



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anders Juha-Tuomas Träsk

AUTOMATISOITAVAN TUOTELINJAN PALETIN SUUNNITTELU

Tekniikka ja liikenne
2012

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty vuonna 2012 Vaasan ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan linjalla.

Haluan kiittää ABB Oy:n Breakers and switches osastoa hyvästä aiheesta sekä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö yritykseen. Erikoiskiitos tuotannon kehityspäällikkö Marko Jokelalle työn valvomisesta ja opastamisesta.

Kiitokset haluan myös esittää opinnäytetyön ohjaajalle lehtori Mika Billingille.

Vaasa 20.4.2012.

Juha-Tuomas Träsk

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Anders Juha-Tuomas Träsk
Opinnäytetyön nimi	Automatisoitavan tuotelinjan paletin suunnittelu
Vuosi	2012
Kieli	suomi
Sivumäärä	52 + 1 liitettä
Ohjaaja	Mika Billing

Tämä opinnäytetyö on tehty ABB Oyj Vaasan Breakers and switches-yksikön LTO/tuotannonkehitykseen. Opinnäytetyön aihe oli suunnitella uusi paletti osittain robotisoitavalle tuotantolinjalle sekä tehdä alkusuunnitelmat tarttujan suunnitteluun.

Työn tarkoitus oli suunnitella ja piirtää uusi paletti osittain robotisoitavalle tuotantolinjalle, jossa valmistetaan OS63-, OS160- kuormakytkimiä ja OT200-kytkinvarokkeita. Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä alkusuunnitelmat tarttujan suunnitteluun.

Opinnäytetyön suorittaminen aloitettiin tutustumalla linjalla valmistettaviin kuormakytkimiin sekä kytkinvarokkeisiin. Alkuseelvityksen aikana selvisivät rajoitteet, jotka täytyi ottaa huomioon palettia ja tarttujaa suunniteltaessa.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin paletti, jolla pystyy siirtämään ja paikoittamaan kytkinvarokkeita linjalla sekä yleissuunnitelma, jonka perusteella on hyvä lähteä tarttujaa suunnittelemaan.

ABSTRACT

Author	Anders Juha-Tuomas Träsk
Title	Palette designing for partly robotic production line
Year	2012
Language	Finnish
Pages	52 + 1 Appendices
Name of Supervisor	Mika Billing

This thesis was made for LTO in Breakers and switches of ABB Oyj, Vaasa. The purpose of this thesis was to design palette for partly robotic production line and make a preparation for the gripper designing.

First, I studied the switches that are manufactured in the production line. All the limitations to the designing of the pallet came apparent at this stage. Information needed for the preparations of the gripper design was discovered from books and the Internet sites on robot design. I used NX6 3D-designing program for the pallet designing and making drawings. I made a few differently designed option from the pallet and also a prototype pallet was made during the process.

The results of this thesis are a new pallet that can move and positions the switches in the production line, and a good basic guide to design a gripper to a robot.

LYHENTEET JA KÄSITTEET

NX	3D-suunnitteluohjelma
2D	2-ulotteinen
3D	3-ulotteinen
QFD	quality function deployment
SFS	Suomen standardiliitto

SISÄLLYS

ALKUSANAT

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
	1.1 Opinnäytetyön aihe	8
	1.2 Työn tavoitteet	8
2	YHTIÖ.....	10
	2.1 ABB	10
	2.1.1 Sähkövoimatuotteet.....	10
	2.1.2 Sähkövoimajärjestelmät	10
	2.1.3 Sähkötyöt ja kappaletavara-automaatio	11
	2.1.4 Prosessiautomaatio.....	11
	2.1.5 Pienjännitetuotteet.....	11
3	PIENJÄNNITEKOJEIDEN VALMISTAMAT KYTKIMET	12
	3.1 Tehtävä.....	12
	3.2 Kytkimen rakenne.....	12
4	TUOTEKEHITYS	14
	4.1 Tuotekehityksen vaiheet	15
	4.2 Tuotekehitysmalliesimerkkejä	16
	4.2.1 Stage-Gate-malli	16
	4.2.2 Ideariihi	17
	4.3 Tuotesuunnittelu	18
5	LINJAN UUDISTUKSET.....	19
	5.1 Lähtötilanne	19
	5.2 Muutokset	20
6	AUTOMATISOINTI.....	22
	6.1 Yleistä	22
	6.2 Teollisuusrobotti	22
	6.2.1 Yleistä	22
	6.2.2 Robotin rakenne	22
	6.3 Tarraimet.....	26

6.3.1	Mekaaniset tarraimet.....	26
6.3.2	Imu- ja tyhjiötartunnat.....	27
6.3.3	Magneettitarrain.....	27
6.3.4	Erikoistarraimet.....	27
6.3.5	Vakiotarraimet.....	27
6.4	Tornado-varastoautomaatti.....	28
7	ROBOTISOINTIPROJEKTIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	29
7.1	Suunnittelun vaiheet.....	29
7.2	Robotin valinta.....	30
8	TARRAIMEN SUUNNITTELU.....	32
8.1	Esisuunnittelu.....	32
8.2	Tartunta.....	33
8.3	Suunnittelu.....	34
9	PALETIN SUUNNITTELU.....	35
9.1	3D-mallinnus yleisesti.....	35
9.2	Lähtötilanne.....	35
9.3	Suunnittelun aloitus.....	36
9.4	Paikoitus.....	37
9.4.1	Versio 1.0.....	38
9.4.2	Versio 2.0.....	39
9.4.3	Versio 2.1.....	40
9.4.4	Versio 2.2.....	40
9.4.5	Versio 2.3.....	42
9.4.6	Versio 3.0.....	42
9.4.7	Versio 4.0.....	44
9.4.8	Paikoitustappi.....	45
9.4.9	Paletin ja kytkimen yhteensovitus.....	45
9.5	Paletin valinta.....	48
9.6	Kehitysehdotuksia.....	49

10 YHTEENVETO	50
10.1 Työn eteneminen.....	50
10.2 Lopputulokset	50
LÄHTEET	51

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön aihe

Opinnäytetyö tehtiin ABB Oyj Vaasan Breakers and switches-yksikön LTO/tuotannokehitykseen. ABB robotisoi kuormankytkimiä ja kytkinvarokkeita valmistavan tuotantolinjan loppupään, johon kuuluu kytkimen linjalta siirtäminen koestuskeskukseen ja koestuksesta valmiin tuotteen siirtäminen välivarastoon. Opinnäytetyön aihe oli suunnitella uusi paletti tuotantolinjalle sekä tehdä yleissuunnitelma, jonka pohjalta on hyvä aloittaa tarraimen suunnittelu.

Niin paletin kuin tarttujan suunnittelussa täytyi ottaa kappaleiden rajoitukset ja mitat tarkasti huomioon. Kytkimen piti olla tarkasti paikoitettuna paletissa, että robotti pystyy hakemaan sen tarkasti ja siirtämään seuraavaan toimipisteeseen. Tuotantomäärien kasvaessa haluttiin automatisoitu ratkaisu tuotantolinjan loppupäähän ja varastoon.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli suunnitella ja piirtää uusi paletti tuotantolinjalle, jossa valmistetaan OS63-, OS160-kytkinvarokkeita ja OT200-kuormankytkimiä. Opinnäytetyön tavoitteena oli myös tehdä yleissuunnitelma, jonka pohjalta on hyvä lähteä suunnittelemaan tarraimia.

Tällä hetkellä tuotantolinjalla tehdään OS63- ja OS160-kytkinvarokkeita ja tuotantolinjalla kaikki työvaiheet suoritetaan työntekijöiden toimesta. Kytkimet kootaan manuaalisesti, jonka jälkeen ne lastataan paletille, joka liikkuu kuljetinrataa pitkin testaukseen. Työntekijä ottaa kytkimen käsin ja laittaa sen koestuslaitteeseen. Koestuksen jälkeen työntekijä siirtää laitteen manuaaliseen välivarastoon.

Muutos tapahtuu siinä, että kuljetin on tuonut kytkimen koestuskeskukselle, robotti siirtää kytkimen keskukseen ja koestuksen jälkeen robotti siirtää kytkimen automatisoituun välivarastoon. Linjastolle siirretään myös kytkinmalli OT200-kuormankytkin.

2 YHTIÖ

2.1 ABB

ABB on maailman johtava sähkövoima- ja automaatioteknologiayhtymä. ABB:n tuotteet, järjestelmät ja palvelut parantavat teollisuus- ja energiayhtiöasiakkaiden kilpailukykyä ympäristömyönteisesti. ABB muodostui vuoden 1988 tammikuussa, kun ruotsalainen Asean ja sveitsiläinen Brown Boverin sähkötekniiset liiketoiminnot sulautettiin. ABB:n toimintatavoite kuuluu seuraavasti ”Autamme asiakkaitamme hyödyntämään sähköä mahdollisimman tehokkaasti, tuottavasti ja ympäristöystävällisesti”. ABB toimii noin 100 maassa ja se työllistää yli 117 000 henkilöä. ABB:n toiminta on jaettu 5 divisioonaan, joita ovat sähkövoimatuotteet, sähkövoimajärjestelmät, sähkötyöt ja kappaletavara-automaatio, pienjännitetuotteet sekä prosessiautomaation. /2/

2.1.1 Sähkövoimatuotteet

Sähkövoimatuotteet ovat avainasemassa luotettavassa voimansiirrossa ja sähkönjakelussa. Sähkövoimatuotteetdivisioona jakautuu 3 liiketoimintayksikköön, jotka valmistavat muuntajia, suur- ja keskijännitekojeistoja, katkaisijoita, releitä, kaapeleita ja komponentteja sekä tarjoavat tuotteiden tehokkuuteen ja elinkaareen liittyviä palveluita./3/

2.1.2 Sähkövoimajärjestelmät

Sähkövoimajärjestelmät tarjoaa voimansiirtoon ja sähkönjakeluun liittyviä järjestelmiä ja palveluja. Divisioonan 4 liiketoimintayksikköä tarjoavat sähköasemien ja –automaatiojärjestelmien lisäksi FACTS- ja HVDC- järjestelmiä, voimalaitos- ja verkostoautomaatiota sekä voiman tuotannon instrumentointi-, valvonta- ja sähköistysratkaisuja./3/

2.1.3 Sähkötyöt ja kappaletavara-automaatio

Sähkötyöt ja kappaletavara-automaatio tarjoaa energia- ja tuotantotehokkuutta lisääviä tuotteita, järjestelmiä ja palveluja, kuten moottoreita, generaattoreita, taajuusmuuttajia, ohjelmoitavia logiikoita, tehoelektroniikkaa sekä robotteja. Divisioonana on tuulivoimageraattorien markkinajohtaja ja tarjoaa kattavan valikoiman ratkaisuja myös aurinkoenergiamarkkinoille./3/

2.1.4 Prosessiautomaatio

Prosessiautomaatio tarjoaa tuoteprosessien energiatehokkuutta ja tuottavuutta parantavia tuotteita ja järjestelmiä niin öljy- ja kaasu, kemia- ja lääke-, metsä-, metalli- kuin meriteollisuuden tarpeisiin./3/

2.1.5 Pienjännitetuotteet

Pienjännitekojeet valmistaa pienjännitteisiä katkaisijoita, kytkimiä, ohjaus- ja valvontakojeita, asennustarvikkeita sekä kotelo ja kaapelijärjestelmiä, jotka suojaavat ihmisiä, laitteistoja ja sähkölaitteita ylikuormitukselta. KNX- järjestelmät yhdistävät rakennuksen kaikki sähköiset toiminnot, kuten valaistuksen, ilmastoinnin ja valvonnan yhtenäiseksi älykkääksi verkoksi./3/

3 PIENJÄNNITEKOJEIDEN VALMISTAMAT KYTKIMET

3.1 Tehtävä

Kytkin voi toimia manuaalisesti tai automaattisesti. Automaattisesti toimivia vaihtokytkimiä on esimerkiksi sairaaloissa hätävirran syöttöä varten.

Kuormankytkimiä käytetään yleisesti pienjännitekojeistojen sähkönjakelun pääkytkiminä, moottorien käynnistys- ja sammutuskytkiminä ja huollon aikana käytettävänä kuormanerotuskytkiminä (**Kuva 31**).

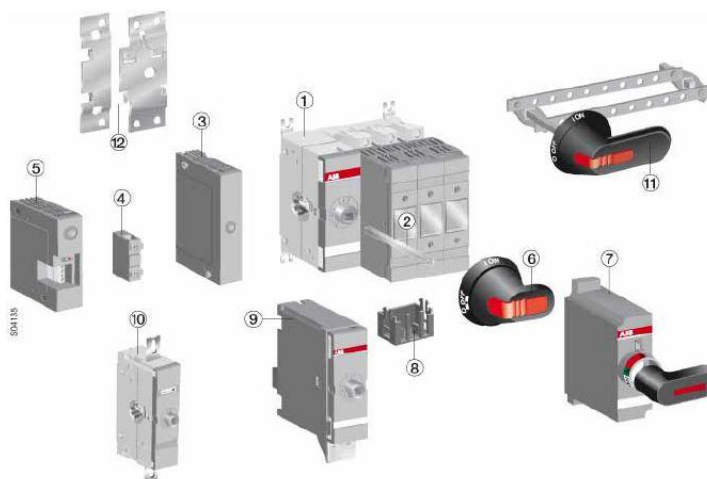
Kytkinvarokkeita käytetään pääkytkiminä teollisuuden pienjännitekojeistojen sähkönjakelujärjestelmissä (**Kuva 1**). Kytkinvarokkeet suojaavat moottoreita, kaapeleita ja muita laitteita oikosuluilta ja ylikuormilta.

Vaihtokytkimet on suunniteltu vaihtamaan kuormaa yhdestä tehonlähteestä toiseen erilaisissa sovelluksissa.

3.2 Kytkimen rakenne

Kuvassa 1 näkyy OS32G...63G kytkinvarokemallien räjäytyskuva ja osaluettelo.

OS32G...OS63G

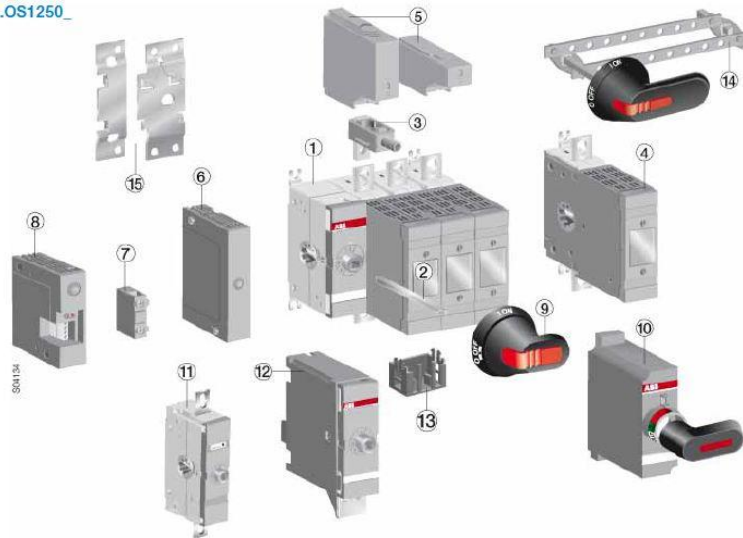


1 Kytkinvaroke | 2 Erikoisakselli | 3 Apukoskettimien asennuskotelo | 4 Apukosketin | 5 Sulakevahti | 6 Pistooliväännin | 7 Suoraan kytkimeen asennettu väännin | 8 Sulakkeen toimintalmaisin | 9 Lukitusvaruste, mekaaninen & sähköinen | 10 Katkaistava N-Liitin | 11 Vivusto: 6/8-napainen, vaihtokytkin, ohitus, mek. lukitus | 12 DIN-kiskon kiinnityspeltti

Kuva 1. OS32G...63G kytkinvaroke mallien räjäytyskuva. /4/

Kuvassa 30 näkyy OS100G...1250 kytkinvarokemallien räjäytyskuva ja osaluettelo.

OS100G...OS1250_



1 Kytkinvaroke | 2 Erikoisakseli | 3 Liitin | 4 Neljäs napa | 5 Liitinsuoja | 6 Apukoskettimien asennuskotelo | 7 Apukosketin | 8 Sulakevahti | 9 Pistooliväännin | 10 Suoraan kytkimeen asennettu väännin | 11 Katkaistava N-Liitin | 12 Lukot, mekaaninen & sähköinen | 13 Sulakkeen toimintalmalmsin | 14 Vivusto: 6/8-napainen, vaihtokytkin, ohitus, mek. lukitus | 15 DIN-kiskon kiinnityspeltti (vain lajimerkeille OS100G...160G_)

Kuva 30. OS100G...1250 kytkinvaroke mallien räjäytyskuva. /4/

Kuvassa 31 näkyy OT200...2500 kuormankytkinmallien räjäytyskuva ja osaluettelo.



1. Kuormankytkin
2. Akseli
3. Liitin
4. Neljäs napa
5. Apukoskettimien asennuskotelo
6. Apukosketin
7. Liitinsuoja
8. Pistooliväännin
9. Suoraan kytkimeen asennettu väännin
10. Nimilapputarvikkeet
11. Katkaistava N-napa

Kuva 31. OT200...2500 kuormankytkin mallien räjäytyskuva. /4/

4 TUOTEKEHITYS

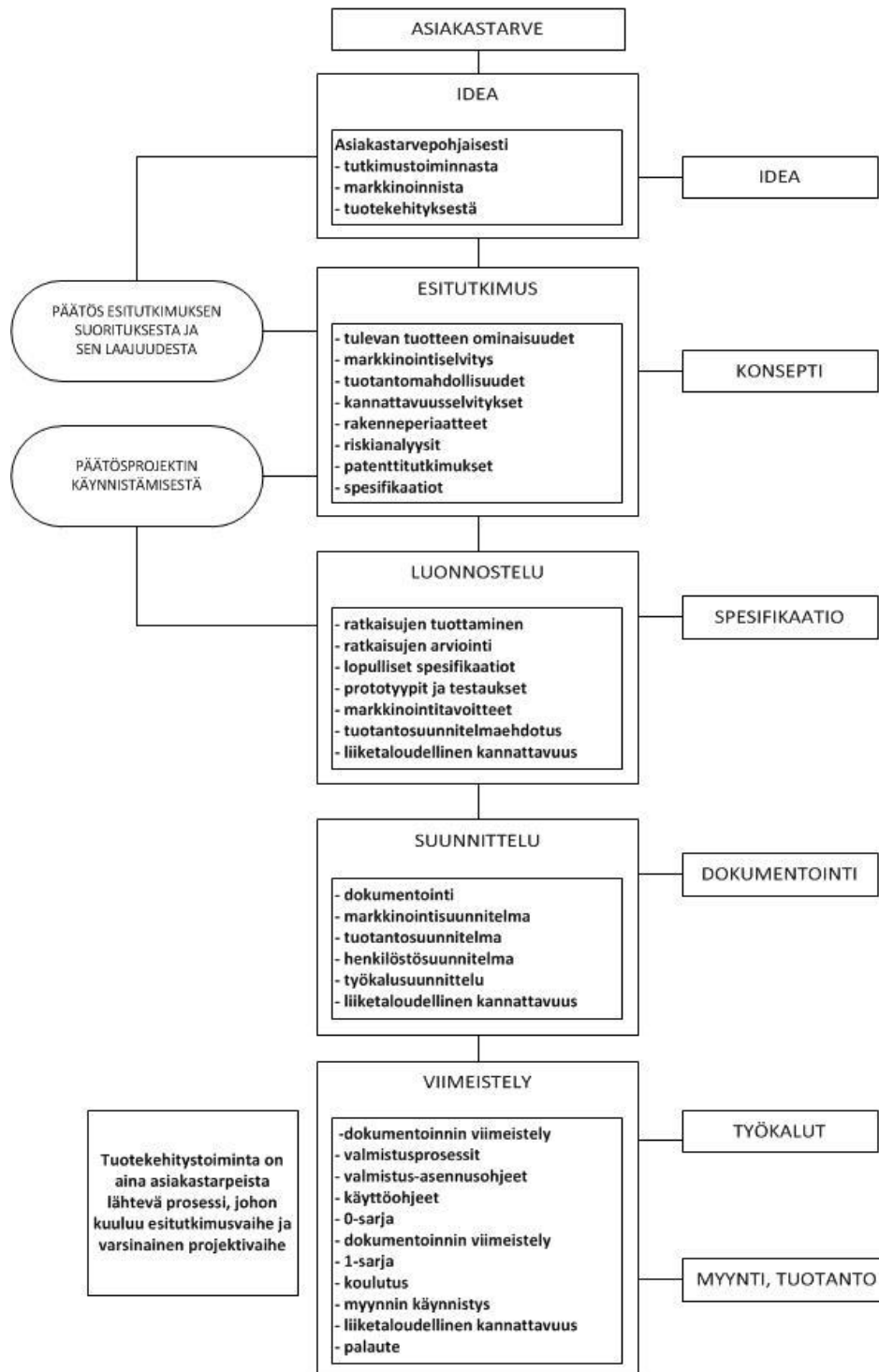
Tuotekehityksen tarkoitus on kehittää tuote tai idea järjestelmällisesti markkinointi- ja valmistuskelpoiseksi tuotteeksi tai palveluksi. Tuotekehityksen tarkoitus on jatkuvasti parantaa olemassa olevia tuotteita sekä palveluita vastaamaan paremmin kuluttajan tarpeita. /11/

Tuotekehitystä tarvitaan, koska ympäristö ja tarpeet muuttuvat. Näitä muutoksia ovat:

- Kansainvälisen kilpailun lisääntyminen
- tuotteiden käyttöiän lyhentymisen
- lainsäädäntöjen ja määräyksien muuttuminen
- elintapojen ja kulutustottumusten muuttuminen
- raaka-aineiden ja energiakustannusten kasvaminen
- uusien ja korvaavien raaka-aineiden löytyminen
- teknologian kehittyminen
- kilpailukyvyyn muuttuminen
- työelämän pelisääntöjen muuttuminen
- ekologisuuden lisääminen. /11/

4.1 Tuotekehityksen vaiheet

Kaaviossa 1. on kuvattu tuotekehitysvaiheet sekä tehtävät, joita tuotekehitysvaiheet sisältävät.



Kaavio 1. Tuotekehitys projekti./15/

Luonnosteluvaihe käynnistää tuotekehitysprojektin. Luonnostelujakson alkuvaiheessa vielä tuotemäärittelyä tarkistetaan lisääntyvien tietojen pohjalta. Kehitystyön tulokset testataan prototyypin avulla. Prototyyppiä parannetaan ja luodaan lopullinen tuote, joka dokumentoidaan.

Tuotteella täytyy olla tilaaja, asiakkaat, joiden tarpeisiin tuote on kehitetty. Tuotespesifikaatiossa asiakastarpeet käännetään tekniikan kielelle ja tarkistetaan laatu-kaavion avulla (QFD).

Tuotekehitystoiminta on markkinoinnin, tuotekehityksen ja valmistuksen yhteistoimintaa, integroitua tuotekehitystä, jolle yritysjohto ja talous luovat toiminnan edellytykset./15/

4.2 Tuotekehitysmalliesimerkkejä

4.2.1 Stage-Gate-malli

Stage-Gate-mallin ajatus on luoda lineaarinen malli toisiaan seuraavista vaiheista ja niiden välissä tapahtuvista päätöksentekopisteistä. Päätöksentekopisteet ovat tarkasti määritelty yrityksen sisällä. Vaiheet ovat seuraavat:

Keksintövaihe aloittaa prosessin, eli idea syntyy tutkimisen ja mahdollisuuksien kartoittamisen kautta.

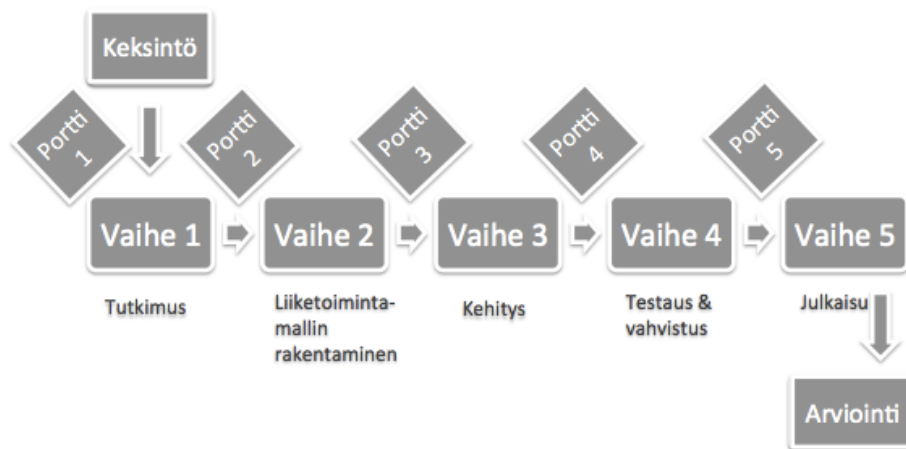
Tutkimusvaiheessa tehdään alustavaa tarkastelua projektista. Tutkimusvaihetta seuraa liiketoimintamallin rakentaminen.

Liiketoimintamallivaiheessa tehdään tekninen ja markkinatutkimukset, joiden pohjalta tehdään projektin määrittely, perustelut ja projektisuunnitelma.

Kehitysvaiheessa tehdään varsinainen kehitys, tarkoittaen yksityiskohtaista tuotetta ja valmistuksen suunnittelua.

Testaus- ja vahvistusvaiheessa tuotetta kokeillaan myyntirajapinnassa, laboratoriotesteissä ja tehtaalla, jotta se varmisti toimii.

Viimeinen vaihe Stage-Gate-mallissa on varsinainen julkaisu, jolloin tuote kaupallistetaan ja täysimittainen valmistus ja myynti aloitetaan./1/



Kaavio 2. Stage-Gate-malli. /1/

4.2.2 Ideariihi

Ideariihtä voidaan käyttää Stage-Gate-mallin sisällä eri vaiheissa. Ideariihessä asiantuntijat kasataan työryhmään, jossa ryhmän jäsenet pohtivat ja ehdottavat ideoita. Ideariihi koostuu 4 vaiheesta ja on nimensä mukaan vaan ideatasolla toimiva menetelmä.

Tehtävän määrittelyssä kaikilla ryhmän jäsenillä tulisi olla selvää, mitä on tarkoitus saada aikaan.

Ideoiden keksiminen tapahtuu, kun keksitään mahdollisimman paljon erilaisia ideoita. Toisten ideoita saa vapaasti kopioida ja kehittää eteenpäin. Ideat kirjataan paperille niin, että ne ovat kaikkien nähtävillä ideointivaiheessa sekä jatkokäsittelyssä.

Ideointien seulomisessa ja jatkokäsittelyssä ideat otetaan tarkempaan käsittelyyn. Tässä vaiheessa ryhdytään seulomaan huonoimpia ideoita. Alkuseulonnan jälkeen ehdotukset analysoidaan ja lopuksi muotoillaan paras ratkaisu.

Toteutuksen suunnittelussa idean eteenpäin viemisestä sovitaan ja päätetään työnjako sekä aikataulut.

4.3 Tuotesuunnittelu

Tuotesuunnittelun tavoitteena on löytää hyvä valmistustapa tuoteidealle sekä löytää tuotteelle lisäarvoa, joka tekee tuotteesta kohderyhmälle hyödyllisen, houkuttelevan ja toimivan.

Tuotesuunnittelussa keskeisiä asioita ovat:

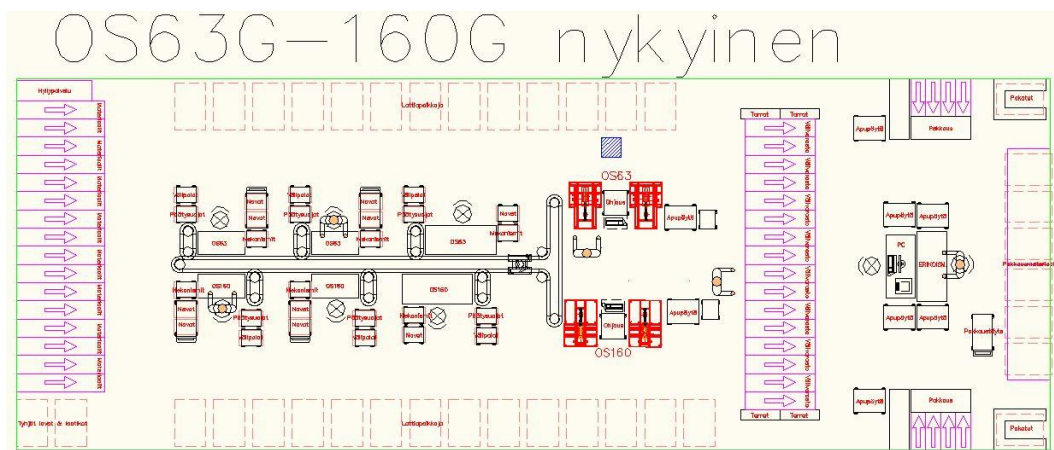
- Tekninen toimivuus, eli tuotteen pitää toimia tehokkaasti käyttötarkoituksen mukaan sekä käytön pitää olla ongelmaton.
- Tuotteen pitää olla kestävä eli sen tulee kestää rikkoutumatta olosuhteita ja käyttötapoja, johon se on suunniteltu.
- Valmistuskelpoisuus, eli tuote voidaan valmistaa sarjatuotantona kustannustehokkaasti.
- Tuotteen pitää olla taloudellisesti kannattava eli valmistus- ja logistiikkakustannukset pitää olla mahdollisimman pienet.
- Tuotteen pitää olla turvallinen ja kaikkien standardien mukaisesti valmistettu.
- Suojauskelpoisuus, eli tuotteen toimintaperiaatteesta, muotoilusta, ulkoasusta tai nimestä voidaan hakea sellainen toteutus, joka mahdollistaa patentin, hyödyllisyysmallin, mallioikeuden tai tavaramerkin hakemisen.
- Viimeistelyssä pyritään luomaan tuotteen muotoilusta ja ulkoasusta tarkoituksenmukainen, miellyttävä ja kaunis.
- Myynti- ja markkinointikelpoisuus, eli tuotteen hyötyarvo, näppäryys, kauneus, paketointi, tuotenimi ja muut ulottuvuudet on pystyttävä välittämään asiakkaalle./16/

5 LINJAN UUDISTUKSET

5.1 Lähtötilanne

Kytкимиä valmistavalla kokoonpanolinjalla valmistetaan OS63- ja OS160-mallisia kytkinvarokkeita. Linjastolla on 6 kokoonpanopistettä, 3 molemmille malleille sekä 1 henkilö, joka toimii testaajana eli siirtää laitteet kuljetinradalta koestuslaitteeseen ja sieltä välivarastoon. 1 henkilö toimii pakkaajan varaston toisella puolella. Kuljetinrata on jo aikaisemmin sijoitettu linjastolle ja suunniteltu siltä varalta, että linjastoa robotisoitaisiin.

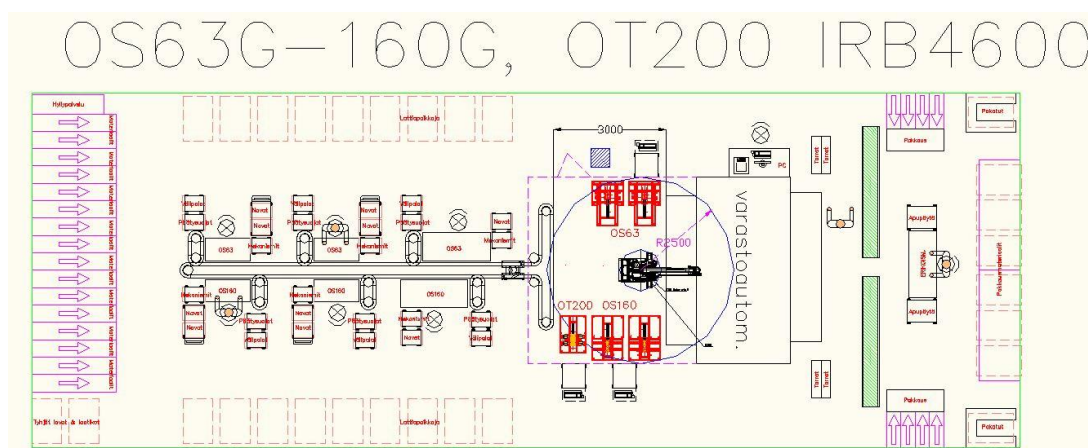
Layout-kuvasta selviää hyvin linjaston toiminta (**Kuva 4.**). Vasemmalla on varasto, josta osat haetaan kokoonpanopisteille ja kokoonpanopisteiltä kytkimet laitetaan paaleille, jotka kuljettavat kytkimet testauspisteille. Testauksen jälkeen kytkimet siirretään käsin välivarastoon, josta ne haetaan pakkaukseen. Linjalla on monta koestuskeskusta johtuen kytkimien eri malleista. Varasto on tavallinen puskurivarasto, eli kytkin laitetaan nuolien osoittamasta suunnasta varastoon, josta varaston toisella puolen työskentelevä työntekijä voi sen hakea.



Kuva4. Layout-kuva nykytilanteesta. /8/

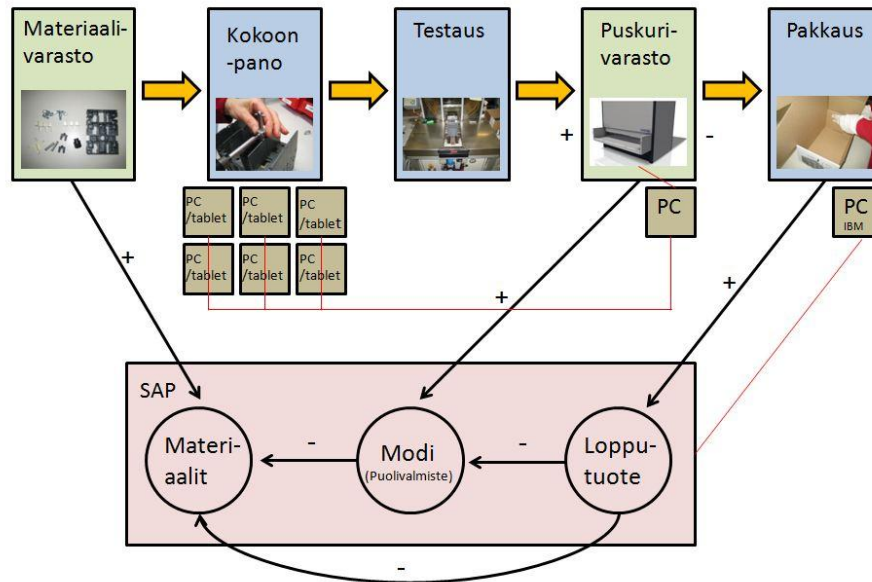
5.2 Muutokset

Kytkimien läpimenoaikaa halutaan lyhentää sekä toimitus varmuutta parantaa. Tavoitteena on robotisoida kytkimien testaus sekä varastointi. Tarkoituksena on sijoittaa robotti kokoonpanolinjan ja varaston väliin, jossa robotti pystyisi hakemaan kytkimen linjastolta ja siirtämään sen koestuskeskukseen. Koestuskeskuksesta robotti hakee kytkimen ja vie sen varastoon. Varasto täytyy uusien robotisoinnin, läpimenoaikojen lyhentämisen sekä toimitusvarmuuden parantamisen seurauksena. Linjaston päähän tullaan sijoittamaan automaattinen Tornado-niminen varastoautomaatti. Layout-kuvasta selviää hyvin linjan muutokset (**Kuva 5**). Linjastolle siirretään toiselta linjastolta kytkinmalli OT200- kuormankytkin. Koska linjastolle tulee erilainen kytkinmalli niin myös koestuskeskus on lisättävä.



Kuva 5. Layout-kuva linjaston muutoksista. /8/

Tuotevirtaus kuvaa valmistettavan tuotteen kulkua kokoonpanolinjalla. Kuvassa 2 näkyy hyvin kytkimiä valmistavan kokoonpanolinjan tuotannon virtaus.



Kuva2. Kytkimen tuotevirtaus kokoonpanolinjalla./5/

6 AUTOMATISOINTI

6.1 Yleistä

Automaatiolla tarkoitetaan itsestään toimivaa järjestelmää tai laitetta. Teollisuusautomaatio ymmärretään tuotantoprosessien ja koneiden ohjaamiseksi tietokoneella.

Automatisoinnin tavoite on usein työvoiman vähentäminen, laadun parantaminen tai tuotannon kasvu. ABB robotisoi kytkimiä valmistavien linjojen loppupäiden testauksen ja varastoinnin, johtuen tuotannon kasvusta sekä varastokapasiteetin kasvattamiseksi.

6.2 Teollisuusrobotti

6.2.1 Yleistä

Suomen standardiliiton SFS-EN 775 mukaan teollisuusrobotti on: ”Automaattisesti ohjattu uudelleen ohjelmoitava ja monikäyttöinen käsittelylaite, jolla on useita vapausasteita ja, joka voi olla joko kiinteästi paikallaan tai liikkuvaksi asennettuna käytettäväksi teollisuuden automaatiojärjestelmissä”.(Suomen standardiliitto SFS, 1993.)

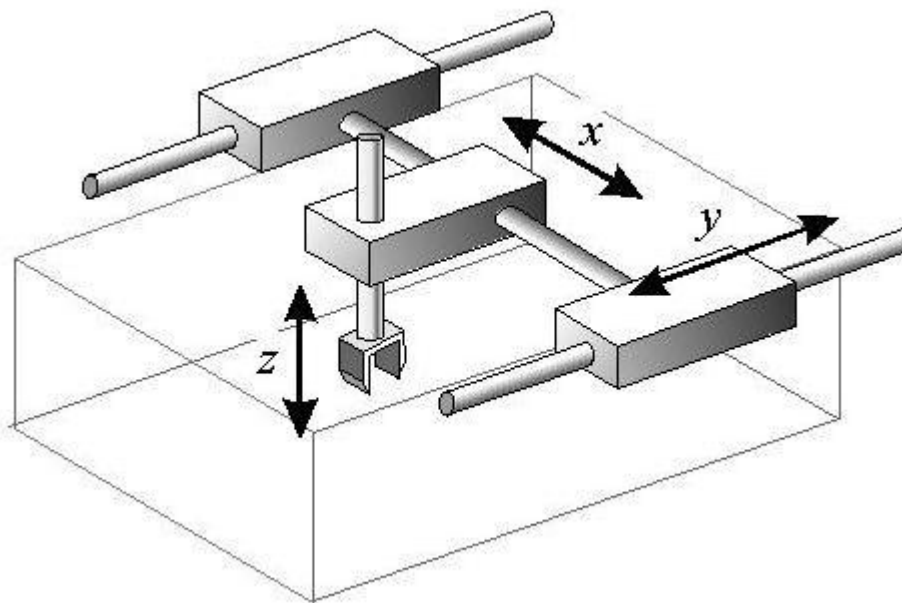
Tämän päivän teollisuusrobotit ovat luotettavia, tehokkaita, käyttövarmoja sekä monipuolisia. Erityisen hyvin robotit sopivat tehtäviin, jotka ovat yksitoikkoisia, vaarallisia, stressaavia tai ihmiselle muuten mahdottomassa työympäristössä toteutettavia./5/.

6.2.2 Robotin rakenne

Mekaniikan suhteen teollisuusrobotit voidaan jakaa nivelvarsirobotteihin ja lineaarisesti liikkuviin, eli poratalirobotteihin. Tarkemman lajittelun mukaan perusrakenteita on useampi.

6.2.2.1 Suorakulmainen robotti

Suorakulmaisia robotteja ovat muun muassa portalirobotit. Suorakulmainen robotti liikkuu lineaarisesti 3:lla ensimmäisellä vapausasteella. Sen rakenne on tuettu kulmista ja liike tapahtuu kiskoilla.

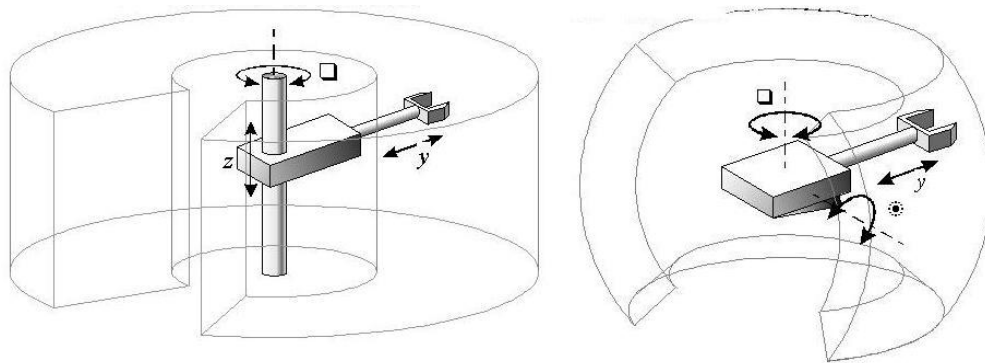


Kuva 6. Portaalirobotti /12/

6.2.2.2 Sylinterirobotit ja napakoordinaatistorobotti

Sylinteriroboteissa on 1 rakennetta kääntävä pyörivä akseli ja sen liikkeet ovat lineaarisia. Sylinterirobotti on tyypillinen manipulaattoriratkaisu.

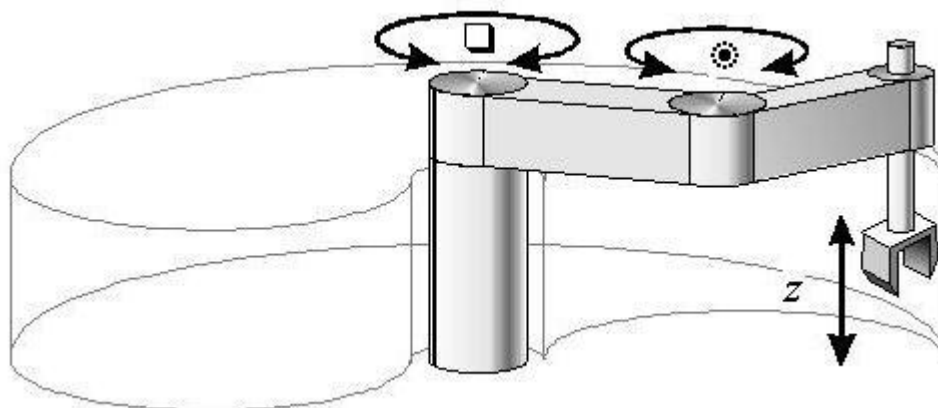
Napakoordinaatistorobotissa on koko rakenneta kääntävä akseli sekä pystysuunnassa käsivartta kääntävä akseli, muiden akselien ollessa lineaarisia. Napakoordinaatistorobotti on hyvin harvinainen ratkaisu.



Kuva 7. Vasemmalla sylinterirobotti ja oikealla napakoordinaatistorobotti. /12/

6.2.2.3 SCARA-robotit

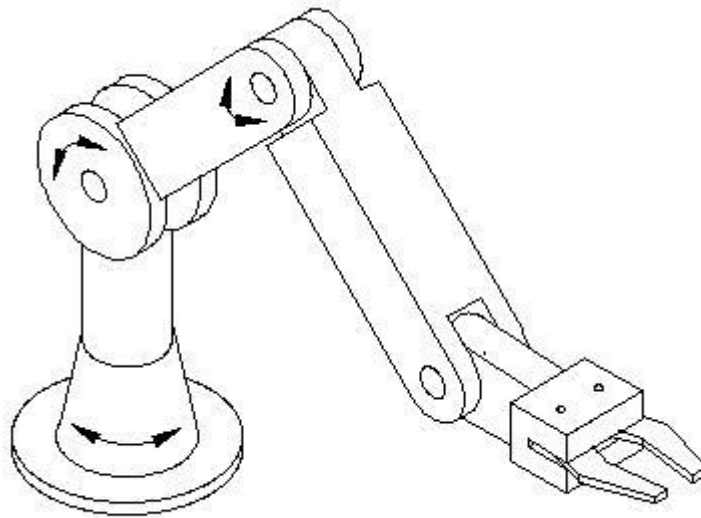
SCARA-robotin nivelet ovat vaakatasossa ja sen pystysuuntaiset liikkeet ovat lineaarisia. Normaalisti SCARA-roboteilla on vain 4 vapausastetta. Etuna on rakenteen jäykkyys. SCARA-robotteja käytetään useimmiten elektroniikan ja muun pienikokoisen mekaniikan kokoonpanossa.



Kuva 8. SCARA-robotti. /12/

6.2.2.4 Kiertyvänivelinen robotti

Nivelvarsirobotissa on ihmiskättä muistuttava rakenne. Yleensä nivelvarsiroboteilla on 6 vapaasti ohjelmoitava niveltä, jolloin varren päässä oleva kappale tai työkalu voidaan asettaa robotin ulottuvuuden puitteissa kaikkiin mahdollisiin kulmiin.



Kuva 9. Nivelvarsirobotti. /12/

6.2.2.5 Rinnakkaisrakenteiset robotit

Rinnakkaisrakenteisissa roboteissa on 3 lineaariliikkeen varassa olevaa työkalulaippaa. Robotti on usein asennettu roikkumaan telineestä ja niillä on suhteellisen rajoitettu ulottuvuus. Kolmipistetuetulla rinnakkaisrakenteisella voidaan tehdä nopeita, niin sanottuja ”Pick and Place” robotteja. Kun tukivarret on valmistettu hiilikuitutangosta, voidaan pitää liikkuvat massat pieninä ja kiihtyvyydet sekä hidastuvuudet suurina.



Kuva 10. Rinnakkaisrakenteinen robotti. /14/

6.3 Tarraimet

Robotin työkalulla tarkoitetaan mekaanista osaa, jota robotti siirtää asemasta toiseen. Työkaluista tavallisin on tarrain. Toinen ryhmä on työkalut, mm. hitsauspis-
tooli, maaliruisku tai liimasuutin./10/

6.3.1 Mekaaniset tarraimet

Mekaaniset tarraimet voidaan jakaa kinemaattisen rakenteen mukaan nivelvarsime-
kanismit, hammaspyörä ja hammastanko, epäkesko, ruuvi, vaijeriväkipyörä ja se-
kalaisiin rakenteisiin.

Nivelmekanismissa sormien liike ei ole lineaarista, sormet kiertyvät nivelpisteen
ympäri. Puristusvoima riippuu nivelkulmista. Mekanismin kuolonkohdat rajoitta-
vat liikealuetta.

Yhdensuuntaisessa nelinivelmekanismissa sormet liikkuvat yhdensuuntaisesti,
liike ei ole pelkkä lineaarinen vaan laajakaarinen./10/

6.3.2 Imu- ja tyhjiötartunnat

Alipaineeseen perustuvia tarraimia käytetään sovelluksissa, joissa mekaanisen tarraimen käyttö on hankalaa tai mahdotonta.

Imutartunnassa työkappaleeseen tartutaan yleensä vain yhdeltä suunnalta. Kumi- tai muoviset imukupit eivät naarmuta kappaleen nostopintaa. Tartuntavoiman lisäys onnistuu lisäämällä imukuppien määrää. Usean imukupin järjestelmässä on turvallisuustekijänä huomattava, että yhden imukupin irtoaminen aiheuttaa alipaineen häviämisen, mikä johtaa kappaleen irtoamiseen, ellei käytetä varolaitteita.

Imukupit vaativat yleensä tasaisen, sileän, puhtaan ja tiiviin pinnan. Imuvoima on paine-eron ja imupinta-alan tulo. Tarraimen ei saa syntyä suuria, tarrainta vastaan kohdistuvia kohtisuoria sivuttaisvoimia, sillä tarraimen synnyttämä sivuttaisliikettä vastustava voima riippuu tarraimen ja kappaleen välisestä kitkakertoimesta. Tartunta kannattaa toteuttaa keskeisesti, kappaleen painopisteen kohdalle./10/

6.3.3 Magneetitarrain

Magneetitarraimia voidaan käyttää vain magneettisille aineille. Magneetin nostovoima riippuu kappaleen muodosta, materiaalista, pinnanlaadusta, ilmaerosta ja magneetin lämpötilasta. Vaatimuksia työkappaleille on riittävän suuri tasainen tartunta-alue, sillä magneetti heikkenee nopeasti ilmaeron kasvaessa./10/

6.3.4 Erikoistarraimet

Erikoistarraimet perustuvat esimerkiksi tartuntaelimen laajentumiseen tai mukautumiseen tartuttavan kappaleen ympärille./10/

6.3.5 Vakiotarraimet

Robottien valmistajat lisäävät usein tuotevalikoimaansa erilaisia standarditarraimia tai niiden komponentteja, joista tilaaja voi helposti koota ja muokata haluamansa tarraimen. Yleensä tarrain joudutaan rakentamaan sovelluskohtaisesti./10/

6.4 Tornado-varastoautomaatti

Varastoautomaatit ovat tietokoneohjattuja varastointi- ja nimikkeiden siirtojärjestelmiä, jotka parantavat merkittävästi tuotteiden varastoinnin ja keräilyn tehokkuutta. Varastoautomaatit kasvattavat varaston kapasiteettia ja säästävät lattiapinta-alaa. Varastoautomaatit ovat helposti integroitavissa yrityksen varastonhallintajärjestelmään tai niitä voidaan käyttää omina järjestelminä. Sijaintipaikka ja toimintaympäristö määrittävät järjestelmän laajuuden ja rakenteen./7/

Linjalle tuleva varastoautomaatti on Kasten valmistama Tornado-varastoautomaatti. Laitteen ulkomitat on 6626x4455x3000 mm, jossa on sisällä paletteja eli tavara-alustoja 49 kpl. Kytkimiä varastoon mahtuu noin 2500 kpl. Laitteen molemmilla puolilla on käyttöaukot, jolloin on mahdollista tehdä keräily ja hyllytys eripuolilta. Molempien käyttöaukkojen edessä on in-out feeder, jonka avulla paletti tuodaan varastoautomaatin ulkopuolelle. In-out feeder on tarpeellinen, jotta robotti pystyy tuomaan kytkimen varastoitavaksi ja helpottaa työntekijäntyötä pakkauksessa.

7 ROBOTISOINTIPROJEKTIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

7.1 Suunnittelun vaiheet

Robottisolut on lähes poikkeuksetta räätälöity yrityksen tarpeiden mukaan, sillä valmiita, toimivia ja testattuja sovelluksia on niukasti.

Projektin vaiheet:

Lähtötilanteen analysointi

- onko robotisoinnille edellytyksiä (kappaleet, oheislaitteet, liittyminen muuhun ympäristöön)
- työvaiheiden looginen eteneminen
- miehitys
- ympäristöolosuhteet.

Esisuunnittelu

- tehdään toiminnallinen layout
- tarkennetaan layout
- sunniiteillaan turvajärjestelmät
- kartoitetaan laitevaatimukset
- suunnitellaan syöttö- ja käsittelylaitteiden vaatimukset.

Robotin ja oheislaitteiden suunnittelu

- tarkennetaan esisuunnittelun tietoja
- päätetään lopullinen layout
- suunnitellaan tarraimet, paletit ja turvalaitteet
- kartoitetaan ylläpito ja huoltotoimet.

Toteutus

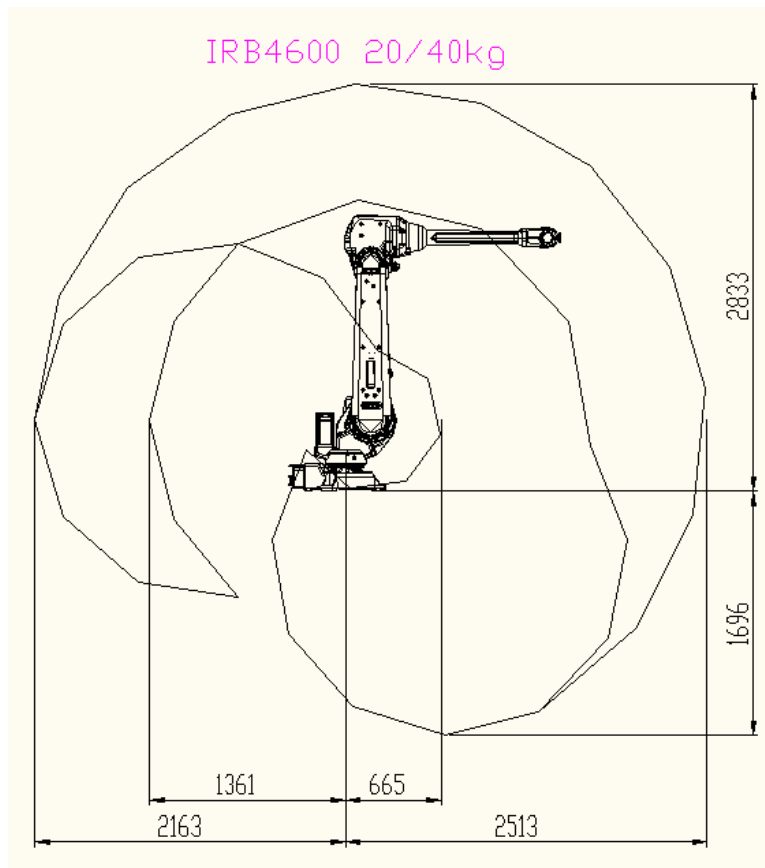
- laaditaan aikataulu

- tilataan järjestelmä ja komponentit
- tehdään asennukset
- tehdään koeajo ja mahdolliset muutokset
- ohjelmoidaan robotti
- pidetään koulutus ja käyttöopastus
- suoritetaan käyttöönotto ja dokumentoinnit. /9/

7.2 Robotin valinta

Sopivan robotin valinta aloitetaan määrittelemällä robotilla tehtävät työt ja niiden vaatimat ominaisuudet. Joissakin sovelluksissa tärkeää voi olla robotin erittäin suuri paikoitustarkkuus kun taas toisessa käyttökohteessa erityisen tärkeää voi olla ratatarkkuus. Hyvää ratatarkkuutta vaatii esimerkiksi erilaiset työstötehtävät. Alkuvaiheessa on myös hyvä määritellä suurin robotilta vaadittava kuormankantokyky. Kantokyvyn laskemisessa tulee muistaa ottaa huomioon mahdollisesti liikuttavan kappaleen lisäksi robottiin kiinnitettävät apulaitteet, kuten voimaanturipaketti./6/

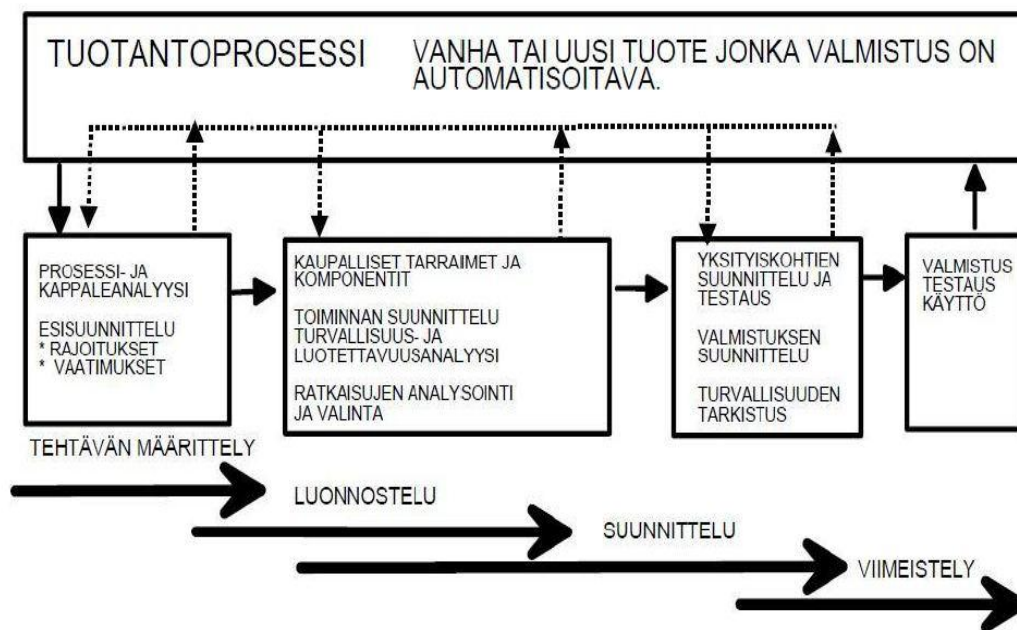
ABB:lle robottia valittaessa oli tärkeää sen ulottuvuus ja kantokyky. Robotin pitää ulottua ottamaan kappale kuljetinradalta ja viemään keskukseen sekä ottaa kappale keskuksesta ja viedä se puskurivarastoon. Vaihtoehtoina olivat robotit ABB:n nivelvarsirobotit IRB 4600 20/40 kg sekä IRB 660 180/250 kg. IRB 4600 toimintasäde on 2500 mm ja IRB 660 toimintasäde on 3150 mm. IRB 4600 toimintasäde ja kantokyky ovat riittävät ja IRB 4600 on huomattavasti pienempi ja kevytrakenteisempi kuin IRB 660. IRB 4600 on 6-nivelinen toisin kuin IRB 660, jossa on vain 4 niveltä. Todettiin, että IRB 4600 20/40kg on sopivampi robotti tähän työtehtävään. **(Kuva 3.)**



Kuva 3. IRB 4600 2D CAD-kuva, jossa myös toiminta-asteet./8/

8 TARRAIMEN SUUNNITTELU

Tarraimia ja työkaluja suunniteltaessa on huomioitava koko automatisointitehtävää kokonaisuutena, jossa tarraimen tai työkalun suunnittelu on yksi osa automatisointia. Yleensä toivomuksina ovat yksinkertainen rakenne, pieni koko ja paino, luotettava tartunta, tartuttavien kappaleiden keskitys ja perustilassa kiinni oleva tarrain./10/



Kuva 11. Teollisuustarraimen suunnittelukonsepti. /10/

8.1 Esisuunnittelu

”Tarraimen esisuunnittelun pohjana on prosessi- ja kappaleanalyysi. Analyysissä tutkitaan prosessia tarraimen kannalta. Esisuunnittelussa etsitään periaateratkaisu- ja luonnostellaan eri mahdollisuuksia. Kappaleen koko, muoto ja materiaali määrittävät käytettävän mekanismin ominaisuudet: tartuntapisteet, voimavälityksen, liikealueet ja anturien liitännäismahdollisuudet.” Taulukossa 1. on selitetty mitä täytyy ottaa huomioon tarttujan esisuunnittelussa ja suunnittelussa./10/

Koon, muodon ja massan vaihtelut	Tehtävä	Toiminnalliset	Toiminta, kustannukset ja aika
Tartuntavoima (hauras/kestävä kappale)	Tehtävän laatu	Lisäfunktiot	Hinta
Sormien liike	Toleranssit	- mittaus	Laatu
Toimilaite	Liikeparametrit	- tarkastus/tunnistus	Tehokkuus
Painopiste	-nopeus	-kappaleen keskitys	Lyhyt läpimenoaika
Pinnan laatu	-kiihtyvyys	- mukautuminen	Yrityksen imago
Toleranssit	-tahtiaika	Turvallisuus ja luotettavuus	Automatisointiprojektin yleiset edellytykset
Kappaleiden erilaiset materiaalit	Törmäykset	Laaja käsittelykyky	
Materiaalin lujuus	Tiedonvälitys muiden laitteiden kanssa	Tarkkuus	
Pintapaineen kestävyys	-standardi	Kunnossapito	
Tartuntaperiaate	-nopeus	Yhteensopivuus	
Kitkakerroin	-yhteensopivuus	Asennus	
Tunnistettavuus	Aistien tarve	Hallittu jousto	
Materiaalivakiot	-mittaus	Jäykkyys	
- lämmönjohtavuus	-tiedonkäsittely	Välykset	
- magneettisuus	Mukautumiskyky	Kuluminen	
- eriste/johde	Ympäristö	Rakenteelliset	
Kappaleiden asema epämääräinen	Epäpuhtaudet	Pieni koko	
Kappaleen etsintä	-öljy, pöly, jne.	Modulaarisuus	
Erottavuus	- työstölastut	Mekaaninen jäykkyys, keveys	
Asema ja asento	Lämpötila	Antureiden ja toimilaitteiden sijoitus	
Luoksepäästävyys	Ilman kosteus	Kaapeleiden sijoitus	
Apulaitteet	Säteily	Ohjauselektronikan pakkaus	
	Valaistus	Valmistettavuus	
	(näköjärjestelmä)	Suojaukset	
	Tärinä	Mekaaninen liityntä	
	Sähkömagneettiset häiriöt	-robotin työkalulaippa	
	Muut laitteet	Sormien vaihdettavuus	
	-yhteensopivuus		

Taulukko 1. Tarraimen suunnittelussa huomioitavaa. /10/

8.2 Tartunta

Itse tartuntatapahtuma on analysoitava tarkasti. Tartunta voi perustua kappaleessa oleviin muotoihin tai puristusvoimaan.

Kappaleessa olevia uria, kohoumia ja muita muotoja voidaan käyttää hyväksi muotosulkeisessa tartunnassa. Tartunta ei ole aina puhdas kitkatartunta, vaan kitka- ja muotosulkeisen yhdistelmä. Tartuntavoiman täytyy olla riittävän suuri pitämään kappaleen luisumatta paikallaan. Tarpeettoman suuri puristusvoima voi rikkoa kappaleen. Tarraimen sormiin voidaan lisätä kitkamateriaalia, esimerkiksi kumia. Jos tarraimen sormet on muotoiltu keskittäviksi, liiallinen kitka on kuitenkin haitaksi./10/

8.3 Suunnittelu

Tarraimen suunnittelu voidaan jakaa 2:een vaiheeseen: kehittelyyn ja viimeistelyyn. Kehittelyvaiheessa jalostetaan edelleen esisuunnittelussa rajattuja vaihtoehtoja ja valitaan paras yhdistelmä.

Kehittely alkaa toiminnan, turvallisuuden ja luotettavuuden suunnittelulla. Viimeistelyssä valitaan tarvittavat komponentit ja mitoitetaan rakenne tarkemmin. Tarvittaessa on palattava edellisiin vaiheisiin. Tarraimen viimeistelyssä on muistettava esitetyt argumentit./10/

9 PALETIN SUUNNITTELU

9.1 3D-mallinnus yleisesti

3D-mallinnusohjelmien käyttö on kasvanut merkittävästi viime vuosina ja yhä useammin yritykset siirtyvät kohti niiden käyttöä. Suurin syy muutokseen on huomattava etu 2D-mallinnusohjelmiin verrattuna. Täysipainoiseen 3D-mallinnukseen siirtyminen ei ainoastaan tarjoa suurempaa tehokkuutta työskentelyyn, vaan kustannussäästöt uusien tuotteiden suunnittelussa ja mahdollisten prototyyppien valmistuksessa ovat huomattavia. 3D-mallinnusohjelmia voidaan käyttää laadukkaiden tuotekuvien tekoon, mutta osien yhteensovittamisessa ja rakenteen yleisen toimivuuden varmistamisessa ohjelmat ovat ehdottomasti hintansa arvoisia. Osien yhteensovitus ja niiden mahdolliset ongelmat nähdään jo tietokoneen ruudulla ja tällä tavoin säästytään siltäkin vaivalta, että tilatut osat menisivät roskiin. 3D-mallinnusohjelmien tuotoksia voidaan myös käyttää lujuuslaskelmien ja tarkastelujen pohjana./13/

3D-mallinnus on erilaisten kappaleiden ja rakenteiden suunnittelua kolmiulotteisesti tietokoneen näytöllä. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikki osat ja kokoonpanot näyttävät oikeilta ja juuri siltä miltä ne fyysisiltä ja mekaanisilta ominaisuuksiltaan todellisuudessa tulevat olemaan. Tuotteet ja kokoonpanot suunnitellaan kolmiulotteisessa avaruudessa, joka koostuu x-, y- ja z-koordinaattiakseleista. Lähtötilanteessa koordinaattiakselit sijoittautuvat tietokoneen näytölle siten, että x-akseli on näytön alareunan suuntainen, y-akseli on näytön vasemman reunan suuntainen ja z-akseli osoittaa näytöstä ulospäin. Koordinaattiakseleiden risteymä eli origo sijoittuu näytön vasempaan alareunaan ja siitä oikealle, ylös ja näytöstä pois päin ovat koordinaattiakseleiden positiiviset suunnat. /13/

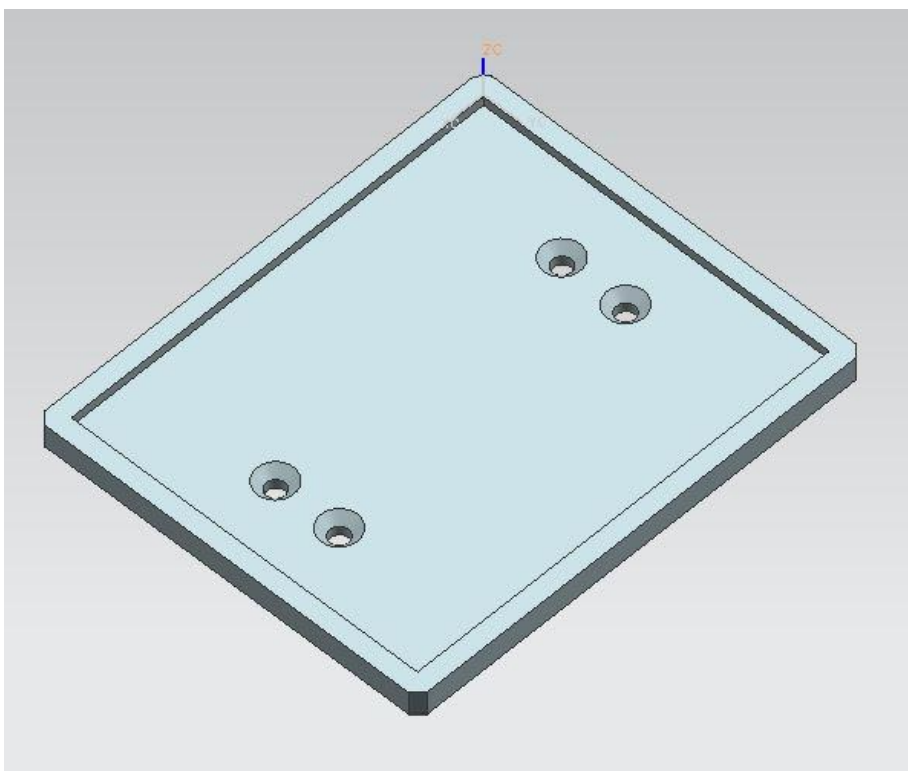
9.2 Lähtötilanne

Opinnäytetyön toisena tehtävänä oli suunnitella uusi paletti eli kuljetinlevy linjastolle. Nykyisessä paletissa ei ollut mitään paikoitusmenetelmää, koska sitä ei aiemmin ollut tarvittu, sillä kytkimien siirto koestuskeskukseen tapahtui manuaalisesti. Paletti oli valmistettu muoviseoksesta, joka vääntyi ajan kuluessa.

Tarkoituksena oli suunnitella paletti, jolla voitaisiin paikoittaa kytkimet tarkasti, koska robotti hakee kytkimet paletilta ja siirtää koestuskeskukseen. Kytkinmalleja oli kolme, OS63, OS160, jotka ovat kytkinvarokkeita ja OT200 jotka ovat kuormankytkimiä. Kytkimistä oli yli 30 erilaista variaatiota.

9.3 Suunnittelun aloitus

Suunnittelu aloitettiin tutustumalla vanhaan palettiin ja sen puutteisiin. **(Kuva 11.)** Paletista ilmeni heti materiaaliongelma, sillä paletti oli päässyt vääntymään. Paletissa ei myöskään ollut mitään paikoitusmenetelmää millä kytkimet olisi voinut paikoittaa, mikä tarkoitti sitä että vanhaa palettia ei voinut uusiokäyttää.



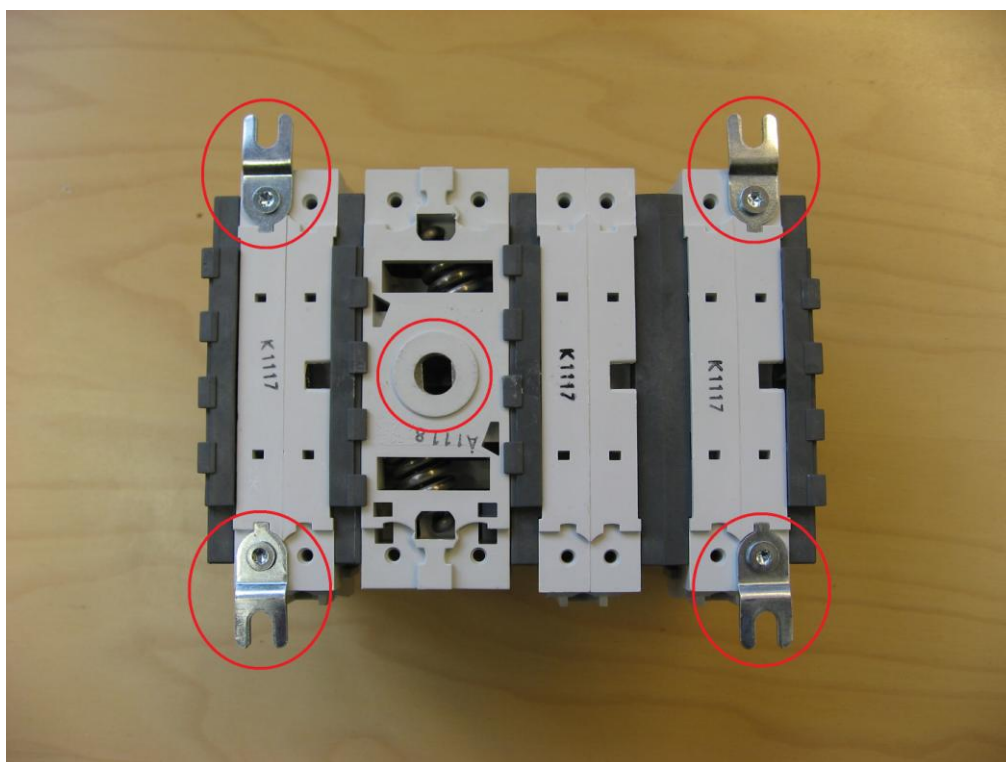
Kuva 11. Nykyinen palettimalli

Seuraavaksi tarkasteltiin itse kytkimiä ja niiden mittoja. Kaikista paleteista haluttiin samankokoisia ulkomitoiltaan. Aluksi selvitettiin kytkinten suurimman pituuden ja leveyden sekä suurimman painon. Suurin leveys oli 220 mm ja suurin pituus 255.5 mm, painavin kytkin painoi 4 kg. Nämä olivat ensimmäiset rajoitteet

paletin suunnitteluun. Seuraavaksi kytkimiä tutkittiin tarkemmin ja etsiä yhdenmukaisuuksia mitoista. Suunnittelussa käytetään NX6 3D-suunnitteluohjelmaa.

9.4 Paikoitus

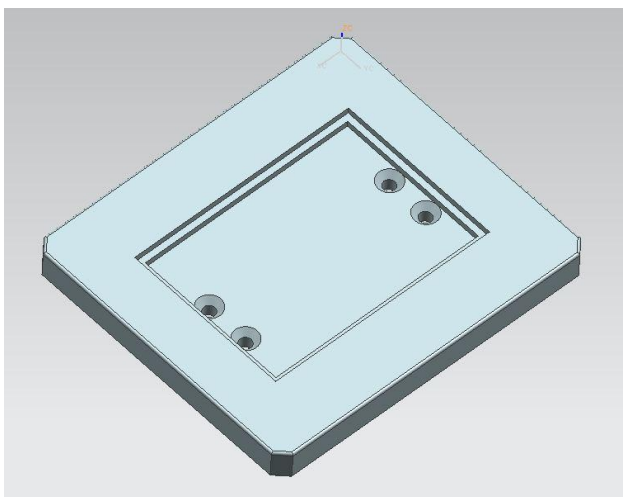
Mittojen ja yhdenmukaisuuksien tarkasteluissa selvisi, että kytkinten jalat ovat uloimmat pohjassa olevat osat ja kaikissa kytkimissä niiden etäisyys oli sama. Ensimmäiset piirustukset tehtiin, jossa paletti olisi paikoitettu sivuilta käyttäen kytkinten jalkoja. Pelkkä sivupaikoitus ei ole riittävän tarkka, jotta robotti pystyisi hakemaan kytkimen paletilta, joten yhdenmukaisuuksien tutkimista jatkettiin. Tutkimuksissa selvisi, että kaikissa kytkimissä on 10 mm oleva reikä väännin mekaniismissa, jolla kytkin voitaisiin paikoittaa pituussuunnassa. Tämä tosin pidentää paletin pituutta hieman, koska mekanismi voi olla jommassakummassa päässä kytkintä tai keskellä. Hyötyjä mekaniisista paikoitukseen on se, että robotti haki kytkimen aina samasta kohtaa.



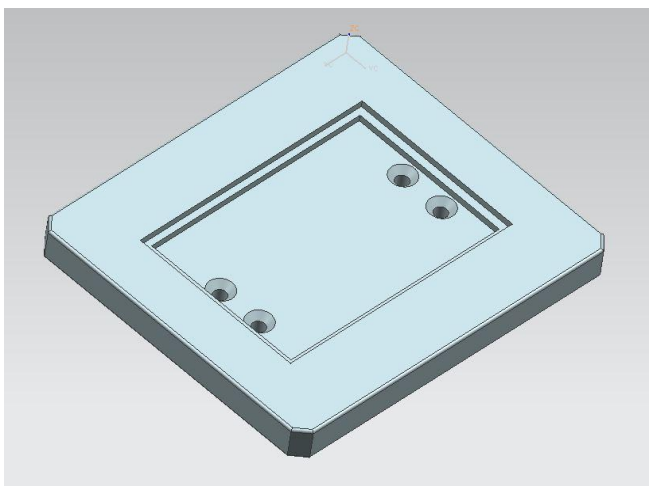
Kuva 29. Kytken tarkastelussa ilmenneet paikoituspisteet.

9.4.1 Versio 1.0

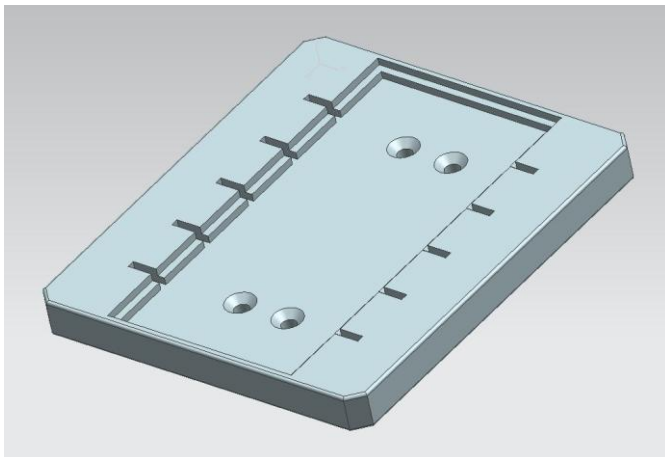
Versioissa 1.0 on 3 eri revisiota, koska kappaleet mallit OS36, OS160 ja OT200 ovat pituudeltaan eri mittaisia. Ulkomitat paleteissa on samat, mikä helpottaa ro-
bottisolun toimintaa. Kytkin on paikoitettu paleteissa vain jaloista leveys-
suunnassa. OT200-kytkinvarokemalliin on tehty lovet paletin sivuille, koska nii-
hin tulee väliseinä. **(Kuva14.)**



Kuva 12. Palettiversio 1.0 OS63-mallille



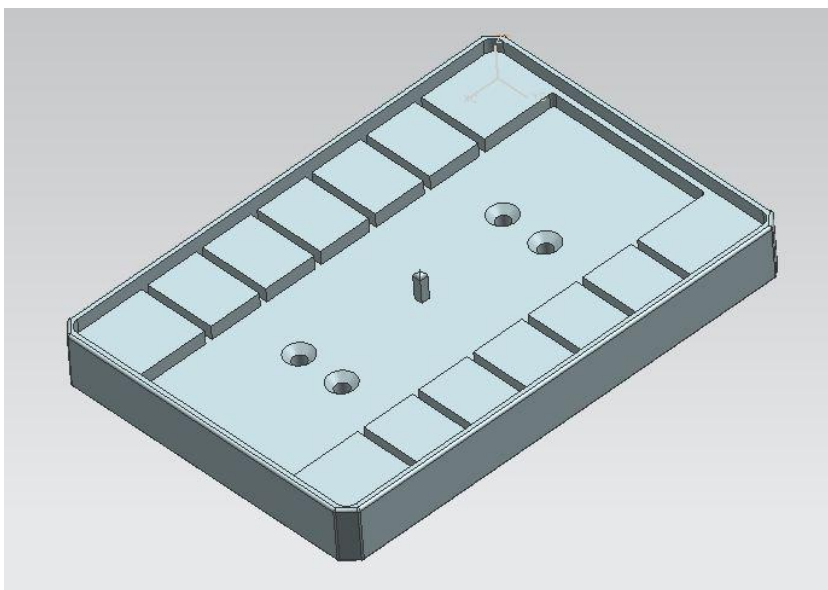
Kuva 13. Palettiversio 1.0 OS160-mallille



Kuva 14. Palettiversio 1.0 OT200-mallille.

9.4.2 Versio 2.0

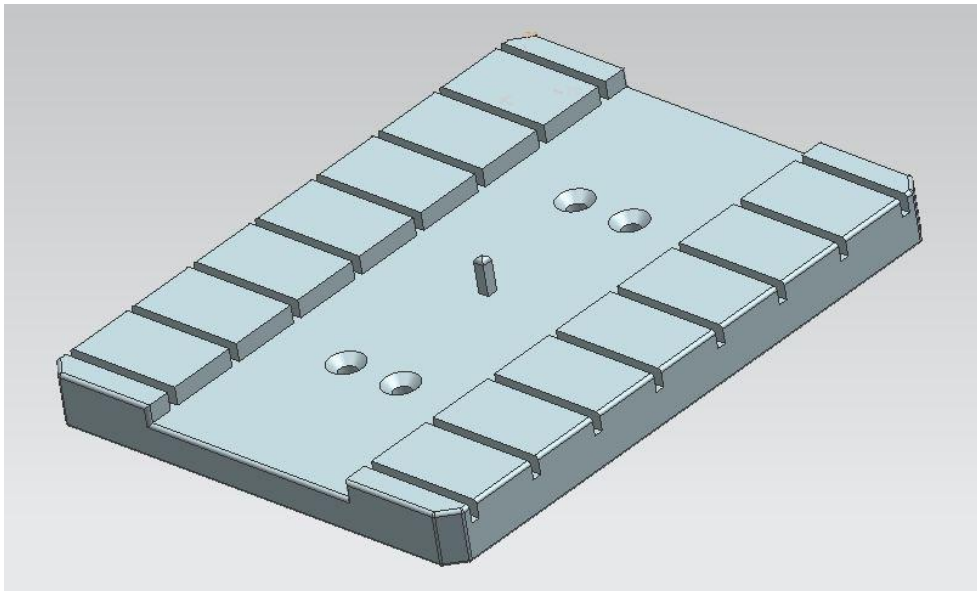
Versiossa 1.1 kaikki 3 mallia OS63, OS160 ja OT200 on sovitettu samalle paletille (**Kuva 15.**). Tämä selkeyttää linjalla työskentelevien ihmisten työtä, kun ei tarvitse arpoa minkä paletin valitsee. Versiossa 1.1 kytkin on paikoitettu kytkimen jaloista sivusuunnassa ja pituussuunnassa taas kytkimen vääntömekanismeissa olevasta 6 mm olevasta reiästä. Koska mekanismi voi olla missä kohdassa tahansa kytkintä, niin paletin pituus kasvoi. Versiossa 1.1 mekanismista paikoittava tappi on kiinteä ja pyöristetty päästä.



Kuva 15. Palettiversio 2.0

9.4.3 Versio 2.1

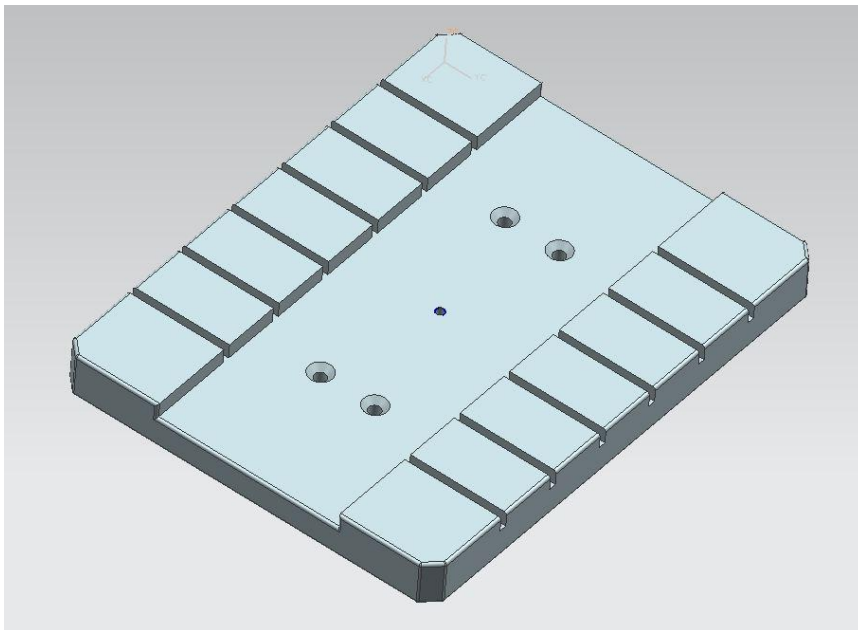
Versio 2.1 on hyvin samanlainen kuin versio 2.0. **(Kuva 16.)** Eroavaisuuksina on laitojen poistuminen, jolloin paletti on hieman lyhyempi, sekä helpommin puhdistettava.



Kuva 16. Palettiversio 2.1

9.4.4 Versio 2.2

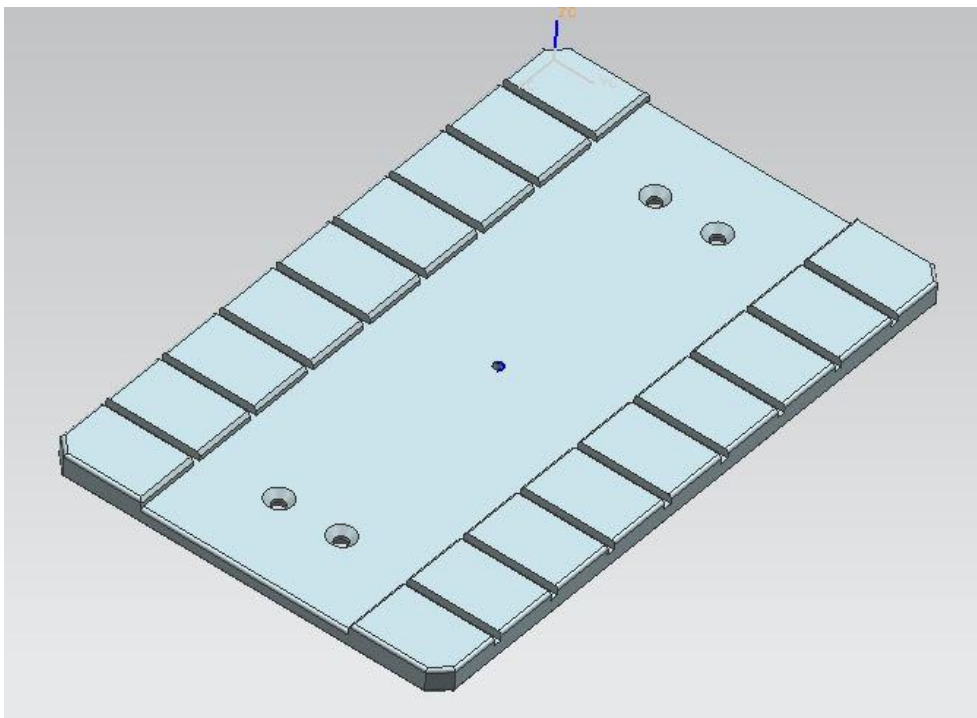
Versio 2.2 on täysin identtinen versioon 2.1, mutta kiinteän tapin sijasta siinä on vaihdettava paikoitustappi. **(Kuva 17.)**



Kuva 17. Palettiversio 2.2

Versiosta 2.2 tehtiin prototyyppi alumiinista. Prototyypissä ilmeni ongelmaksi paletin paino. Paletti painoi 4 kg, mikä on liikaa kuljetinradalle kun paletille tulee vielä kytkin. Palettia ohennettiin ja kavennettiin, jolloin syntyi palettiversio 2.3 (**Kuva 18.**). Paletti oheni 15 mm eli puolet ja paletti kaventui 20 mm eli 10 mm kummastakin sivusta. Paletti versio 2.2 oli myös liian lyhyt, joten palettia pidennettiin yhteensä 50 mm versioon 2.3. Kytkimen asettelu oli myös hankalaa, sillä kytkimen jalkojen välin mitta ei ollut tarkka. Versoissa 2.2 mitta jalkojen paikoituksessa oli 126.2 mm, mikä ei ollut riittävä. Versioon 2.3 jalkojen paikointus mitaksi laitettiin 127 mm.

9.4.5 Versio 2.3

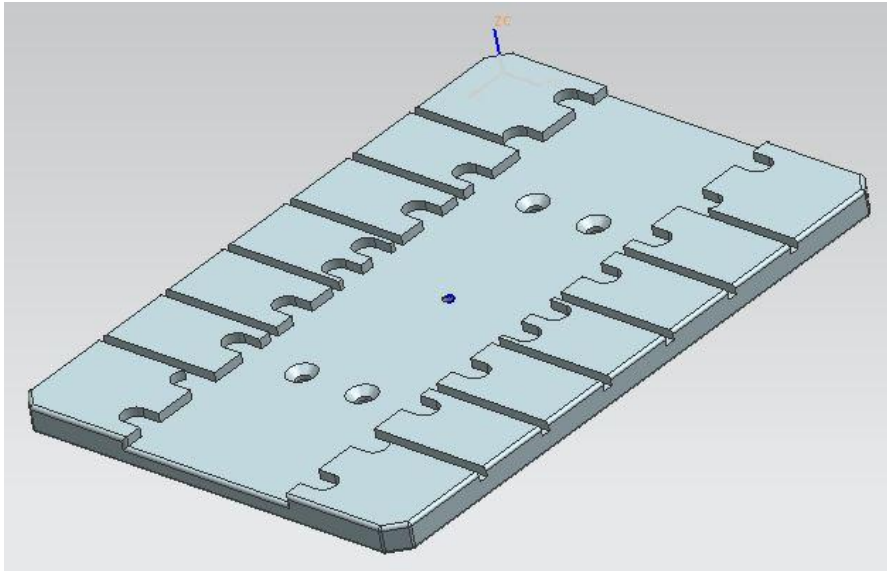


Kuva 18. Palettiversio 2.3

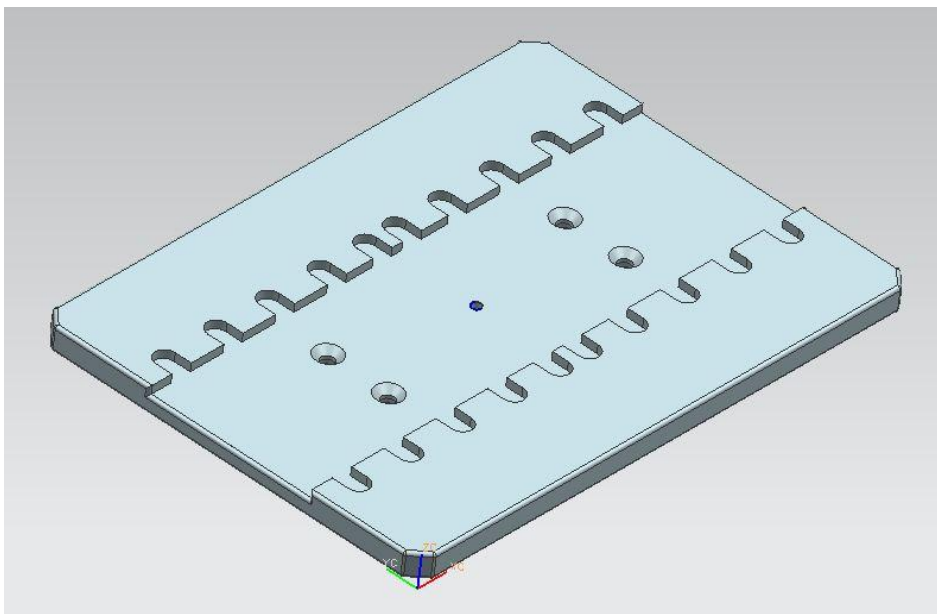
Versio 2.3 on 15 mm ohuempi palettiversiota 2.2, sekä 50 mm pidempi, sillä prototyyppiä testatessa ilmeni yhden kytkinmallin kanssa ongelma, koska se oli nelinapainen ja siinä oli välilevyt napojen välissä. Kytkin oli liian suuri palettiversiolle 2.2 jolloin palettia pidennettiin 25 mm molemmista päistä. Keskellä olevaa uraa, jolla kytkimien jalat paikoitetaan kasvatettiin 126.2:sta 127:ään mm.

9.4.6 Versio 3.0

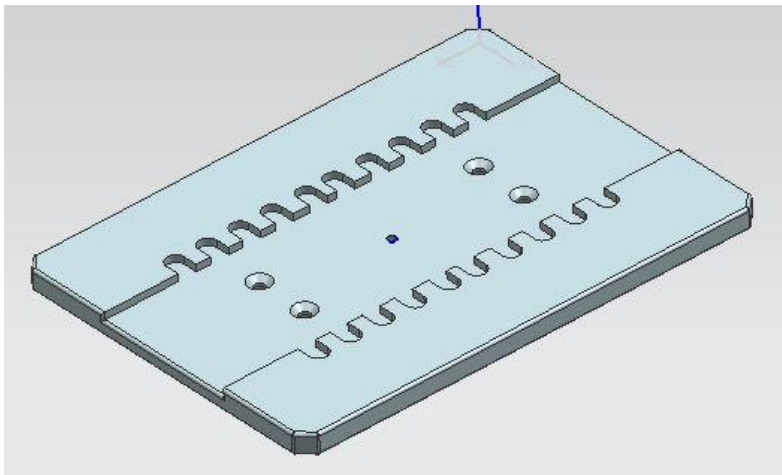
Versiosta 3.0 on tehty 3 revisiota, koska tässä versiossa haluttiin ohittaa paikoitus jaloista, sillä se saattaa olla liian epätarkkaa, joten jalat ohitettiin upotuksilla ja leveyspaikoitus siirrettiin kytkimien kylkiin, jotka ovat saman levyiset kaikissa malleissa. Kolme versiota jouduttiin tekemään, koska kytkinten jalkojen paikoitusväli vaihteli kaikissa malleissa. Revisio 3.0a on tarkoitettu OS160- ja OT200-malleille. (**Kuva 19.**) Revisio 3.0b on tarkoitettu OS63US mallille (**Kuva 20.**), joka on malli Amerikkaan ja revisio 3.0c (**Kuva 21.**) on tarkoitettu OS63G mallille, joka on yleismalli.



Kuva 19. Palettiversio 3.0a



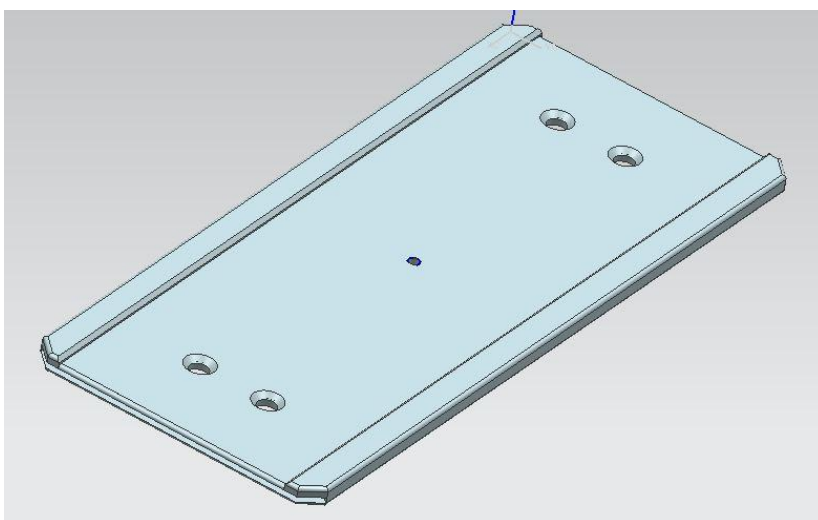
Kuva 20. Palettiversio 3.0b



Kuva 21. Palettiversio 3.0c

9.4.7 Versio 4.0

Paletti on suunniteltu palettiversio 2.3 pohjalta. Tätä mallia on ohennettu kokonaispaksuuteen 11 mm sekä uran syvyys, joka paikoittaa jaloista on alennettu 3 mm. Uran syvyyttä pienennettiin, koska nyt OT200-mallien välilevyt mahtuvat menemään uran ylitse, eikä sivusuunnassa tarvitse tehdä urituksia välilevyille. Palettia on kavennettu leveyteen 180 mm, koska kytkimet eivät tarvitse paletin suoja sivusuunnassa, joten ne voivat mennä paletin yli. Palettiin on myös päihin tehty 5 mm syvyiset urat, johon tulee kumi puskuri, joka vähentää palettien törmäyksistä syntyvää ääntä.



Kuva 22. Palettiversio 4.0

9.4.8 Paikoitustappi

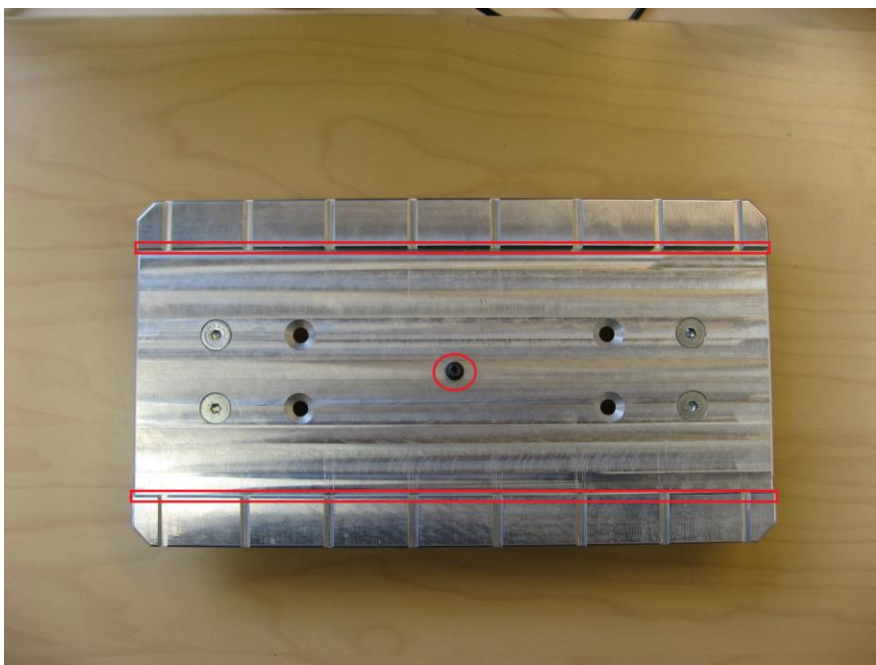
Paikoitustappi on valmistettu M6 kierteityksellä olevasta ruuvista, jonka kannan halkaisija on kavennettu 9.5 mm suuruiseksi (**Kuva 23.**). Ruuvi uppoaa 5 mm:n syvyyteen palettiin. Ruuvi soveltuu hyvin paikoitukseen, sillä kytkin on helppo asettaa siihen liuttamalla ja robotin on helppo nostaa kytkin pois paletilta.



Kuva 23. Paikoitustappi

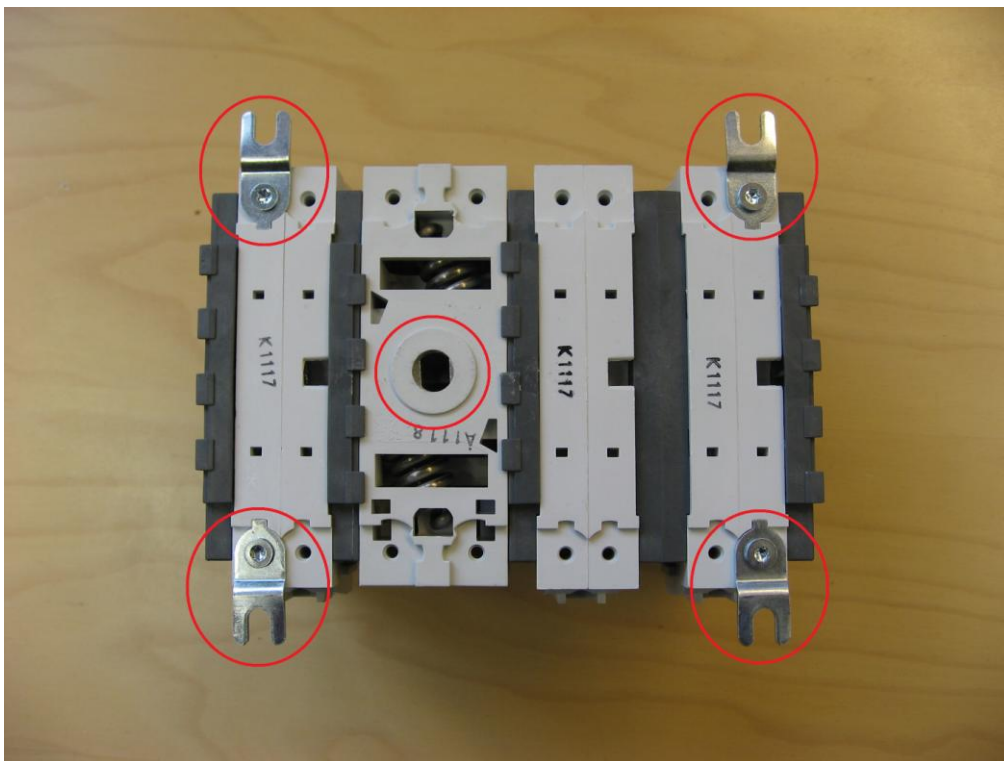
9.4.9 Paletin ja kytkimen yhteensovitus

Kuvassa 24. on punaisella rajatut alueet, joista kytkin paikoitetaan paletilla.



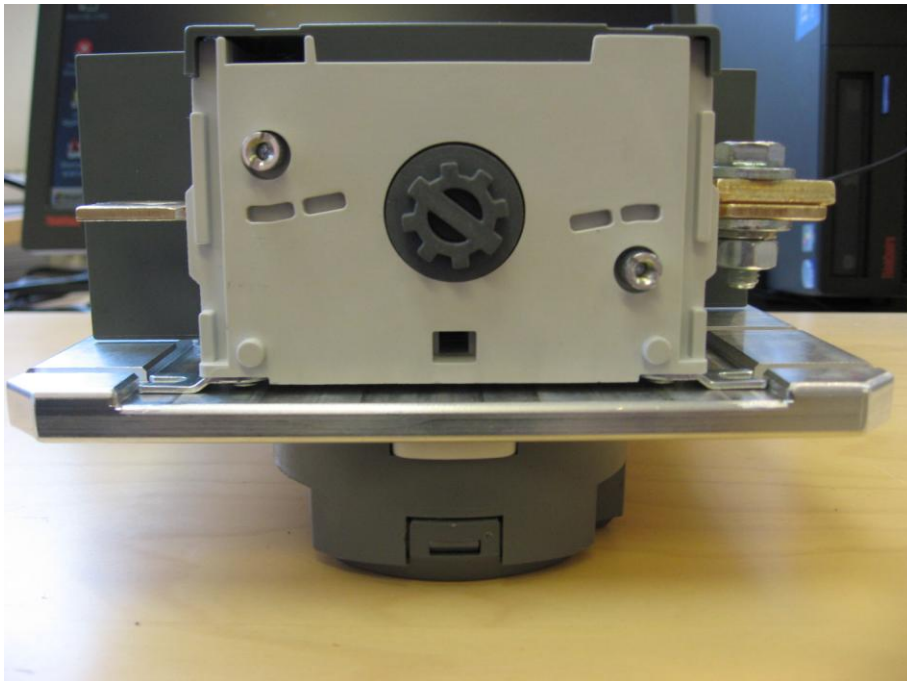
Kuva 24. Paletin paikoituspisteet.

Kuvassa 25. on punaisella rajatut alueet, joista kytkin paikoitetaan paletille. Kyt-
kin on paikoitettu jaloista ja pohjassa olevasta reiästä.

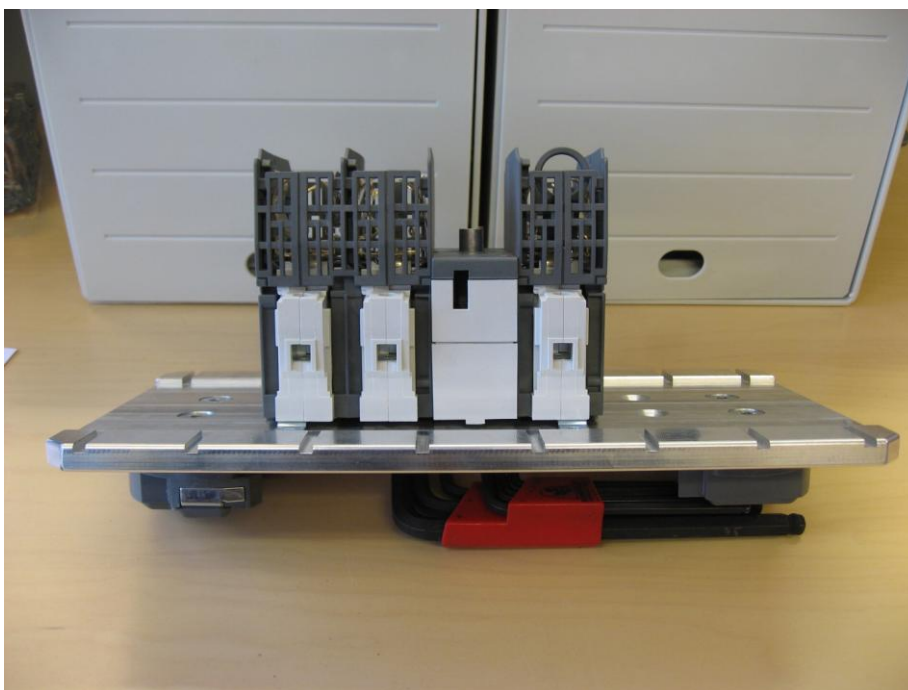


Kuva 25. Kytkeyn paikoituspaikat.

Kuvasta 26. huomaa hyvin kuinka OT200-kytkinvarokemallin väliseinät ylittävä paletin sivussa olevat paikoitus reunat.

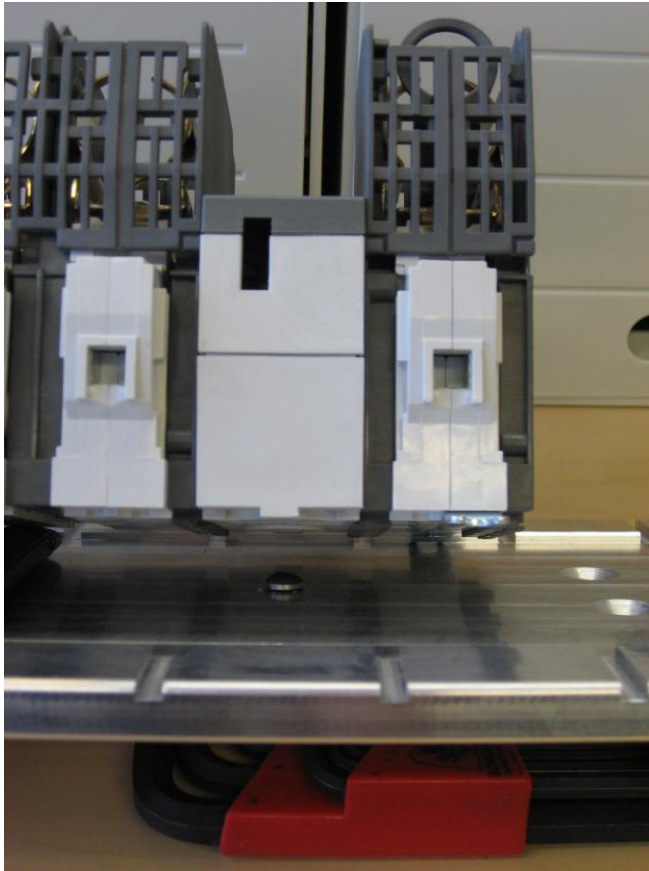


Kuva 26. Kuva kytkimestä paletilla edestäpäin.



Kuva 27. Kuva kytkimestä paletilla sivusta.

Kuvasta 28. havainnoi hyvin, kuinka kytkin paikoittuu paletille.



Kuva 28. Havainnointikuva kytkimen paikoituksesta paletille

9.5 Paletin valinta

Linjalla käytettäväksi paletiksi valittiin palettiversio 4.0 seuraavista syistä:

- Paletti on helppo ja halpa valmistaa.
- Materiaali on alumiinia, jolloin paletti ei taivu.
- Materiaali on halpaa ja kestävä.
- Palettiversioon 4.0 sopivat kaikki kytkinmallit linjastolla.
- Palettiversiossa 4.0 materiaali kustannukset ovat alhaisemmat kuin muissa paletti versioissa.

- Paikoitus on riittävän tarkka jaloista ja keskellä sijaitsevasta paikoituspista.
- Paletin päissä on pehmusteet, jolloin törmäyksistä aiheutuva ääni on minimoitu.
- Paikoitustappi on vaihdettava, mikä lisää paletin pitkäikäisyyttä.
- Paletin jalat ovat etäämmällä toisistaan, kuin muissa paletti versioissa, jolloin paletti pääsee kääntymään paremmin kaarteissa linjalla.
- Paletti versio 4.0 on kapeampi kuin muut paletit, jolloin säästyy materiaalia ja paletti mahtuu paremmin liikkumaan linjastolla.

9.6 Kehitysehdotuksia

Paletin sivussa olevat luiskat, jotka paikoittavat kytkimen leveyssuunnassa jaloista voisivat olla vaihdettavissa, mikä lisäisi paletin käyttöikä.

Paikoitusruuvien voisi mallintaa 3D-ohjelmalla ja valmistaa itse.

Muita 2:ta linjaa ajatellen palettien koko kasvaisi liian suureksi, jos kytkimet paikoitettaisiin mekanismista. Konenäkö on vartenotettava vaihtoehto kytkimen paikan tunnistamiseen, jolloin robotti osaisi hakea kytkimen oikeasta paikasta.

10 YHTEENVETO

10.1 Työn eteneminen

Opinnäytetyö saatiin ABB Oy:ltä Breakers and switches yksiköstä tuotannonkehityksestä 20.12.2011. Aloituspalaveri pidettiin 27.12.2011. Aloituspalaverissa rajattiin opinnäytetyön aikataulu. Laadittiin aikataulu, mikä helpotti työn seurantaa ja selvensi työn tavoitteita.

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin tutustumalla vanhoihin paletteihin, mitä käytettiin linjastolla ja perehdyttiin kytkimiin ja niiden mittoihin. Tiedonhankinta teoriaosuutta varten aloitettiin kytkimiin perehtymisen jälkeen. Kytkimen mallinnuksessa käytettiin NX6 3D-mallinnus ohjelmaa. Ongelmana suunnittelussa oli se, ettei kytkimistä ollut käytettävien 3D-malleja, joten paletin ja kytkimen yhteensovitukseen täytyi tehdä prototyyppi. Paletista valmistettiin prototyyppi jota muokattiin kehityksen tuloksen. Ensimmäisistä prototyypeistä oli helposti huomattavissa niiden puutteet ja paranneltavat kohteet.

10.2 Lopputulos

Lopputuloksena saatiin prototyyppi paletti sekä valmistus piirustukset palettia varten, jota voidaan käyttää ensimmäisellä linjastolla sekä yleispätevä ohje tarraimen suunnittelua varten. Opinnäytetyö valmistui ajallaan. Liitteenä on paletin piirustukset.

LÄHTEET

/1/Aalto-yliopisto, Kauppakorkeakoulu. Jukka-Pekka Kevätsalo 2011. Pdf. Viitattu 2012.

http://hsepubl.lib.hse.fi/FI/ethesis/pdf/12672/hse_ethesis_12672.pdf

/2/ABB tänään 4.5.2010. Microsoft Powerpoint Presentation ABB:n intranetissä: ABB_tänään_2012_intraan.ppt. Viitattu 2012.

/3/ABB-yhtymä verkkosivu. Viitattu 6.2.2012.

<http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/5b3b47abc1e9e75dc2256b20003f96db.aspx>

/4/ABB. OS-tuoteluettelo.pdf, intranet. Viitattu 2012.

/5/ABB. Tornado-prosessikuvaus, Power Point. Viitattu 2012.

/6/ Benhabib, B. Manufacturing Design, Production, Automation and Integration, New York: Marcel Dekker Inc., 2003. Suomentanut Aaltonen, Konepaja -automaatio, Porvoo, WSOY. 1997. Viitattu 2012.

/7/Kasten oy. Viitattu 2012.

<http://www.kasten.fi/tuotteet/varastoautomaatit-ja-WMS/Tornado-varastoautomaatti/>

/8/M. Jokela, 2012 ABB. Layout kuva cad piirustus.

/9/Robotiikka, opetusmateriaali. Viitattu 2012.

http://miniweb.lpt.fi/automaatio/opetus/luennot/pdf_tiedostot/robotiikka_yleinen.pdf

/10/Suomen robotiikkayhdistys Ry, kustantaja Talentum Oyj/MetalliTekniikka, Vantaa 1999. Viitattu 2012.

/11/Tampereen ammattiopisto. Viitattu 2012.

<http://koulut.tampere.fi/materiaalit/to/tuotekehitys/etsinta.html>

/12/Tampere University of technology, opintomateriaali. Viitattu 2012.

<http://www.pe.tut.fi/akp/robotit.html>

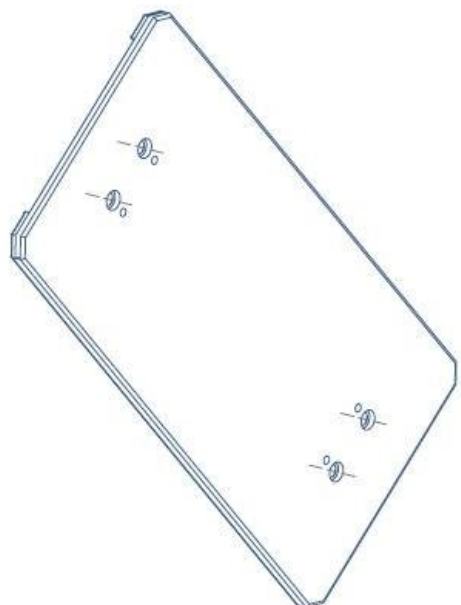
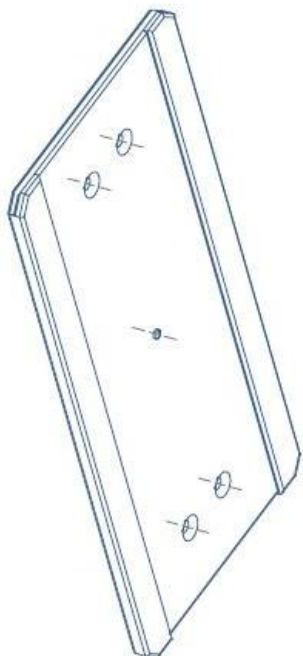
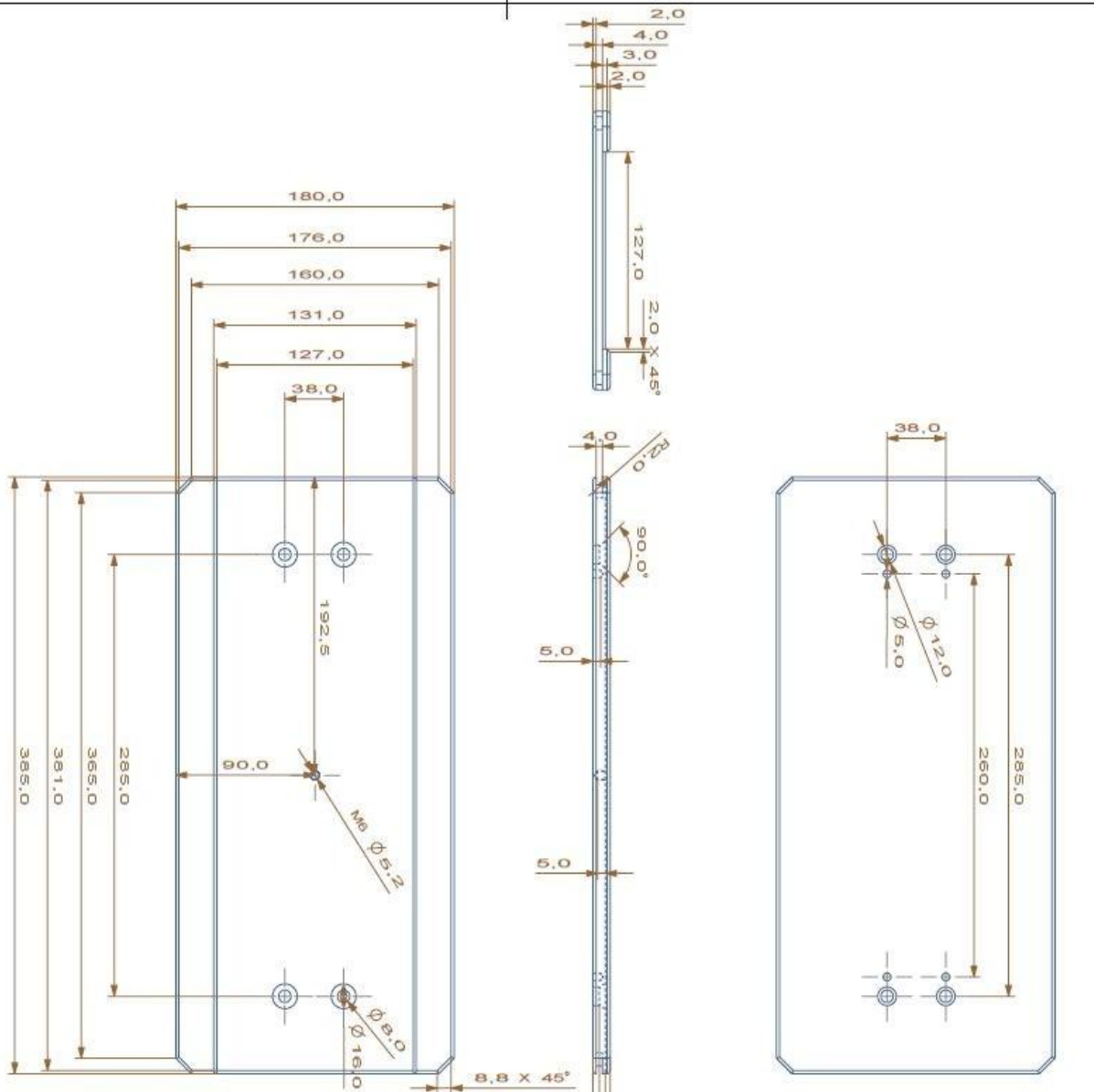
/13/Tuhola, E & Viitanen, K 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä, Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy. Viitattu 2012.

/14/<http://www.parallemic.org/Material/FlexPicker.gif>. Viitattu 2012.

/15/Vaasan ammattikorkeakoulu opetusmateriaali pdf. Viitattu 2012.

/16/Yritys-Suomi. Viitattu 2012.

http://www.yrityssuomi.fi/web/guest/aihe?pp=polku_TuotejaPalvelukehitys&ppa=palp_Idean_tuotteistaminen&aihe=1000172



Materiaali		Mittasuhteet		Suojakäsit.	
Nimi	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö	Yksikkö
General Information					
Material	EN 12128-1	Designer	J.T	Date	15.04.2012
Version	EN 12128-1	Checked		Part Name	Palettiversio 4.0
Production code	EN 12128-1	Approved		Surface Treatment	None
Layer code	EN 12128-1	Size	A2	Weight	kg
Vaasan ammattikorkeakoulu Ideal Product Data Oy			Scale	1:1	Part Number
					<input checked="" type="checkbox"/>

This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without a prior written permission of the owner. All rights reserved.