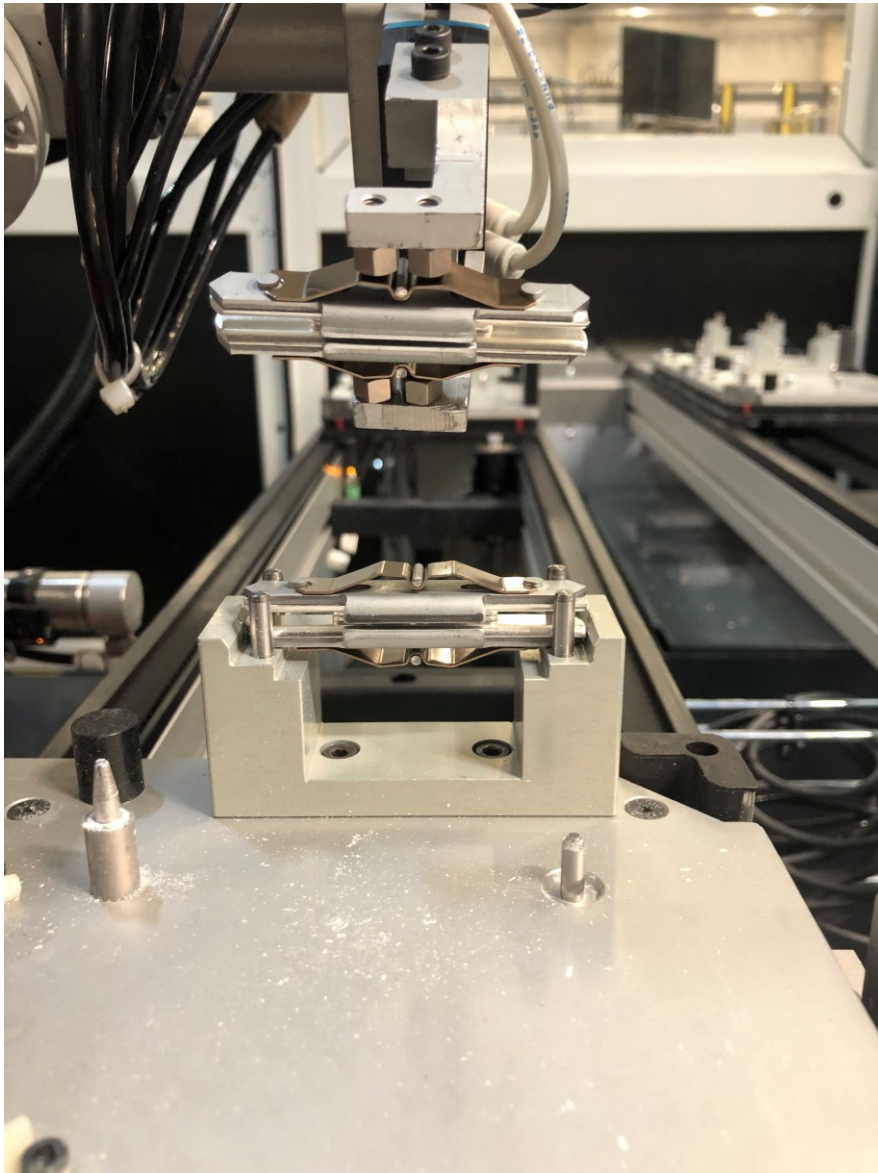
Kuva 4. Veitsipaketti.

Solussa on kaksi ABB:n robottia, joiden välissä on automaattinen kääntöpöytä. Kääntöpöydässä on kokoonpanojigit.



Kuva 5. Havainnollistava layout solusta yksi.

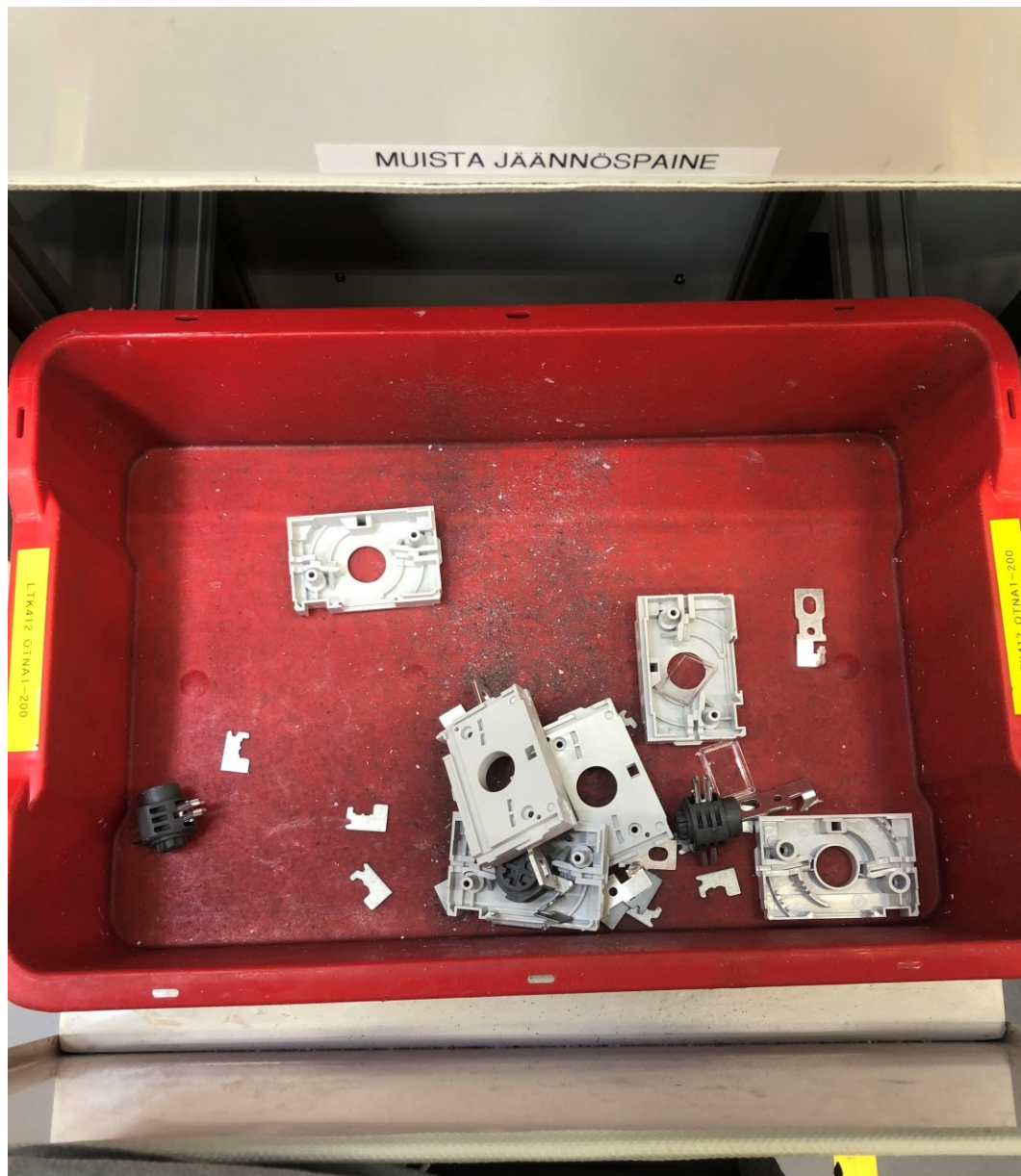
Ensimmäinen robotti aloittaa kokoonpanon laittamalla paketin osista kaksi joustaa ja veitsiraudan kokoonpanojigiin. Tämän jälkeen toinen robotti asentaa kosketinveitset, jonka jälkeen pöytä nostaa puolet toisiinsa kiinni ja robotti sulkee pake-
tin. Kokoonpanon valmistuttua toinen robotti nostaa paketin paletille.



Kuva 6. Veitsipaketin tarttijat.

Ensimmäisessä solussa on myös automaatin hylättyjen kokoonpanojen laatikko.

Hylätyt kokoonpanot korjataan käsin.

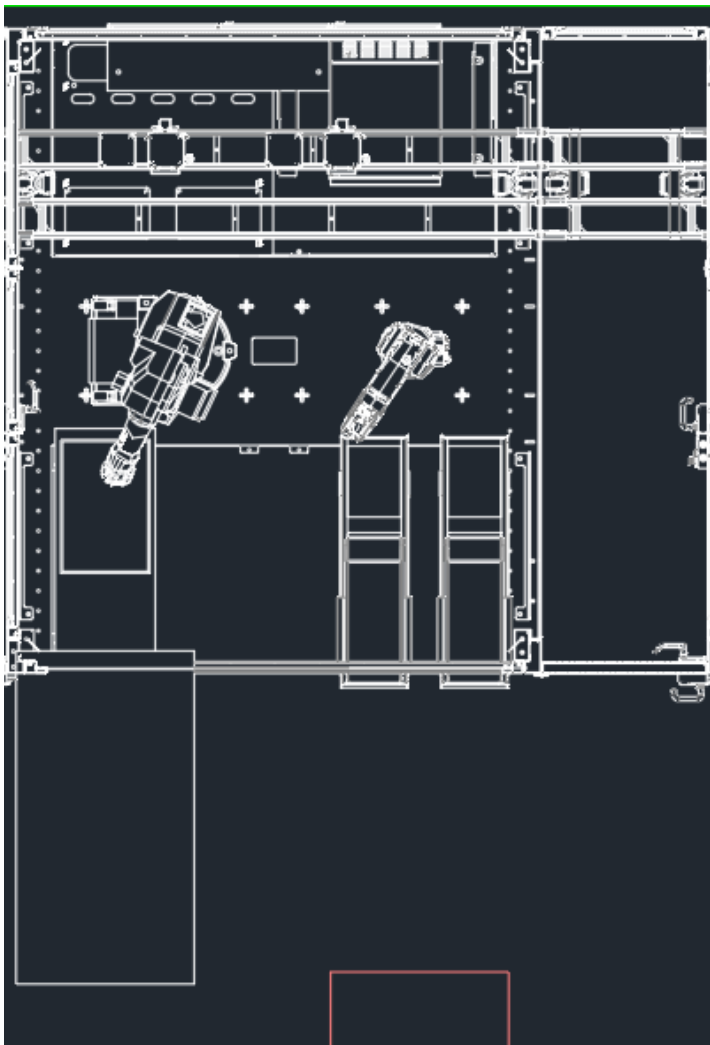


Kuva 7. Hylättyjen kokoonpanojen laatikko.

8.1.2 Toinen solu

Automaatin toisessa solussa on kaksi eri pistettä, joissa kummassakin robotti suorittaa kokoonpanon. Ensimmäisessä vaiheessa robotti poimii konenäköä hyödyntämällä laatikosta navan rungon ja syöttölaitteelta ikkunan ja asentaa palettil-

le rungon. Runko koostuu kahdesta kehyksestä, kehys A ja B. Kun robotti on asentanut rungon paletille niin nostaa se kehyksen B rungosta pois. Kehykseen A suoritetaan kaikki kokoonpanot automaattissa. Kun kehykset on erotettu niin robotti suorittaa ikkunan kokoonpanon ja paletti siirtyy seuraavaan pisteeseen. Seuraavassa pisteessä robotti poimii koskettimen syöttölaitteelta ja siirtää sen rasvauslaitteelle. Rasvauksen jälkeen robotti asentaa kaksi kosketinta kehykseen.



Kuva 8. Havainnollistava layout solusta 2.

8.1.3 Kolmas solu

Kolmannessa solussa on kaksi prosessia, joissa suoritetaan kokoonpano. Ensimmäisessä vaiheessa navan kehukseen asennetaan sammutuslevyt kuusi kpl.

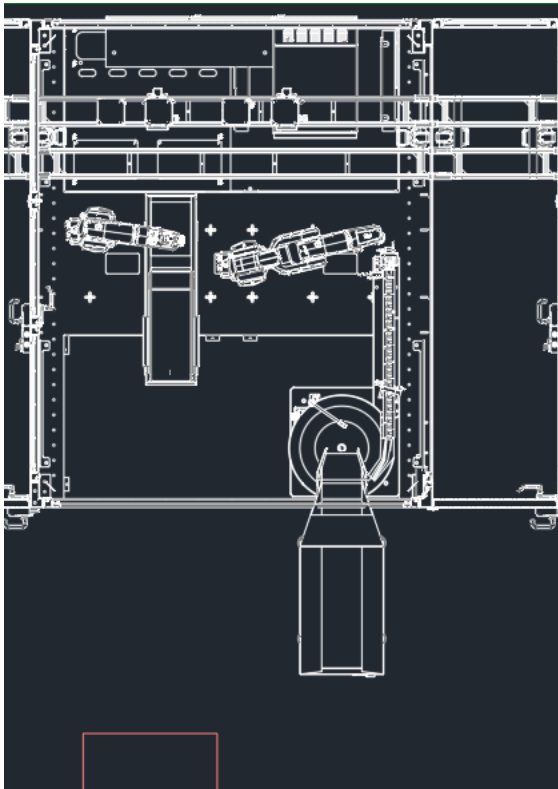


Kuva 9. Sammutuslevyt.

Toisessa vaiheessa napaan asennetaan kosketinrulla. Kosketinrulla sisältää kosketinveitsipaketin.



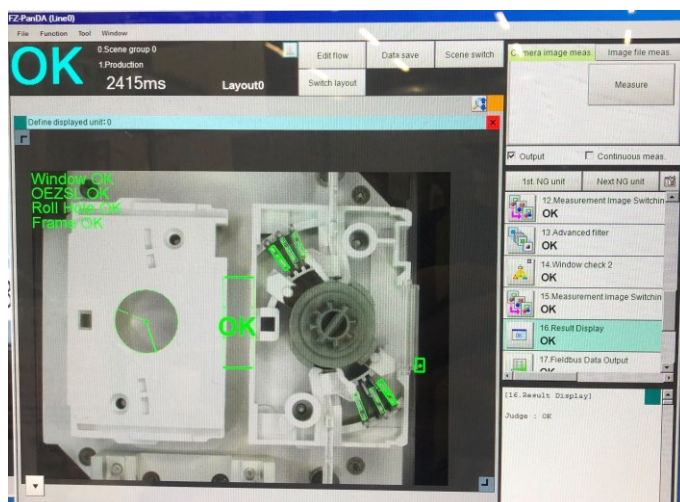
Kuva 10. Kosketinrulla.



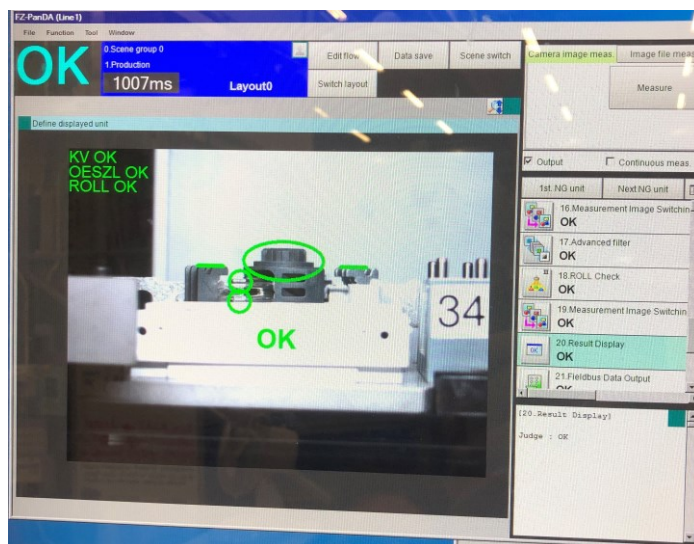
Kuva 11. Havainnollistava layout solusta 3.

8.1.4 Neljäs solu

Neljännessä solussa napaan tehdään lopputarkastus konenäön avulla. Tällä selvitetään, onko kokoonpano hyväksytty vai hylätty. Jos kokoonpano on hyväksytty, niin robotti asentaa navan kehyksen B paikalleen ja kansi asennetaan paineilmasyylinterillä paikoilleen.



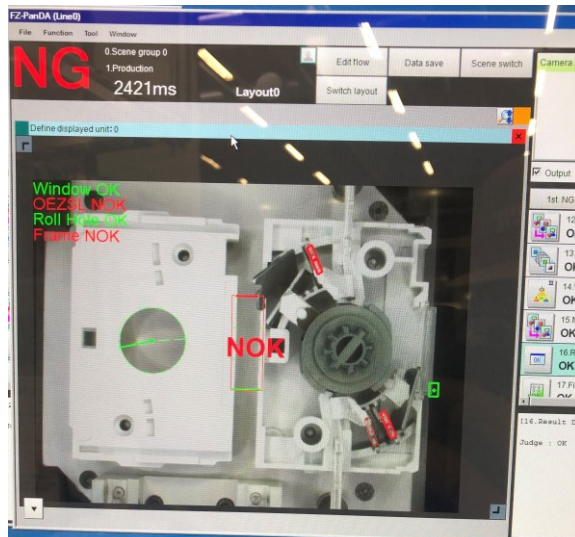
Kuva 12. Tarkistuskameran hyväksytty kokoonpano yläpuolelta.



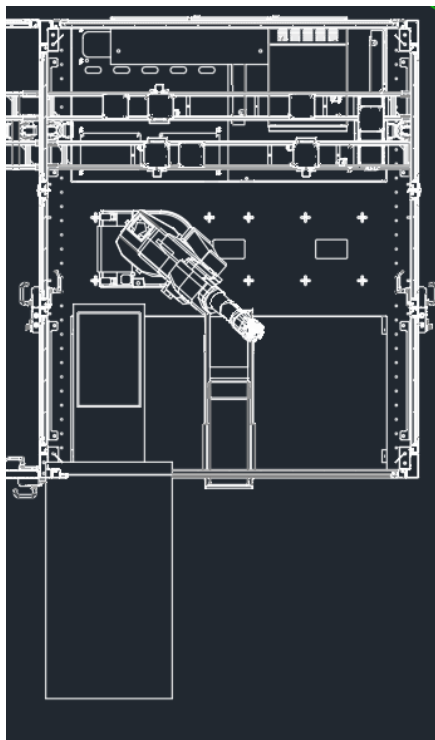
Kuva 13. Tarkistuskameran hyväksymä kokoonpano sivuprofiili.

Kun hyväksytty napa tulee paletti kuljettimen pätyyn kääntöpaikalle, niin laaseroidaan siihen QR-koodi, joka sisältää ajan siitä koska napa on valmistunut. QR-koodin tiedoilla napoja pystyy jäljittämään ja näin ollen pystytään seuraamaan laatua. Hyväksytyille navoille suoritetaan laaseroinnin jälkeen testi. Navasta testataan momentit, kääntökulma, yhdistäminen ja oikosulku. Jos testien tulos on hyväksytty niin robotti siirtää navan laatikkoon tuotantoa varten tai kuljettimelle. Kuljettimella napa siirtyy toiselle automaatile. Hylätty testi tulos siirtyy punai-

seen laatikkoon, jotka tutkitaan ja testataan käsitesterillä. Hylätyt kokoonpanot kulkevat neljännen solun vaiheiden läpi suoraan ja siirtyvät ensimmäiseen soluun, missä paletit tyhjätyään laatikkoon.



Kuva 14. Hylätty kokoonpano.



Kuva 15. Havainnollistava layout solusta 4.

9 KOLMANNEN SOLUN TOIMILAITTEET

Tässä kappaleessa käydään läpi kolmannessa solussa olevat toimilaitteet. Käytävät toimilaitteet ovat solun robotit ja syöttölaitteet.

9.1 IRB 1200

Solussa on kaksi ABB:n IRB 1200 -robottia, jotka ovat kiertyvänivelisiä robotteja. Robottien kantokyky on 5 kg ja niiden työskentelyalue on 900 mm. Kiertyvänivelisissä roboteissa kaikki robotin vapausasteet (DOF) ovat kiertyviä ja vapausasteita roboteissa on yleensä kuusi, viisi tai seitsemän. Nämä nivelet ja niitä yhdistävät liikevarret muodostavat kinemaattisen ketjun. Kinematiikan avulla voidaan tutkia robotin asemia, nopeuksia ja kiihtyvyyksiä huomiomatta ulkoisiavoimia. Suoran kinematiikalla ratkaistaan missä robotin työkalupiste sijaitsee tällä hetkellä ja käänteisen kinematiikan avulla selvitetään oikeat nivelkulmat paikoitukselle.

9.1.1 Koordinaatisto

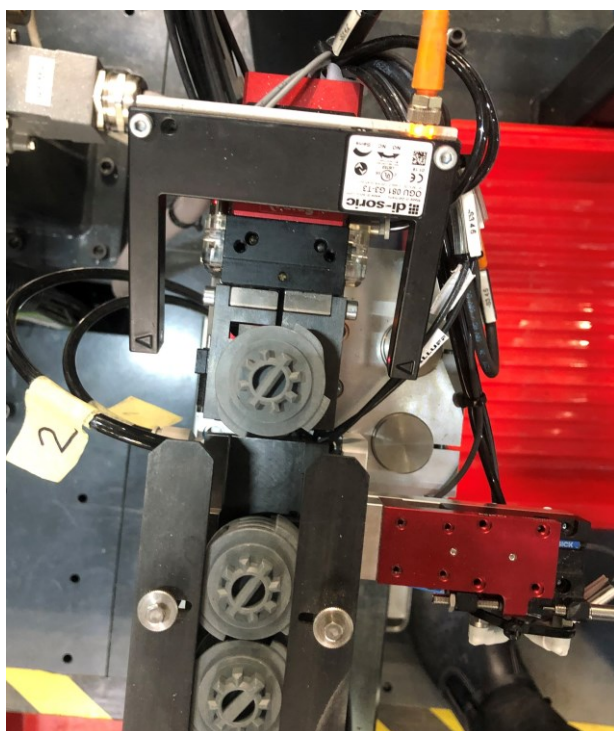
Robotin perustehtävä on liikutella työkalua määrättyihin paikoituksiin. Tehtävän suorittamiseksi numeerisesti työkalupisteen (TKP) paikka ja orientaatio on pysyttävä kuvaamaan matemaattisesti. Robotti laskee jatkuvasti TKP:n paikkaa työavaruuksessa, jotta järjestelmällä on tieto työkalun asemasta peruskoordinaatistossa. Kaikki robotin paikoituksetkin esitetään koordinaatistoina ja robotin tehtävä on siirtää työkalun TKP vastaavan asemaan. Tehtävän aikana robotin ohjaus laskee kinematiikan avulla nivelille sellaisen asennon, että TKP:n paikoitus toteutuu. Kun robotille vaihdetaan työkalu, täytyy myös työkalun TKP määrittää. Yleisesti paikoitukset määritetään käyttäen robotin jalustaan sijoitettua koordinaatistoa (World, Base). Työalueelle voidaan myös määrittää muita koordinaatistoja helpottamaan ohjelmointia. /3/

9.2 Sammutuslevy syöttölaite

Sammutuslevyjen syöttölaite on maljatäry, jota käytetään usein bulkkipakkauksissa olevien kappaleiden orientoimisessa oikeaan asentoon. Syöttölaite on varustettu lineaaritäryllä, joka siirtää kappaleet poimintapaikalle. Syöttölaite kokonaisuudessaan on kolme anturia, joista kaksi (2 ja 3) on poimintapaikalla ja yksi lineaari- (1) varrella. Sammutuslevy poimintapaikka kertoo robotille, kun sammutuslevy on valmiina poimittavaksi sekä sammutuslevyn asennon. Lineaaritäryllä oleva anturi kertoo maljalle, onko lineaarilla tavaraa.

9.3 Kosketinrullien syöttölaite

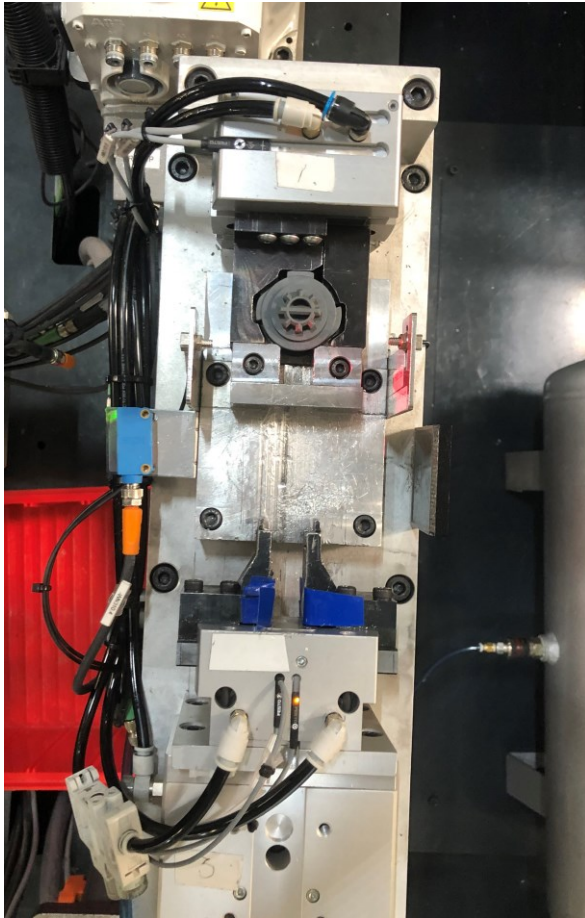
Rullien syöttölaite on myös räätälöity maljatäry, joka on varustettu lineaaritäryllä ja poimintapaikalla.



Kuva 16. Rullan poimintapaikka.

9.4 Kosketinrullan kokoonpanopaikka

Rullat siirretään poimintapaikalta veitsipaketin asennusjigiin. Robotti orientoi rullan jigiin oikeaan asentoon käyttäen jigissä olevia antureita apunaan, jonka jälkeen se nostaa paletilta kosketinveitsipaketin ja asettelee jigissä oleviin veitsitarttujiin ja prässää sen rullan sisään.



Kuva 17. Kosketinrullan kokoonpano jigi.

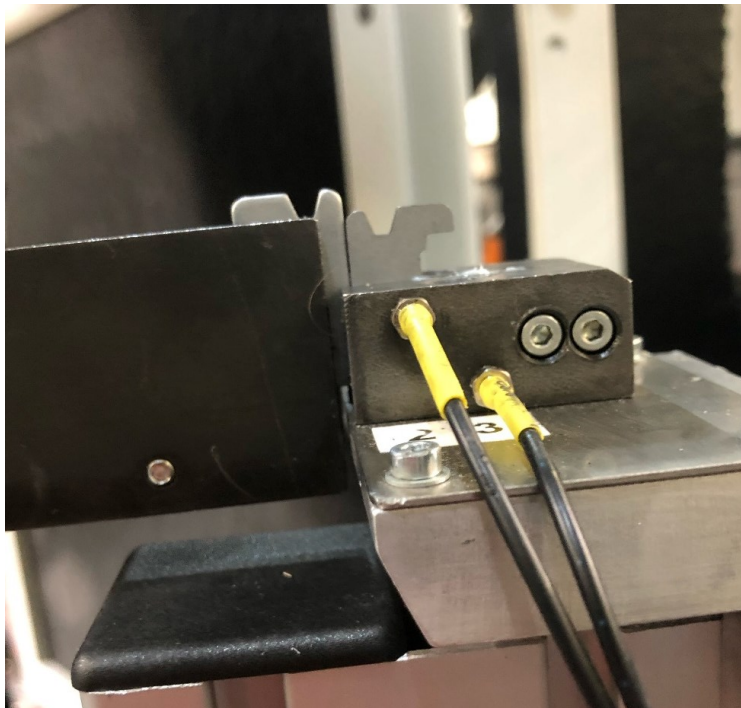
10 KOLMANNEN SOLUN ONGELMAT

Tässä luvussa käydään läpi kolmannen solun syöttölaitteiden ongelmia. Ongelmat on havaittu käytönyhteydessä.

10.1 Sammutuslevy syöttölaitteen ongelmat

Sammutuslevyjen määrä maljatyryssä on kriittinen. Kun malja on liian täynnä tai liian tyhjä niin sammutuslevyt jäävät jumiin tai eivät saa aikaiseksi jonopainetta. Ilman jonopainetta sammutuslevyt eivät pääse orientoitumaan ja liikkumaan maljaa kiertäessään ja näin ollen ne eivät pääse lineaaritärylle ja poimintapaikalle tarvittavassa ajassa. Sammutuslevyillä on tullessaan maljatyryn viimeiselle erottimelle vain yksi asento neljästä, missä ne pääsevät lineaaritärylle.

Sammutuslevyt eivät pääse lineaaritärylle ”selkä” edellä, koska niitä ei ole mahdollista hakea poimintapaikalta, jos kaksi sammutuslevyä ovat ”selät” vastustusten. Jos sammutuslevy päättyy poimintapaikalle ”selkä” edellä niin robotti tiputtaa sen laatikkoon.



Kuva 18. Sammutuslevyt "selät" vastatusten.

Suurimmat ongelma kohdat löytyvät poimintapaikalta, koska se ei ole riittävän kompakti tällä hetkellä ja näin ollen robotin poimintapiste vaihtelee ja kokoonpano epäonnistuu.

Sammutuslevyt tarvitsevat jonopaineen, että poimintapiste on sama ja kokoonpano onnistuu. Jos sammutuslevy kaatuu poimintapaikalle niin se joudutaan käsin poistamaan sieltä.



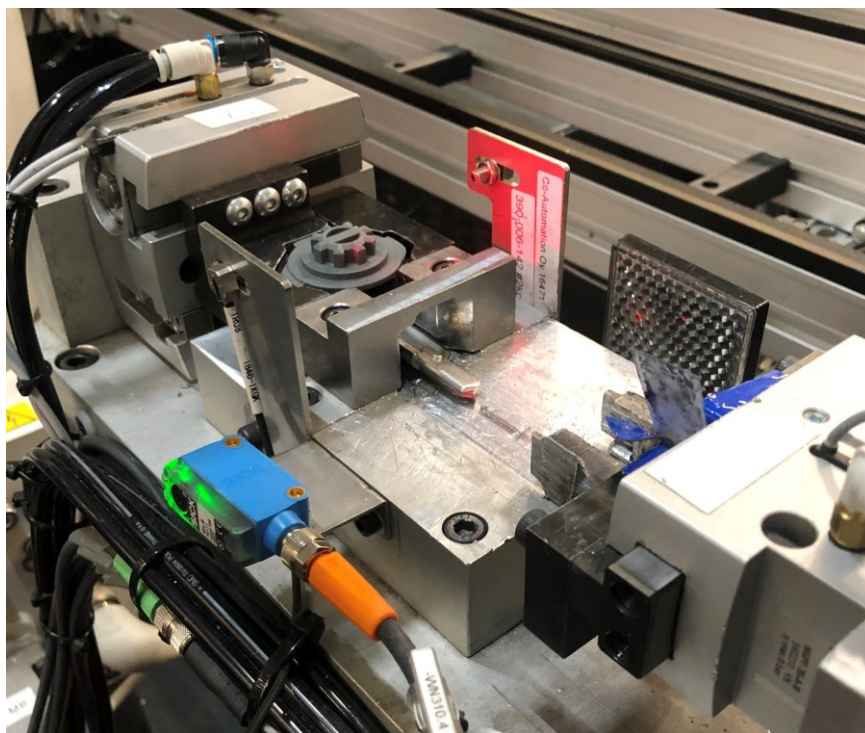
Kuva 19. Sammutuslevyjen jonopaine.

10.2 Kosketinrullien syöttölaite ongelmat

Rullien syöttölaitteessa ongelmana on malja- ja lineaaritäryn välinen pieni sauma, johon rullat saattavat jäädä jumiin olleessaan väärässä asennossa. Tämän takia syntyy tukos ja rullat rupeavat kasautumaan ja tippumaan solun lattialle.

10.3 Kosketinrullan kokoonpanopaikan ongelmat

Kosketinrullan kokoonpanossa suurimmat ongelmat johtuvat ensimmäisessä solussa tehdystä kokoonpanovirheestä. Virheellinen paketti jää jumiin kolmannen solun rullan kokoonpanojigiin, aiheuttaen sen, että paketti täytyy käsin poistaa sieltä.



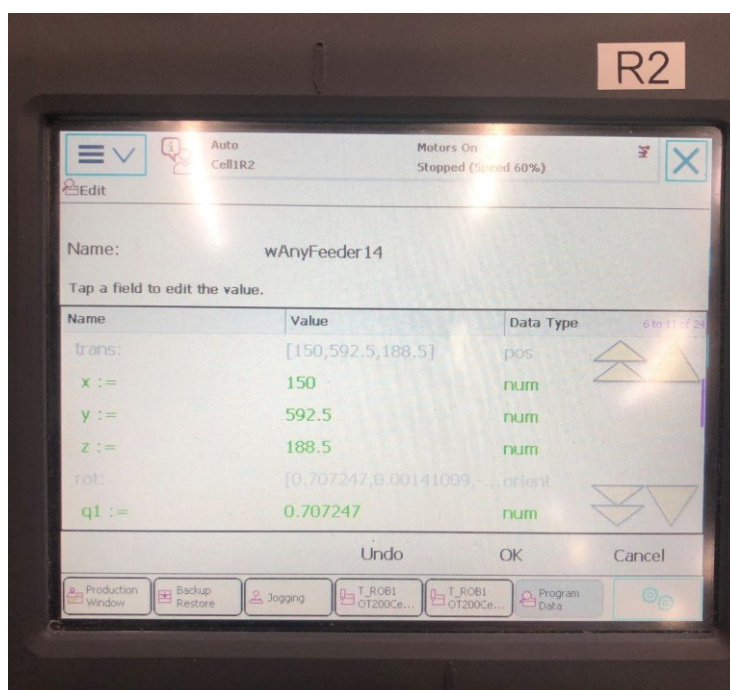
Kuva 20. Havainnollistava kuva veitsi jigissä.

11 KOLMANNEN SOLUN PROSESSIIN VAIKUTTAVIEN ONGELMIEN RATKAISUT

Tässä luvussa käydään läpi, kuinka kolmannen solun rullakokoonpanon pysäyttävä ongelma saatiin ratkaistua. Ratkaisut esitetään kertomalla ensimmäisen solun korjauksista kahdessa vaiheessa.

11.1.1 Ensimmäisen solun poiminta

Ensimmäisen solun poiminta korjattiin paikoittamalla robotin poimintapisteet uusiksi. Poimintapisteiden paikoitus ei ollut yksinkertaista, koska poimintapiste määräytyy kameran tunnistaman kappaleen kulman (suhteessa alustaan) ja oletetun keskipisteen mukaan. Paikoitus muutettiin siirtämällä robotin käsiohjaimen workobject datasta syöttölaitteen koordinaatteja.

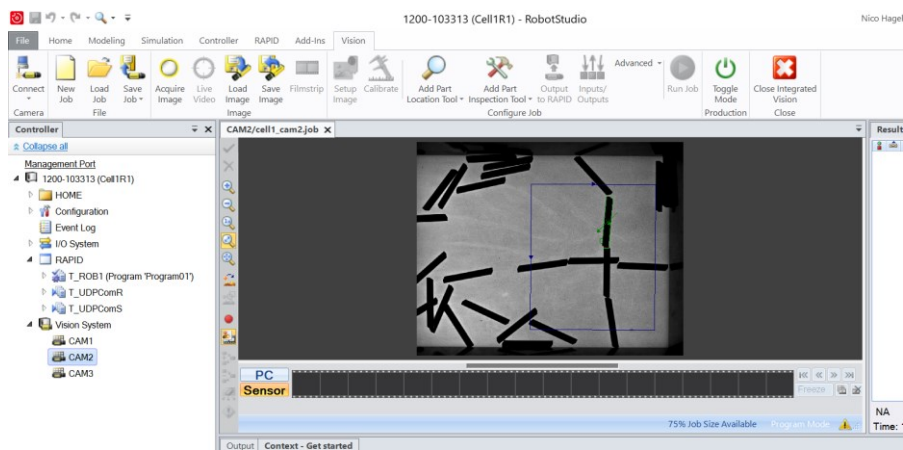


Kuva 21. Workobject data.

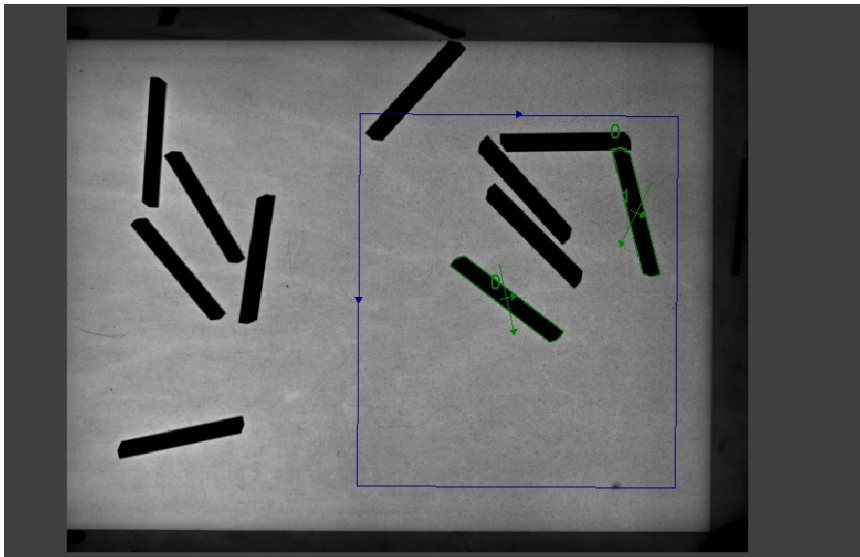
Ensimmäiseksi kokeilin paikoittaa pisteen ajamalla käsiä jolla robotin hakemaan kappaletta, jonka jälkeen katsoin jogging ikkunasta TKP:n paikan koordinaattistos-

sa (World) ja otin kuvan koordinaateista. Tämän jälkeen ajoin robotin käsiä jolla silmämääräiseen keskipisteeseen. Yksinkertaisen erotuksen jälkeen (vanhat koordinaatit – uudet koordinaatit) saatiin tulos, kuinka paljon siirtää syöttölaitetta. Tämä osoittautui vääräksi tavaksi, koska jos kappale oli 45° tai 90° kulmassa niin robotti epäonnistui poiminnassa tai jos kappale oli robotista katsoen syöttölaitteen oikeassa alakulmassa, kun paikoitus tehtiin, niin vasemmassa yläkulmassa poiminta epäonnistui.

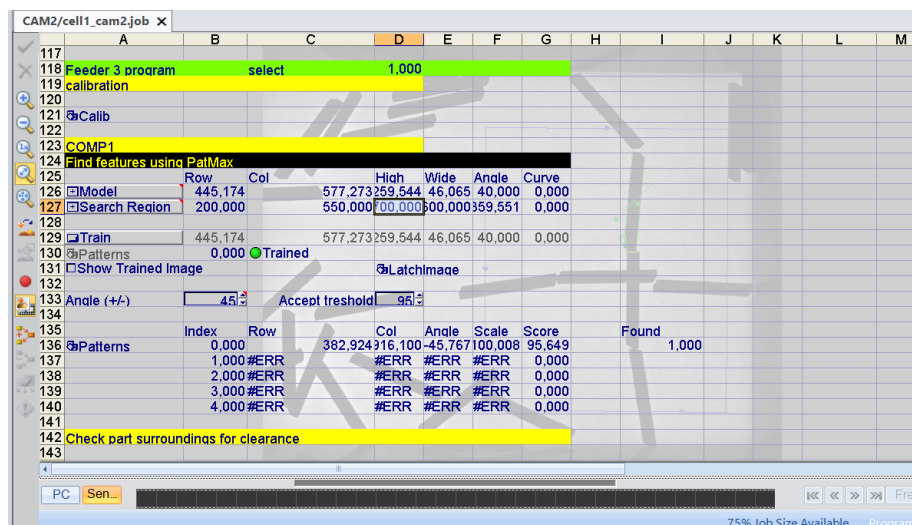
Tässä kohtaa kuvaan astui robotstudion integrated vision ominaisuus. Integrated visionilla pienensin kameran ottaman kuvan tunnistus aluetta, jotta poiminnan virhemarginaali laskisi.



Kuva 22. Robotstudion integrated vision -näkymä.



Kuva 23. Kameran ottama kuva.



Kuva 24. Kameran asetukset tunnistamista varten.

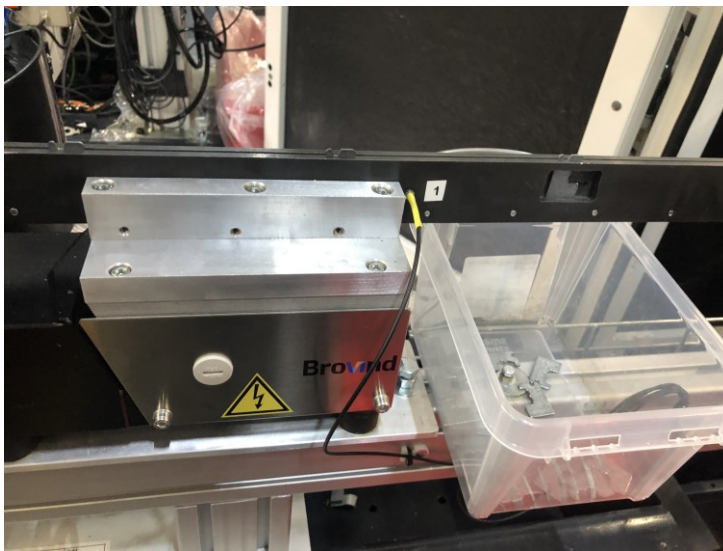
Kun alue oli pienennetty, paikoitus suoritettiin ajamalla käsiä jolla robotti poimi kappaleita. Tämän jälkeen katsottiin suunta, johon x- ja y- akselia täytyisi siirtää muuttamalla syöttölaitteen koordinaatteja 0,3 mm kerralla ja tarkistamalla, koska poiminta onnistuu ajamalla poimintapisteen ja tämän offset pisteen väliä edestakaisin. Tällä tekniikalla kappaleen poiminta onnistui ja sama toistettiin kappaleelle, joka oli ristikkäisessä kulmassa ensimmäiseen nähden. Näitä työvaiheita toistamalla, ja TKP:N paikoituksen parantamisesta poiminta saatiin onnistumaan 100 % kaikista hakupaikoista ja eri kulmista.

11.1.2 Ensimmäisen solun kokoonpano

Kun kappaleiden poiminta saatiin toimivaksi niin kokoonpanojigissä olevat kokoonpanopisteet täytyi paikoittaa uudelleen. Paikoituksessa tuli ottaa huomioon poiminnassa ilmenneet poimintapisteen erot. Kun paikoitukset oli saatu toimiviksi, niin robotille lisättiin siirtävä liike, jolla kappaleet siirrettiin jigien etureunaan (robotista katsoen). Kiinnitysrousien uudelleen paikoituksen jälkeen kosketinveitsipaketin kokoonpanon epäonnistumisprosentti tippui noin puoleen prosenttiin, ennen paikoituksia epäonnistumisprosentti oli noin 25 %.

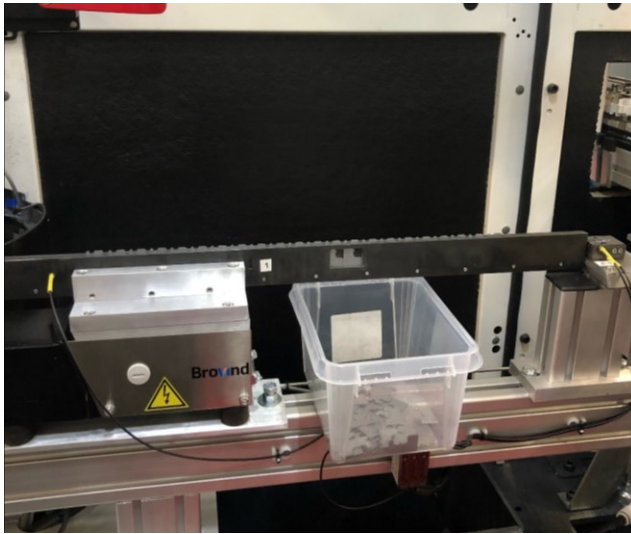
12 KOLMANNEN SOLUN KORJAUKSET JOTKA ON TEHTY

Sammutuslevyjen kokoonpanoprosessi tarvitsi nopeita korjaus ratkaisuja, koska kaatuneiden sammutuslevy kokoonpanojen määrä oli valtava. Myös napojen puutteellisuuden takia kokoonpanoautomaattia ei ollut mahdollista seisottaa päiviä. Näin ollen ongelmakohtiin, mihin oli mahdollista, kehitettiin nopeat ratkaisukeinot. Ensimmäisenä muutoksena sammutuslevy lineaaritäryn anturi 1 siirrettiin. Anturi 1 ohjaa malja- ja lineaaritäryä.



Kuva 25. Vanha anturin paikka.

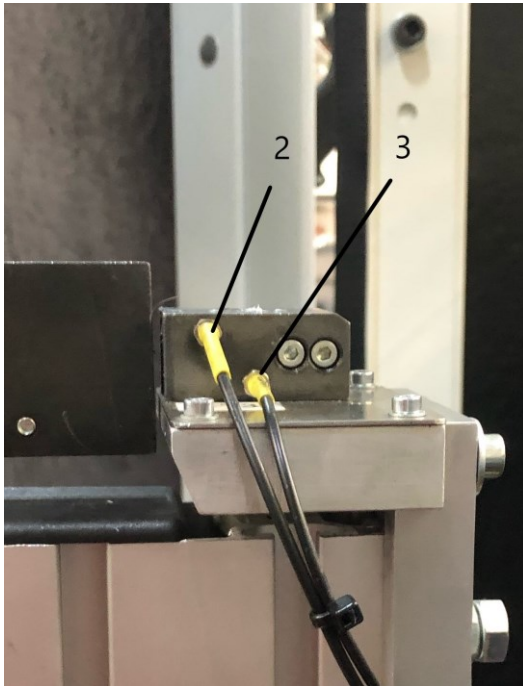
Anturi sijaitsi noin puolessa välissä lineaaritäryä, jolloin se pysäytti lineaaritäryn ja maljan, kun lineaaritäryllä oli noin kolmeen napaan sammutuslevyt. Kun lineaaritäryn puskuri oli näin pieni, niin se tyhjeni kokonaan ja sammutuslevy kokoonpano rupesi epäonnistumaan. Anturi siirrettiin noin 15 cm taaksepäin. Siirto tapahtui yksinkertaisesti poraamalla uusi reikä lineaaritäryn runkoon ja tekemällä kierteet anturin kiinnitykselle.



Kuva 26. Uusi anturin paikka.

Siirron jälkeen lineaaritärylle mahtuu noin kuuden navan sammutuslevyt. Mutta kun robottia ajetaan 100 % nopeudella, niin lineaaritäry ei pysähdy lähes hetkeksikään, koska materiaalin syöttö on epätasaista. Muutoksen myötä malja- ja lineaaritäry ovat käynnissä melkein aina kun robotti tekee työtä ja sammutuslevyt saavat jonopaineen. Poikkeuksena tilanteet, jossa maljaan on tullut jokin tukos ja sammutuslevyt eivät saavu lineaaritärylle.

Sammutuslevyjen poimintapaikka sai kokea seuraavan siirron. Poimintapaikka sijaitsee melkein kiinni lineaaritärystä, jolloin nopeus, jolla sammutuslevyt poistuvat lineaaritäryltä, oli suurempi kuin matkaan tarvittava nopeus, jonka niiden täytyi kulkea. Poimintapaikan anturoidia hyödyksi käyttäen lähdimme kasvattamaan lineaaritäryn ja poimintapaikan etäisyyttä toisistaan.



Kuva 27. Anturit 2 ja 3.

Siirrolla pyrimme estämään sammutuslevyn osumisen anturiin 3, jolloin robotti ei saisi tietoa, että sammutuslevy on saapunut poimintapaikalle. Siirron myötä sammutuslevyt tarvitsevat jonopaineen osuakseen anturiin 3. Koska poimintapaikkaa siirrettiin vain yhdessä suunnassa, niin paikoittaminen onnistui robotstudion kautta siirtämällä paikoituksen y akselin koordinaattia siirron verran.

```

11
12 LOCAL CONST robtarget pAppFeeder11_10:=[[557.77,-169.69,378.70],[0.98623E-05,0.051541,-0.998671,-1.46183E-05],[-1,-1,-1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
13 LOCAL PERS robtarget pPickFeeder11_10:=[[4.2,1.6,1.5],[4.99584E-05,0.692103,0.721799,6.71484E-05],[1,0,-2,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
14 LOCAL PERS robtarget pDepartFeeder11_10:=[[618.98,-299.7,432.39],[0.0101125,-0.567527,-0.823287,-0.00315112],[-1,0,-1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
15 CONST robtarget pAppTary:=[[585.79,-217.42,443.56],[1.75512E-05,0.707099,-0.707114,-6.59436E-05],[-1,0,-2,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
16 CONST robtarget pNoutoOikeinpain:=[[587.57,-104.55,287.34],[9.9645E-05,-0.999947,0.01025,0.000551599],[-1,0,-3,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
17 CONST robtarget pNoutoVaarinpain:=[[589.37,-107.75,288.32],[0.000378015,-0.00714302,-0.999974,-5.5555E-05],[-1,-1,-1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
18 CONST robtarget pNoutoVaarinpain10:=[[589.41,-110.56,298.45],[0.00032408,-0.00715603,-0.999974,-4.95042E-05],[-1,-1,-1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
19 CONST robtarget pDepartTary:=[[587.12,-99.08,395.58],[0.000188677,-0.999948,0.010197,0.000623122],[-1,0,-3,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
20 CONST robtarget pNoutoOikeinpainSL46:=[[587.97,-98.42,289.32],[0.000638834,-0.0144747,-0.999895,-0.000110071],[-1,0,-1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
21
22
23 !
24 LOCAL CONST robtarget pAppPalett1_10:=[[618.97,-299.69,432.36],[0.00140703,-0.453506,0.891252,0.00115926],[-1,0,-1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
25 LOCAL CONST robtarget pPlace6:=[[115.18,48.21,38],[0.00315112,-0.823287,0.0101125],[-1,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
26 !varmuuskopio 1.4.21 CONST robtarget pPlace6:=[[115.18,48.21,38],[0.00315112,-0.823287,0.0101125],[-1,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
27
28 LOCAL CONST robtarget pDepartPalett1_10:=[[577.44,-270.00,414.02],[7.7726E-07,-0.544333,-0.838869,-1.26448E-07],[-1,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
29
30 PERS pose posePick:=[[9E+09,9E+09,9E+09],[999,0,0,0]];
31
32 PERS tooldata tSelectedTool:=[TRUE,[[0,0,0],[1,0,0,0],[0,0,0,0],[1,0,0,0],[0,0,0,0]];

```

Kuva 28. Robotstudion paikoitus pisteiden koordinaatteja.

13 KOLMANNEN SOLUN PROSESSIEN KEHITYSSUUNNITELMA

Kappaleessa on esitetty kolmannen solun prosessiin suunnitelmat, jotka korjaisivat ongelmat ja vähentäisivät solun tahtiaikaa. Korjausten esisuunnittelussa on käytetty tehtaan muiden automaattien käyttämiä työkaluja, samankaltaisten kappaleiden käsittelyssä.

13.1 Sammutuslevy

Lineaaritäryn päähän olisi hyvä asentaa paineilma erottelija, joka päästää sammutuslevyt yksitellen poimintapaikalle. Tämä muutos mahdollistaa sen, että sammutuslevyjen kokoonpano voidaan suorittaa, vaikka sammutuslevy olisi väärinpäin poimintapaikalla. Tämän uudistuksen myötä olisi mahdollista muuttaa maljätäryn asetuksia, jotta väärinpäin olevat pääsisivät myös kuljettimelle. Tällöin syöttölaitteen oikeat orientaatiot nousisivat nykyisestä 25 prosentista 50 prosenttiin.

Poimintapisteen paikoituksen virhemarginaalin poistamiseen löytyy eri vaihtoehtoja. Muokkaamalla nykyisiin tarttujiin viiste, jolla voisi keskittää sammutuslevyt tarttujiin. Tarttujiin kumminkaan ei voi lisätä paksuutta sillä niiden täytyy mahtua tekemään kokoonpano.

Toinen tapa olisi muuttaa poimintapaikkaa. Nykyistä poimintapaikkaa voisi käyttää, jos poiminta paikka asennettaisiin 15–20 asteen kulmaan muodostaen pienen alamäen. Tällä pienellä alamäellä sammutuslevy tulisi lineaaritäryltä poimintapaikalle ja liike-energiansa ansiosta liukuisi vasten poimintapaikan päätyseinää. Tämän muutoksen vaarana on, että sammutuslevyt rupeavat kaatumaan poimintapaikalle. Poimintapaikan voisi myös suunnitella täysin uudestaan, jolloin siinä voisi käyttää paineilmatarttujaa, joka vetäisi kappaleen paikoilleen etureunaan. Tässä tavassa poimintapaikan runko ja alusta täytyisi muuttaa sopivammaksi tilanpuutteen takia.

Sammutuslevy prosessin tahtiaikaa pystyisi vähentämään muuttamalla prosessin layouttia tai muuttamalla sammutuslevy prosessin poimintapaikkaa. Uuden poimintapaikan tulisi olla noin 100 mm pitkä ja käyttää hyödykseen jonkin sortin pneumaattista lineaaritarttujaa. Tällä tarttujalla paikoitettaisiin poimintapiste kiinteäksi. Tällä hetkellä sammutuslevyjen poimintapaikka sijaitsee keskimäärin noin 300 mm päässä kokonpanopisteistä. Poimintapaikan voisi nostaa ja tuoda lähemmäksi kokoonpanopisteitä. Jos poimintapaikan toisi 150 mm päähän kokoonpanopaikasta, vähentäisi siirto tahtiaikaa 18 % yhden navan kohdalla.

13.2 Kosketinrulla

Kosketinrullien syöttölaitteen ongelma on mahdollista korjata siirtämällä kuljetin lähemmäksi täryä. Siirron ansiosta kuljettimen ja syöttölaitteen välinen sauma pienenee huomattavasti ja rullat pääsevät liikkumaan sujuvammin maljatäryltä lineaaritärylle.

14 YHTEENVETO JA POHDINTAA

Hylättyjen määrä valmistuneista navoista oli pahimmillaan noin 30–40 %, kun haluttu määrä olisi 0–5 %. Yleisimmät syyt hylkäykselle olivat kehys B vinossa, sammutuslevyt kaatunut, huono veitsipaketti ja kameran tunnistus virhe. Mutta pääasiassa hylätyt koostuivat huonoista sammutuslevyistä ja kosketinveitsipaketeista. Näistä neljästä yleisimmästä syystä on saatu eliminoitua kameran tunnistus virhe ja huono veitsipaketti.

Sammutuslevyjen kokoonpano on saatu huomattavasti paremmaksi anturin ja poimintapaikan siirron myötä, mutta ongelmaa ei ole saatu poistettua täysin. Tällä hetkellä hylättyjen määrä on noin 20 % nopeiden muutosten jälkeen, joten tavoitteen saavuttamiseksi tulisi 15 % saada pois. Otna1-200E on alun perin suunniteltu käsikokoonpanoon, joten sen materiaalien soveltuvuus automaatioon on kyseenalainen. Osien toleranssin takia monien kokoonpantavuus muuttuu, kun laatikko mistä osia syötetään syöttölaitteille, vaihdetaan.

14.1 Ensimmäinen solu

Ensimmäisen solun kokoonpanoon on suunnitteilla asentaa kamera tarkistamaan kosketinveitsipaketteja. Tämä johtuen siitä, että vialliset paketit eivät päätyisi kolmanteen soluun ja aiheuttaisi hylättyjä napoja. Kamera on tarkoitus liittää samaan controlleriin, missä neljännen solun kamera on. Liittämällä kamera jo olemassa olevaan controlleriin säästytään lisäkustannuksilta. Näin kameran otama kuva voitaisiin tarkistaa samalla ohjelmalla, kuin neljännen solun kokoonpano tarkistus.

LÄHTEET

- /1/ ABB. Robotstudio. Viitattu 3.4.2023.
<https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio>
- /2/ ABB. Smart Power. Viitattu 11.4.2023. <https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/liiketoiminnat/smart-power>
- /3/ Billing, M. 2017. Robotiikka1. Viitattu 3.4.2023.
- /4/ COGNEX. area scan vs line scan. Viitattu 16.5.2023.
<https://www.cognex.com/what-is/machine-vision/system-types/area-scan-vs-line-scan>
- /5/ Epicor. what is industry 4.0. Viitattu 3.4.2023. <https://www.epicor.com/fi-fi/resources/articles/what-is-industry-4-0/>
- /6/ Generalkinematics. Vibratory feeders: How they work & why they're efficient. Viitattu 19.5.2023. <https://www.generalkinematics.com/blog/vibratory-feeders-how-they-work-why-theyre-efficient/>
- /7/ Lutkevich, B. What is Machine vision. Viitattu 16.5.2023.
<https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/machine-vision-computer-vision>
- /8/ Omron. Anyfeeder. Viitattu 19.5.2023.
<https://industrial.omron.eu/en/solutions/product-solutions/anyfeeder>
- /9/ Oulun yliopisto. Kohti neljättä teollisuuden vallankumousta. viitattu 3.4.2023.
<https://www.oulu.fi/fi/blogit/kerttu-saalisti-instituutin-blogi/kohti-neljatta-teollisuuden-vallankumousta>
- /10/ Suse. Industrial automation. Viitattu 3.4.2023. <https://www.suse.com/suse-defines/definition/industrial-automation/>
- /11/ Unitronicsplc. What is PLC. Viitattu 21.5.2023.
<https://www.unitronicsplc.com/what-is-plc-programmable-logic-controller/>
- /12/ Wikipedia. Kenttäväylät. Viitattu. 4.5.2023.
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Kenttäväylä>