

Opinnäytetyö AMK

Tuotantotalous

NTUTAS14

2017

Lauri Leino

ROBOTTITARTTUJEN PEREHDYTYSMATERIAALIN LAATIMINEN

–Valmet Automotiven korihitsaamoon

OPINNÄYTETYÖ AMK | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalous

2017 | 85 sivua

Lauri Leino

ROBOTTITARTTUJIEN PEREHDYTYSMATERIAALIN LAATIMINEN

- Valmet Automotiven korihitsaamoon

Opinnäytetyö suoritettiin toimeksiantona autonvalmistaja Valmet Automotivelle. Toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda perehdytysmateriaali robottitarttujista, joka sisältää tarttujien suunnittelun, materiaalien hankinnat, valmistuksen, kunnossapidon ja uusiokäytön. Tavoitteena oli vähentää epäselvyyksiä ja antaa suuntaviivoja tuleviin rakennusprojekteihin tarttujien osalta.

Käytetyt menetelmät perehdytysmateriaalin luomiseksi perustuvat aiempiin toimintatapoihin sekä sisäiseen tietotaitoon. Kyselyt ja haastattelut sekä opinnäytetyön kirjoittajan oma kokemus kesältä 2016 ovat keskeisiä informaation lähteitä. Työn alussa kerrotaan taustatietoja Valmet Automotiven taustoista ja sen korihitsaamosta. Teoriaosuus syvenyy tarttuihin ja niitä operoiviin robotteihin sekä perehdytysmateriaalin sisältöön ja ominaisuuksiin.

Tämän opinnäytetyön keskeinen kohde on tarttuja. Perehdytysmateriaalissa on käyty yksityiskohtaisesti läpi keskeisimmät asiat, joita jokaisen tarttujien kanssa työskentelevän on hyvä tietää. Tästä syystä materiaali on myös melko laaja, joten se päätettiin liittää työn loppuun. Materiaali otettiin valmistumisen jälkeen välittömästi käyttöön meneillään olevassa projektissa. Myös kirjoittajan oma tietotaito kasvoi prosessin aikana huomattavasti, joten tuleviin työtehtäviin siirtyminen oli luontevaa.

ASIASANAT:

Tarttuja, Teollisuusrobotti, Korihitsaamo, Perehdytysmateriaali, Projekti.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Management Engineering

2017 | 85 pages

Lauri Leino

COMPOSING ROBOT GRIPPER ORIENTATION MATERIAL

-Valmet Automotive Body shop

This thesis was executed as an assignment for the car manufacturer Valmet Automotive. Target for functional thesis was to compose orientation material for robot grippers. Material includes modelling, sourcing, assembly, maintenance and reuse of the grippers. Objectives of the work were to decrease obscurities and specify guidelines for future gripper projects.

Methods for composing this thesis are based on internal know-how and ways of working. Interviews, applied studies and earlier know-how of the writer were essential sources of the information. In the beginning of the work is given information about Valmet Automotive and their body shop. Robots, grippers and the contents of the orientation material are defined in theory part.

This thesis is focused on robot grippers. The orientation material describes carefully all key issues which should be known by the people working with grippers. For this reason the composed material is really comprehensive so it was decided to be attached at the end of this thesis. Orientation material was introduced immediately for the ongoing project. The know-how of the writer was increased significantly during the process so it was easy to start working for Valmet Automotive after the thesis.

KEYWORDS:

Gripper, industrial robot, body shop, orientation material, project.

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Tavoite	7
1.2 Rakenne	8
2 VALMET AUTOMOTIVE	9
2.1 Kohdeyritys	9
2.2 Liiketoimintasuuntaukset	9
2.3 Tulevaisuus	10
3 KORIHITSAAMON TUOTANTOLINJA	11
3.1 Tuotantolinjan kuvaus	11
3.2 Käytettävät menetelmät	12
3.3 Tuotantolinjan rakennusprojektit	13
4 TEOLLISUUSROBOTIT	14
4.1 Robotin määritelmä	14
4.2 Käyttökohteet ja sovellukset	14
4.3 Robottien edut	15
5 ROBOTTITARTTUJAT	16
5.1 Tarttujan määritelmä	16
5.2 Yleistä VA:n tarttujista	16
6 PEREHDYTYSMATERIAALI	18
6.1 Perehdytyksen merkitys	18
6.2 Perehdytysmateriaalin laatiminen	18
7 PEREHDYTYSMATERIAALIN SISÄLTÖ	20
7.1 Suunnittelu	20
7.2 Kokoonpano	20
7.3 Huolto	21
7.4 Uusiokäyttö	21
8 YHTEENVETO/ANALYSOINTI	22

8.1 Tausta	22
8.2 Opinnäytetyön kirjoitusprosessi	22
8.3 Tavoitteisiin pääseminen	23

LÄHTEET	25
----------------	-----------

LIITTEET

Liite 1. Robottityypit ISO 8373 standardin mukaan
Liite 2. Robottitarttujen perehdytysmateriaali

KUVAT

Kuva 1. Korihitsaamon tuotantolinja. (Valmet Automotive 2017k.)	11
Kuva 2. Keskilattian tarttuja. (Valmet Automotiven sisäinen tietokanta.)	17

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Gripperi	Robotissa käytettävä työkalutarrain
VA	Valmet Automotive
EGT	Euro Gripper Tooling. Runko koostuu kahdeksankulmaisista runkoprofiileista
Tubular	Runkorakenne koostuu pyöreistä alumiiniputkista
D3 projekti	Valmet Automotiven projektinimi uudelle kompaktiluokan autolle

1 JOHDANTO

Automaation ja robottien käyttäminen teollisuudessa ja jokapäiväisessä elämässä yleistyy nopeaa vauhtia. Teollisuudessa ja etenkin autonvalmistuksessa nopeus, korkea laatu ja kustannustehokkuus ovat keskeisiä kriteereitä, jotka luovat kilpailuetua. Toisaalta myös tuotannon nopea aloittaminen ja ammattitaitoinen projektinhallinta saattavat vaikuttaa oleellisesti alihankkijan valintaan.

Vuoden 2016 aikana Uudenkaupungin autotehtaalla toteutettiin uuden Mercedes-Benz GLC katumaasturin tuotantoon otto. Projektin kokonaiskesto sopimuksen allekirjoittamisesta tuotannon aloittamiseen kesti suunnilleen 12 kuukautta, joka on vastaavien projektien maailman parhaimmista nopeudessa mitattuna. Tämän opinnäytetyön taustalla on tarve valmistautua vastaavien projektien suorittamiseen entistäkin tehokkaammin ja helpottaa projektijohdon tehtäviä.

1.1 Tavoite

Työ suoritetaan toimeksiantona autonvalmistaja Valmet Automotivelle. Toiminnallisen opinnäytetyön tarkoituksena on luoda perehdytysmateriaali robottitarttujiista, joka sisältää koko niiden koko elinkaaren suunnittelusta uusiokäyttöön. Työn tavoitteena on luoda selkeä ohjeistus, joka sisältää tarttujen suunnittelun, materiaalien hankinnat, valmistuksen, asennukset ja huollon ja uusiokäytön.

Käytetyt menetelmät perehdytysmateriaalin luomiseksi perustuvat aiempiin toimintatapoihin sekä sisäiseen tietotaitoon. Kyselyt ja haastattelut sekä opinnäytetyön kirjoittajan oma kokemus kesältä 2016 ovat keskeisiä informaation lähteitä. Yleisesti käytössä olevat ratkaisut esitellään ja samalla annetaan esimerkkejä hyvistä ja huonoista toimintatavoista.

Tavoitteena on standardisoida uuden tuotantolinjan rakennusvaihetta ja antaa suuntaviivoja tulevaisuuden projektien kululle ja niiden tekijöille. Tärkein tavoite on vähentää epäselvyyksiä ja nopeuttaa tuotantolinjan käyttöönottoa. Tämän ansiosta työskentely on tehokkaampaa, laatu on parempaa ja yrityksen kilpailuetu kasvaa.

1.2 Rakenne

Työn alussa kerrotaan taustatietoja kohdeyrityksestä ja sen tulevaisuuden näkymistä. Seuraavissa kappaleissa syvennytään Valmet Automotiven korihitsaamojen esittelyyn, jossa tarttujia operoivat robotit sijaitsevat. Keskeisten käsitteiden jälkeen kerrotaan myös perehdytysmateriaalin merkityksestä ja hyvän materiaalin ominaisuuksista.

Tämän opinnäytetyön keskeinen kohde on tarttuja. Perehdytysmateriaalissa on käyty yksityiskohtaisesti läpi keskeisimmät asiat, joita jokaisen tarttujien kanssa työskentelevän on hyvä tietää. Tästä syystä materiaali on myös melko laaja, joten se päätettiin liittää työn loppuun. Viimeisissä kappaleissa kerrotaan työn kulusta ja siitä miten tavoitteisiin päästiin.

2 VALMET AUTOMOTIVE

2.1 Kohdeyritys

Valmet Automotive on noin 3500 ihmistä työllistävä teknologia-alan yritys, joka on tuottanut autoteollisuuden johtavia palveluita jo yli 40 vuoden ajan. Yrityksen tuotantolaitokset sijaitsevat Suomessa (Uusikaupunki), Saksassa (Osnabrück) ja Puolassa (Zary). Valmet Automotiven Uudenkaupungin tehdas on suomen ainut sarjatuotantoautoja valmistava toimija. Nykyään Valmet Automotiven suurimmat omistajat ovat investointirytykset Pontos ja Tesi sekä kiinalainen teknologiayritys CATL. (Valmet Automotive 2017a.)

Valmet Automotive on joustava toimija, jonka ydinosaanamiseen kuuluvat valmistus, tuotekehitys ja tuotantoprosessin suunnittelu, tuoteprojektit sekä liiketoiminnan kehittämisspalvelut. Lean-filosofiaan perustuva toiminta sekä tehokas projektien johtaminen takaavat kustannustehokkuuden ja korkean laadun kaikissa toiminnoissa. Työturvallisuus, ympäristön huomioiminen valmistusprosessissa ja työntekijöiden hyvinvointi kuuluvat yrityksen keskeisiin toimintaperiaatteisiin. Arvoihin kuuluvat tiivis yhteistyö asiakkaan kanssa. Asiakkaat saavat kilpailuetua uusista innovaatioista laadukkaista palveluista. (Valmet Automotive 2017b.; Valmet Automotive 2017c.)

Valmet Automotiven visio on: ”Olemme johtava autoteollisuuden palvelujen toimittaja, jonka tarjonta perustuu vahvaan suunnitteluosaamiseen. Luomme kasvua ja edistämme asiakkaidemme menestymistä.” (Valmet Automotive 2017d.)

2.2 Liiketoimintasuuntaukset

Kolme tärkeintä liiketoimialaa ovat suunnittelupalvelut, autojen valmistus sekä kattojärjestelmäratkaisut. (Valmet Automotive 2017e.)

Suunnittelupalveluita tuotetaan alihankintana erilaisiin teknologiateollisuuden tarpeisiin. Suunnittelupalvelut voidaan jaotella tuotannonsuunnitteluun, tuotesuunnitteluun, sekä prototyyppien ja innovaatioiden luomiseen. Tehokas projektijohtaminen, laajat yhteistyöverkostot ja joustavuus takaavat kilpailukykyisten suunnittelupalvelujen tarjoamisen. (Valmet Automotive 2017f.)

Valmet Automotivella on pitkä kokemus korkealuokkaisten autojen valmistuksesta vuodesta 1969 lähtien. Tuotannon tärkeimmät alueet ovat korihitsaamo, maalaamo ja kokoonpano. Tällä hetkellä tuotannossa ovat Mercedes-Benz A- ja GLC-mallit, joita valmistetaan noin 100 000 autoa vuodessa. Erityistä kokemusta löytyy myös hybridi- ja sähköautojen valmistuksesta. Nykyään tuotantoprosessi on pitkälti automatisoitu, sillä tehtaalla toimii yli 500 robottia. (Valmet Automotive 2017g.)

Kattojärjestelmäratkaisujen suunnittelu ja valmistus ovat tärkeä liiketoiminta-alue, sillä Valmet Automotive lukeutuu maailman kolmen suurimman kattovalmistajan joukkoon. Kilpailuetua luovat laaja patenttportfolio ja pitkä asiantuntemus alalta. Kymmenen viime vuoden aikana Valmet Automotive on toimittanut yli 1,2 miljoonaa kattojärjestelmää maailman johtaville automerkeille. (Valmet Automotive 2017h.)

2.3 Tulevaisuus

Yhtiö on toteuttanut strategiaansa johdonmukaisesti. Suunnittelupalvelujen vahvistamista tukee maaliskuussa 2017 tehty yrityskauppa, jonka mukana Valmet Automotive sai riveihinsä 800 uutta saksalaista suunnitteluinsinööriä. (Valmet Automotive 2017i.) Toinen merkittävä strateginen kumppanuus solmittiin tammikuussa kiinalaisen akkurat-kaisuja tarjoavan CATL:n kanssa. Uudet kumppanuudet tukevat vahvasti Valmet Automotiven kansainvälistymistä kohti suurempia projekteja sekä palveluntarjonnan kehittämistä sähköautojen markkinoilla. (Valmet Automotive 2017j.) Lisäksi yritys tulee palkkaamaan yli tuhat uutta työntekijää uuden automallin valmistukseen ja oheistoimintoihin vuoden 2017 aikana (Yle 2017).

3 KORIHITSAAMON TUOTANTOLINJA

3.1 Tuotantolinjan kuvaus

Linjatuotannossa yritys investoi kiinteään tuotantolinjaan, jonka tavoitteena on saavuttaa muita tuotantomuotoja parempi tuotannon tehokkuus tuotevalikoiman asettamissa rajoissa. Esimerkiksi autoteollisuudessa koko tuotantolinja pitää usein suunnitella ja rakentaa täysin uudelleen automallin vaihtuessa. Häiriöttömyyden merkitys korostuu erityisesti linjatuotannossa, sillä häiriö yhdellä asemalla saattaa johtaa koko linjan pysähtymiseen. (Heikkilä ja Ketokivi 2009, 124)

Valmet Automotiven tehtaalla valmistetaan kahta eri automallia ja molemmille on rakennettu oma korihitsaamo. Linjatuotanto aiheuttaa siis suuria investointikustannuksia, mutta tuotannon tehokkuus maksaa itsensä takaisin pitkällä aikavälillä. Tällä hetkellä korihitsaamojen automaatioaste on yli 90%, eli ne ovat erittäin automatisoituja. Vuonna 2017 jopa puolet suomen roboteista toimi Uudenkaupungin autotehtaalla. Kuvassa 1 ABB:n valmistamia robotteja hyödynnetään Mercedes-Benz A-sarjan valmistuksessa Uudenkaupungin tehtaan korihitsaamossa.



Kuva 1. Korihitsaamon tuotantolinja. (Valmet Automotive 2017k.)

3.2 Käytettävät menetelmät

Automaation vaikutukset tuovat useita hyötyjä tuotantoon. Työvaiheet ja valmistusprosessi ovat nopeampia sekä tuotantoa pystytään kasvattamaan korkeammalla käyttöasteella. Automaattiset tuotantolinjat pystyvät hyödyntämään uusia valmistustekniikoita, jonka lisäksi ne tarjoavat korkean ja tasaisen laadun. Toisaalta automaatiojärjestelmät vaativat suuria investointeja, joka kasvattaa taloudellista ja teknologista riskiä. Uuden tekniikan käyttöönotto on usein hankalaa ja edellyttää uutta osaamista. (Haverila ym. 2009, 496—497)

Mercedes-Benz GLC on Premium-luokan auto, jossa käytetään teräksisen perusrungon lisäksi alumiinia katossa, lokasuojissa ja konepellissä. Uusien materiaalien vuoksi osia liitetään toisiinsa yhä useammilla liittämismenetelmillä. Uusia valmistusmenetelmiä pystytään suorittamaan myös täysin automaattisesti.

Alla listattuna kaikki liittämismenetelmät, joita käytetään Valmet Automotiven korihittaamoissa:

•Vastuspistehitsaus	Resistance Spot Welding
•Laserhitsaus	Laser Welding
•Laserjuotto	Laser Brazing
•MIG hitsaus	MIG Brazing
•Käsnähitsaus	Projection Welding
•Ruuvihitsaus	Stud Welding
•Liimaus	Adhesive Bonding, Sealing, Dampening
•Niittaus niitillä	Self Pierce Riveting
•Niittaus ilman niittiä	Clinching
•Naulaus	Impulse Accelerated Tacking (RivTac)
•Ruuvaus	Flow Drill Screwing
•Rullavalssaus	Roller Hemming

- Lävistys Punching
- Muotolävistys Soft Touch Forming and Piercing

3.3 Tuotantolinjan rakennusprojektit

Haverilan ym. (2009, 436) mukaan projekti tarkoittaa laajaa ja kertaluonteista tehtäväkokonaisuutta jolla on selkeästi määriteltävä alku ja loppu. Projektin koordinointi ja toteutusaikataulujen hallinta varmistavat monimutkaisten ja pitkäkestoisten toimintojen ohjaamisen tehokkaasti.

Kirjalliset ohjeet ovat välttämätön edellytys sille, että kaikki työntekijät toimivat projektissa oikealla tavalla. Ohjeistuksiin on aina helppoa palata, mutta koulutuksessa saadut opit unohtuvat helposti ja henkilöstön vaihtuessa virheelliset toiminnot lisääntyvät. Johdatusjärjestelmän toimivuus varmistetaan kirjallisilla ohjeistuksilla ja muuttuneista käytännöistä tiedotetaan ohjeiston jatkuvalla ylläpidolla. (Pelin 2011, 42.)

Vuoden 2016 aikana Uudenkaupungin autotehtaalla toteutettiin uuden Mercedes-Benz GLC katumaasturin tuotantoon otto. Projektin kokonaiskesto sopimuksen allekirjoittamisesta tuotannon aloittamiseen kesti suunnilleen 12 kuukautta, joka on vastaavien projektien maailman parhaimmistoa nopeudessa mitattuna.

Tämän opinnäytetyön taustalla on tarve valmistautua vastaavien projektien suorittamiseen entistäkin tehokkaammin ja helpottaa projektijohdon tehtäviä. Robottitarttujien perehdytysmateriaali soveltuu koulutusmateriaaliksi henkilökunnalle sekä alihankkijoille. Tämän lisäksi myös muut sidosryhmät, kuten tuotannon ja kunnossapidon työntekijät saavat hyödyllistä tietoa tarttujista.

4 TEOLLISUUSROBOTIT

4.1 Robotin määritelmä

Teollisuusrobotti määritellään ISO 8373 standardin mukaan seuraavasti:

”Automaattisesti toimiva, uudelleenohjelmoitava, erilaisiin tehtäviin soveltuva vähintään kolmeakselinen joko kiinteä tai liikuteltava laite, jota käytetään teollisuuden automaatio-sovelluksiin.” (Groover 2015, 220—221)

Robotit jaotellaan yleisesti nivelien ja käsivarsien määrän sekä kapasiteetin mukaan. Lisäksi jaottelussa huomioidaan myös muut fyysiset ominaisuudet, kuten nivelien jaottelu kääntyviin ja pyöriviin malleihin. Suunniteltu työtehtävä vaikuttaa oleellisesti robotin fyysisten ominaisuuksien valintaan ja kokoluokkaan. (Groover 2015, 222.)

4.2 Käyttökohteet ja sovellukset

Robotit on suunniteltu suorittamaan useita erilaisia työtehtäviä toisin kuin numeerisesti ohjatut koneet, jotka on suunniteltu vain tiettyyn prosessiin. Tyypillisiä teollisuusrobotin käyttösovelluksia ovat esimerkiksi pistehitsaus, materiaalin käsittely, kappaleiden asettaminen työstökoneisiin, ruiskumaalaus ja asennustyöt. (Groover 2015, 220—221.)

Keinäsen ym. (2001, 305) mukaan robotin keskeisiä tekijöitä ovat ohjelmoitavuus ja monipuoliset mekaaniset liikkeet. Robottien käytön tärkeimpiä syitä ovat raskaiden ja puuduttavien sekä vaarallisten työvaiheiden poistaminen prosessista, joita ovat esimerkiksi säteilyllä altistava työ ja raskaiden kappaleiden käsittely. Robotisoinnin etuja ovat työn ja tuotteiden tasalaatuisuus ja inhimillisten virheiden minimointi. (Aaltonen ja Torvinen 1997, 151.)

Robotit korvaavat yhä kasvavissa määrin ihmistyövoimaa erityisesti sarjatuotantokohteissa, jossa ne parantavat tuottavuutta ja tehokkuutta. Erilaisia robotteja ja niiden sovelluksia löytyy nykyään erittäin runsaasti erilaisiin kohteisiin ja tarpeisiin. Toisaalta monimutkaiset ja pienet erät tai yksittäiskappaleet kannattaa tehdä käsityönä, sillä robottien soveltaminen näihin kohteisiin on vaikeaa. Parhaimmillaan robotit ovat houkutteleva investointi, joilla on mahdollista säästää rahaa pitkällä aikavälillä ja lisätä henkilöstön motivaatiota. (ABB 2017.)

4.3 Robottien edut

Robotteihin investoiminen on järkevää, jos pystyy hyödyntämään niiden kilpailukykyä kasvattavia etuja, joita ovat muun muassa:

- Liiketoimintakustannusten leikkaaminen
 - Valaistus ja lämmitys
- Korkea ja tasainen laatu
 - Robotit eivät väsy tai tee virheitä, kuten ihmiset
 - Hukan väheneminen
- Parantunut työturvallisuus- ja ympäristö
 - Pölyiset, kuumat ja vaaralliset työympäristöt voidaan suorittaa robotilla
 - Työtapaturmien, sairauksien ja rasitusvaivojen väheneminen
- Tuotantokapasiteetin kasvattaminen
 - Lähes katkeamaton tuotanto 24/7
 - Korkeampi käyttöaste tarkoittaa parempaa tuottavuutta
 - Ei ylityö-, yö ja viikonloppukorvauksia, sairaspöissaoloja tai riitoja, kuten työntekijöillä
- Joustavuuden lisääminen tuotannossa
 - Ohjelmointi voidaan tehdä off-line tilassa eli tuotantoon ei tule katkoksia
 - Työtehtävien vaihtaminen onnistuu kohtuullisen helposti
- Enemmän liikevaihtoa ja helpommat rekrytoinnit
 - Ammattitaitoisia ihmisiä on vaikea löytää ja he ovat kalliita
- Kulujen vähentäminen
 - Nopeampi ja tehokkaampi tuotanto
 - Vähemmän keskeneräisiä töitä ja varastointia
- Tilansäästö
 - Tiukkaan rajatut työalueet vapauttavat enemmän lattiatilaa
 - Puhtaammat työympäristöt

(ABB 2017).

5 ROBOTTITARTTUJAT

5.1 Tarttujan määritelmä

Tarttuja on yleisin robotin työkalu. Tuotannon vaatimukset, layout, operoitava kappale ja ympäristöolosuhteet luovat erityisvaatimukset tarttujan suunnitteluun. Oleellinen kysymys on miten ja mistä suunnasta kappaleeseen tartutaan.

Tarttumismenetelmät jakautuvat kolmeen yleisimpään ryhmään:

- Mekaaninen tartunta on yksinkertaisin ja yleisin tarttumismenetelmä. Sormien liikettä voidaan ohjata pneumaattisesti, hydraulisesti tai sähköisesti. Erityisesti pneumaattisiin ratkaisuihin markkinoilla on tarjolla paljon kaupallisia komponentteja suhteellisen edulliseen hintaan.
- Sähkömagneetilla voidaan tarttua vain magneettisiin kappaleisiin. Suhteellisen pienikokoisella tarttujalla voidaan saada aikaan suuri nostovoima. Nostovoima riippuu kuitenkin kappaleen muodosta ja pinnanlaadusta.
- Imu- ja tyhjiötartunnassa kappaleeseen tartutaan imukuppien avulla. Sovellusta käytetään yleensä, kun mekaanisten tarttujen käyttö on hankalaa. Kumiset imukupit eivät myöskään helposti naarmuta nostopintaa. Toisaalta imukupit asettavat suuria vaatimuksia pinnan laadulle ja puhtaudelle sekä ne eivät kestä suuria sivuttaisvoimia.

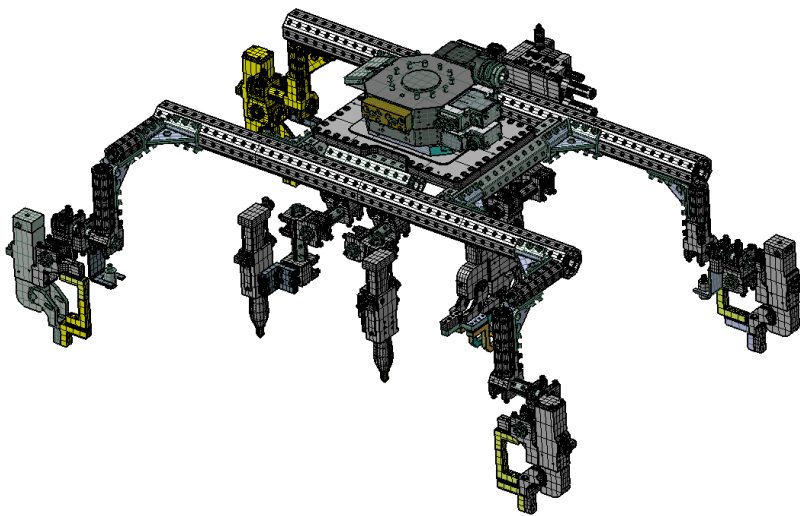
(Aapro M. 2017)

5.2 Yleistä VA:n tarttujista

Valmet Automotiven korihitsaamoissa toimii yli 500 robottia ja noin 260 robottitarttujaa. Tarttujat on suunniteltu vastaamaan autoteollisuuden tarpeita, jossa käsitellään auton korin osia. Tarttuvia voidaan kutsua myös tarraimiksi tai grippereiksi.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään erityisesti robottitarttujen suunnittelun, materiaalien hankintaan, valmistukseen, asennuksiin ja niiden liittämiseen muihin korihitsaamon prosesseihin. Tarttuvia operoivat robotit ovat suurimmalta osin ABB:n valmistamia, mutta käytössä on myös muutamia KUKA:n valmistamia robotteja. Valmet Automotiven hitsaamossa käytetään myös useita erilaisia robottien työkaluja.

Tarttujen erilaisia sovelluksia on lukematon määrä, mutta tässä opinnäytetyössä keskitytään esittelemään vain Valmet Automotiven käytössä olevia tarttujatyyppejä. Tarttuja on robotin päähän liitetty työkalu, jonka tehtävä on liikuttaa kappaleita, kuten korin osia. Tarttuja voi suorittaa myös prosessiin liittyviä tehtäviä ja toimia kohdistavana jiginä. Valmet Automotiven tarttijat rakennetaan lähes poikkeuksetta liikuteltavan kappaleen mukaan. Ne ovat siis uniikkeja työkaluja, jotka on valmistettu suorittamaan yhtä tiettyä työtehtävää. Kuvassa 2. Catialla suunniteltu 3D-malli GLC-korihitsaamon keskilattian tarttujasta.



Kuva 2. Keskilattian tarttuja. (Valmet Automotiven sisäinen tietokanta.)

Prosessiin liittyvissä tehtävissä tarttijat syöttävät kappaleen työkalulle (esimerkiksi pistehitsaus tai liimaus), joka tekee tarvittavat työvaiheet. Käyttöenergian (sähkö ja paineilma) ja ohjauksen tarttuja saa robotin kautta. Anturoinnin avulla tunnistetaan kappaleiden sijainti ja yleensä tarttuvia ohjataan tehdasautomaatiojärjestelmän avulla. Yleisimmin kappaleeseen tartutaan mekaanisesti toimivilla painimilla. Korihitsaamosta löytyy myös alipaineella toimivia imukupitarttuvia, joita käytetään lähinnä korin ulkopelien liikutteluun. Käytön osalta tarttuja toimii täysin automaattisesti, mutta se vaatii päivittäistä puhdistusta ja kunnan tarkastuksen. Ennakoivan huolto-ohjelman mukaan kattavampi huolto suoritetaan neljän viikon välein.

6 PEREHDYTYSMATERIAALI

6.1 Perehdytyksen merkitys

Perehdyttämisen avulla saavutetaan useita hyötyjä. Perehdytettävä henkilö oppii tekemään työnsä oikein ja nopeasti saamansa perehdytyksen avulla. Uusi työntekijä sitoutuu työhönsä ja hänen motivaationsa kasvaa samalla kun virheiden määrä vähenee. (Kangas ja Hämäläinen 2007, 4—5) Suunnittelu ja tarvittava aineisto ovat keskeinen osa onnistunutta perehdytystä. Työhön liittyvät oppaat, esitteet ja muu aineisto antavat hyvän tietopohjan ja tukevat perehdytysprosessia. (Penttinen ja Mäntynen 2009)

Asioiden muistaminen ja oppiminen on helpompaa perehdytysmateriaalin kautta, johon voi tarvittaessa palata myös jälkepäin. Perehdytysmateriaalia laadittaessa tulee arvioida tarkkaan sen sisältö, laajuus ja kohdeyleisö. Huoliteltu ulkoasu, havainnollistavat kuvat sekä tekstin asianmukainen asettelu parantavat materiaalin luettavuutta. Rakenteen ja kokonaisuuksien tulee edetä loogisesti esimerkiksi työjärjestyksen mukaan. Otsikoiden tulee olla havainnollistavia ja selkeitä. Käsiteltävät asiat tulee ilmaista konkreettisesti ja riittävän yksinkertaisesti. (Kangas ja Hämäläinen 2007, 10—13)

6.2 Perehdytysmateriaalin laatiminen

Perehdytysmateriaalia kirjoittaessa otettiin huomioon hyvän perehdytysmateriaalin ominaisuudet. Robottitarttujen elinkaari aiheena on erittäin laaja, joten keskeisimmät asiat pyrittiin nostamaan esille mahdollisimman yksinkertaisesti, mutta kattavasti. Kohdeyleisö tulee olemaan autoteollisuuden parissa työskennelleet insinöörit, huoltomiehet sekä alihankkijat, joilla oletetaan olevan kohtuulliset pohjatiedot aiheesta. Perehdytysmateriaali sisältää Valmet Automotiven yleisiä linjauksia ja tähän mennessä käytettyjä työtapoja.

Sisällön osalta aihekokonaisuudet on jaettu neljään pääkategoriaan, jotka esitellään seuraavassa kappaleessa. Materiaalissa on käytetty paljon listauksia ja ominaisuuksien vertailutaulukoita. Näitä voidaan käyttää tukena esimerkiksi tulevien projektien suunnittelussa. Tekstiin on sisällytetty vain keskeiset tiedot, jotta lukeminen olisi mahdollisimman mielekästä. Kuviin ja kuvateksteihin on kiinnitetty erityistä huomiota, jotta

ne välittäisivät tietoa mahdollisimman informatiivisesti. Kuvissa on pyritty aina käyttämään oikeita tuotantokuvia sekä 3D malleja tekijänoikeuksien huomioimiseksi.

Materiaalin tarkan määrittelyn takia kerätty tieto on lähes kokonaan Valmet Automotiven sisäistä tietotaitoa ja sisäisten dokumenttien informaatiota. Kirjoittajan henkilökohtaiset työkokemukset tarttujien kanssa sekä suulliset haastattelut ovat keskeisiä tiedonlähteitä. Haastatteluiden perusteella luotiin yleiskuva halutuista linjauksista. Ristiriitaiset mielipiteet arvioitiin projektin vetäjän kanssa ja valittiin käytettävät linjaukset. Haastateltavana oli yli 20 Valmet Automotivella tai heidän alihankkijoillaan työskentelevää ammattilaista, joiden hiljaista tietoa pyrittiin keräämään mahdollisimman tehokkaasti kirjalliseen muotoon. Työn tavoitteena oli kerätä myös tarttujiin liittyvä levällään oleva sisäinen dokumentaatio yhteen pakettiin.

7 PEREHDYTYSMATERIAALIN SISÄLTÖ

7.1 Suunnittelu

Tarttujan suunnittelu on prosessin tärkein vaihe. Suunnitteluvaiheen päätökset ja linjaukset vaikuttavat suoraan lopputulokseen ja sen toimivuuteen. Muutoksien teko alkuvaiheessa on myös huomattavasti helpompaa ja edullisempaa kuin esimerkiksi kokoonpanovaiheessa. Onnistuneen suunnittelutyön perusta on eri osastojen, kuten mekaniikka- ja automaatio-suunnittelun saumaton yhteistyö. Toisaalta suunnitteluvaiheeseen kannattaa ottaa mukaan myös kunnossapidon henkilöitä, jotka antavat mielipiteensä huollon näkökulmasta. Kommunikoinnin ja yhteistyön avulla vältetään monilta ongelmilta, joita on myöhemmin erittäin vaikea korjata.

Suunnittelun tärkeyden vuoksi myös käsiteltäviä asioita on paljon. Tarttujat on suunniteltu vastaamaan autoteollisuuden tarpeita, jossa käsitellään auton korin osia. Teksti etenee tarttujien keskeisimpien ominaisuuksien, rakenteen ja valintakriteerien määrittelystä mekaanisen suunnittelun periaatteisiin. Valmet Automotivella käytettävät tarttujat jakautuvat kappaleenkäsittely- ja geometrisiin tarttujiin. Kappaleeseen tartutaan yleensä mekaanisesti, mutta muutamissa erikoistapauksissa käytetään myös imukuppeja ja sähkömagneetteja.

Modulaarinen rakenne on tärkeä ominaisuus runkoa suunniteltaessa. Tuotannossa on käytössä kolme erilaista runkotyyppiä, jotka ovat Tubular-, Euro- ja teräsrakenteiset tarttujat. Tarttujat sisältävät paineilmalla toimivia toimilaitteita, joita ohjataan automaatiojärjestelmän avulla. Turvallisuusvaatimukset määrittelevät tarkasti käytettävät ohjausperiaatteet. Dokumentaatio on tärkeä osa prosessia ja sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi varaosalistojen luomisessa.

7.2 Kokoonpano

Suunnittelun yhteydessä tai viimeistään sen valmistuttua ja materiaalitarpoiden selvityä aloitetaan materiaalien ostoprosessi. Tarttujien osat hankitaan yleensä ulkoisilta toimittajilta, mutta projektiryhmä voi päättää myös mitkä tarttujat ostetaan kokonaan koottuna alihankkijoilta. Perehdytysmateriaali voidaan antaa myös alihankkijoille, jolloin VA:n linjaukset sisäistetään paremmin.

Tarttujen kokoonpano noudattaa suunnittelussa käytettyjä linjauksia. Muutoksien teko kokoonpanovaiheessa ja sen jälkeen on huomattavasti haastavampaa ja kalliimpaa kuin suunnitteluvaiheessa. Tarttujen kokoonpanoa suunniteltaessa tulee varata asianmukaiset toimitilat ja resurssit. Kokoonpano jakautuu neljään kategoriaan, jotka ovat runko, koneistetut tarrainosat, pneumaattikajärjestelmä ja automaatiojärjestelmä. Jokaiseen osa-alueeseen liittyy omat tarkemmat ohjeensa, jotka löytyvät perehdytysmateriaalista ja sen liitteistä. Projektin hallinta ja tarttujan liittäminen osaksi robottisolua on käyty läpi omissa kappaleissaan.

7.3 Huolto

Hitsaamon kunnossapito vastaa yhteistyössä prosessinhoitajien kanssa Valmet Automotiven korihitsaamon tarttujen toiminnasta, huolloista ja korjauksista. Kunnossapidon osalta mukana on usein mekaanisen puolen, sekä automaation ja ohjelmoinnin ammattilaisia. Tarttijat suunnitellaan mahdollisimman huoltovapaiksi. Varaosien ja huollon kannalta optimaalinen tilanne olisi rakentaa kaikki tarttijat standardiosista.

Tarttujen yleistä kuntoa ja puhtautta tulee tarkkailla päivittäin. Toimintahäiriöitä aiheuttavat usein vialliset komponentit, mutta tuotannon katkoksia pyritään ennaltaehkäisemään kuukausittain suoritettavalla huollolla.

7.4 Uusiokäyttö

Monien laitteiden elinkaari kestää huomattavasti kauemmin, kuin yhden mallisarjan ajan. Uusiokäyttö on Valmet Automotivelle erittäin ajankohtainen aihe, sillä D3 projektin keskeinen linjaus on hyödyntää mahdollisimman paljon aikaisemmassa tuotannossa käytettyjä osia. Valmet Automotivella on käytössään ISO 14001 ympäristöjohtamisjärjestelmä. Uusiokäyttö tukee Valmet Automotiven linjaa ympäristöystävällisenä toimijana ja sen avulla voidaan saavuttaa myös taloudellisia säästöjä.

Käytettyjen laitteiden ja osien käyttäminen uusien tuotantolinjojen rakentamisessa on kuitenkin haastavaa ja siihen liittyy paljon riskejä. Uusiokäytön hyviä ja huonoja puolia sekä tarkempia yksityiskohtia on myös määritelty perehdytysmateriaalin viimeisissä kappaleissa.

8 YHTEENVETO/ANALYSOINTI

8.1 Tausta

Tämän opinnäytetyön ja tarttujen perehdytysmateriaalin tarpeellisuus syntyi kohdeyrityksen tarpeesta tehostaa ja standardoida toimintaansa sekä parantaa tiedonvaihtoa. Erityisesti projektiluonteisissa tehtävissä henkilöt saattavat vaihtua ja perehdytys jää usein puutteelliseksi. Toisaalta uusia sovelluksia luotaessa edes kokeneet työntekijät eivät välttämättä ole selvillä käytettävistä linjauksista. Kunnossapidolle ja muille tarttujen parissa työskenteleville materiaali tarjoaa kattavan yleiskatsauksen robottitarttujen elinkaaresta.

8.2 Opinnäytetyön kirjoitusprosessi

Opinnäytetyön aiheita mietittiin jo kesällä 2016 ja asia jätettiin hautumaan. Alkuvuodesta 2017 yhdessä Valmet Automotiven kanssa päätettiin aihe ja solmittiin työsopimus kirjoittajan kanssa. Pohdinnassa oli muutamia aiheita, mutta robottitarttujen perehdytysmateriaali valikoitui aiheeksi kirjoittajan aikaisemman kokemuksen ja mielenkiinnon perusteella. Aihe tukee myös alkanutta D3 projektia, jossa materiaalia päästään heti hyödyntämään. Tarttumat tulevat myös sisältymään keskeisesti kirjoittajan tuleviin työtehtäviin, joten kirjoitus- ja tutkimusprosessi on tehokas tapa perehtyä työhön.

Opinnäytetyön rungon rakentaminen ja tekstin suunnittelu alkoivat maaliskuussa 2017. Aluksi aihe hyväksyttiin Tero Reunasella, jonka jälkeen ohjaajaksi valittiin tuotantoautomaatioon erikoistunut Sakari Koivunen. Suuntaviivoja mietittiin ensin ohjaajan avustuksella, jonka jälkeen alkoi tietoperustan rakentaminen. Teoriatietoa löytyi alan kirjallisuudesta, oppimateriaaleista ja internet lähteistä. Oma näkökulma muodostui kohtuullisen helposti, sillä aikaisempi alan työkokemus auttoi hahmottamaan kokonaisuuksia paremmin. Automaatiosta ja muista taustatiedoista löytyi runsaasti tietoa, mutta itse tarttujista materiaalia löytyi melko niukasti. Syynä saattaa olla tarttujen harvinaisuus ja kohteen mukaan yksilöivät toteutusratkaisut.

Teoriaosuus valmisteltiin karkeasti maaliskuun aikana, jonka jälkeen kirjoitusprosessi jätettiin odottamaan varsinaisen työn aloittamista. Teoriaosuus etenee loogisesti yritys-esittelyn myötä Valmet Automotiven korihitsaamon yksityiskohtiin. Seuraavaksi käsitel-

lään tarttuvia operoivia robotteja, sillä ne liittyvät olennaisesti tarttujan ominaisuuksiin ja päinvastoin. Tarttujat on esitelty teoriaosuudessa hyvin lyhyesti, sillä liitteenä olevassa perehdytysmateriaalissa ne on käsitelty erittäin kattavasti. Perehdytystä ja onnistuneen materiaalin kirjoittamista on myös selvennetty omassa kappaleessaan.

Huhtikuun lopussa järjestettiin tapaaminen autotehtaalla, johon osallistuivat ohjaava opettaja, Valmet Automotiven yhdyshenkilö sekä kirjoittaja itse. Tapaamisella tutustuttiin korihitsaamon tuotantolinjaan, selvennettiin tavoitteita ja allekirjoitettiin toimeksiantosopimus. Varsinainen työ eli robottitarttujen perehdytysmateriaalin kirjoittaminen aloitettiin työsuhteen alkaessa 8.5.2017.

Materiaalissa käsiteltävä sisältö on erittäin laaja, sillä toimeksiantaja halusi sen sisältävän kaiken olennaisen tiedon robottitarttujen elinkaaresta. Perehdytysmateriaali on kuitenkin rajattu käsittelemään vain Valmet Automotiven käyttämiä tarttujatyyppejä, menetelmiä ja toimintatapoja. Kirjoittamiselle luotiin aikataulu ja edistymisen välietapit. Materiaalia kirjoitettiin lähes päätoimisesti työajalla, joten kirjoitusprosessi eteni johdonmukaisesti ilman katkoksia joka arkipäivä. Kappaleessa seitsemän perehdytysmateriaalin sisältö on esitetty tiivistettynä ja virallinen työ liitettiin opinnäytetyön loppuun.

Opinnäytetyön ohjaavalla opettaja ja työpaikan yhdyshenkilö tarkastelivat kirjoitusprosessin loppupuolella työn tuloksia ja antoivat omat muutos- ja parannusehdotuksensa. Kokonaisuudessaan selvittiin pienillä muutoksilla ja kaikki osapuolet olivat tyytyväisiä lopullisen työn tuloksiin.

8.3 Tavoitteisiin pääseminen

Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteeksi asetettiin robottitarttujen perehdytysmateriaalin luominen, joka sisältää niiden koko elinkaaren suunnittelusta uusiokäyttöön. Sisällön syvällisyyden rajaaminen sekä aihekokonaisuuksien ryhmittely asettivat alussa haasteita. Perehdytysmateriaaliin soveltuva kirjoitusasu muotoutui kirjoittamisen edetessä. Suurin osa kerätystä datasta oli peräisin suullisista haastatteluista. Luonnollisesti eri ihmisten välillä oli erilaisia mielipiteitä. Haasteena oli löytää kompromissiratkaisu, joka palvelee koko organisaation etuja pitkällä aikavälillä. Kunnossapidon, hinnan ja laadun välinen tasapaino tulee pitää järkevänä. Esimerkiksi Tubular-putken käyttäminen runkomateriaalina on halvempaa kuin EGT-osien, mutta toisaalta ominaisuudet ovat huonompia ja korjausten tekeminen on vaikeampaa.

Isossa organisaatiossa on käytössä monenlaisia standardeja. Suuret linjat, kuten ympäristö-, laatu ja turvallisuuspolitiikka otettiin huomioon. Esimerkiksi mekaniikkasuunnittelun osalta viitattiin suoraan käytössä oleviin suunnitteluohjeisiin. Yksiselitteisiä toteutusratkaisuja ei haluttu määrittää, vaan annettiin suosituksia ja kerrottiin aikaisemmista toteutuksista. Tiukka rajaaminen ei palvele yksilöityä tuotetta ainakaan komponenttitasolla, sillä osatarjonta kehittyy jatkuvasti ja jokaisella projektilla on erilaiset tarpeensa.

Työ valmistui jopa aikataulusta edellä ja asetetut tavoitteet saavutettiin. Materiaalin laajuus ja tarkkuus vastasivat haluttua tasoa, jonka esimerkiksi projektiin osallistuvan insinöörin tulisi tietää tarttujista. Materiaali otettiin valmistumisen jälkeen välittömästi käyttöön meneillään olevassa projektissa. Myös kirjoittajan oma tietotaito kasvoi prosessin aikana huomattavasti. Tavoitteena oli vähentää epäselvyyksiä ja nopeuttaa tuotantolinjan käyttöönottoa. Tarttujien perehdytysmateriaalin ansiosta työskentely on tehokkaampaa, informaatiota on paremmin saatavilla ja yrityksen kilpailuetu kasvaa.

LÄHTEET

Aaltonen, K. & Torvinen, S. 1997. Konepaja-automaatio. Porvoo: WSOY.

Aapro, M. Schunk intec Oy. Esitysmateriaali, asiantuntijaluento ”Robotin tarttujärjestelmät ja varustelu”, Turku 8.3.2017

ABB 2017. Viitattu 7.3.2017.
<https://library.e.abb.com/public/e7e79f2802132eb1c1257af00057b48e/ABB%20eBook%2010%20good%20reasons%20to%20invest%20in%20robots.pdf>

Groover, M. P. 2015. Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing (4th. ed., global ed.). Harlow: Pearson Limited.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous (6. p.). Tampere: Infacs.

Heikkilä, J., & Ketokivi, M. 2009. Tuotanto murroksessa: Strategisen johtamisen uusi haaste (2. p.). Helsinki: Talentum.

Kangas, P. & Hämäläinen, J. 2007. Perehdyttämisen suunnittelu ja toteutus. 1.painos. Työturvallisuuskeskus TTK.

Keinänen, T. Koneautomaatio: 2001, Logiikat Ja Ohjaujärjestelmät. Porvoo; Helsinki: WSOY.

Pelin, R. 2011. Projektihallinnan käsikirja (7. uud. p.). Helsinki: Projektijohtaminen Oy Risto Pelin.

Penttinen, A. & Mäntynen, J. 2009. Työhön perehdyttäminen ja opastus – ennakoivaa työsuojelua. 2. painos. Työturvallisuuskeskus TTK.

Valmet Automotive 2017a. Viitattu 7.3.2017. <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/indexfin>

Valmet Automotive 2017b. Viitattu 7.3.2017. <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/E1FD25D15A8424EFC2257706005D9B04?opendocument>

Valmet Automotive 2017c. Viitattu 7.3.2017. [http://www.valmet-automotive.com/automotive/images.nsf/files/3D03E03AB1E3E650C2257F3F005837E6/\\$file/VABrochure2015.pdf](http://www.valmet-automotive.com/automotive/images.nsf/files/3D03E03AB1E3E650C2257F3F005837E6/$file/VABrochure2015.pdf)

Valmet Automotive 2017d. Viitattu 7.3.2017. <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/www/visio>

Valmet Automotive 2017e. Viitattu 7.3.2017. <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/93E6157B87FF271CC225799C0061C14C?opendocument>

Valmet Automotive 2017f. Viitattu 7.3.2017. <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/D80BA81B8979593AC225799C0063752D?opendocument>

Valmet Automotive 2017g. Viitattu 7.3.2017. <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/0D5B5A8F08D2807FC225799C0063B251?opendocument>

- Valmet Automotive 2017h. Viitattu 7.3.2017. <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/31C10C8C6FDE9DD8C225799C006440A3?opendocument>
- Valmet Automotive 2017i. Viitattu 7.3.2017. <http://www.valmet-automotive.com/automotive/bulletin.nsf/PFBD/97B1378BB1B7B87DC22580D6004F7334?opendocument>
- Valmet Automotive 2017j. Viitattu 7.3.2017. <http://www.valmet-automotive.com/automotive/bulletin.nsf/PFBD/9B12CB6F9E7B7A6DC22580B8002D8E75?opendocument>
- Valmet Automotive 2017k. Viitattu 7.3.2017. [http://www.valmet-automotive.com/automotive/images.nsf/files/dfbed6c818820f52c2257be8002debad/\\$file/bodyshop.jpg](http://www.valmet-automotive.com/automotive/images.nsf/files/dfbed6c818820f52c2257be8002debad/$file/bodyshop.jpg)
- Yle 2017. Viitattu 7.3.2017. <http://yle.fi/uutiset/3-9295639>

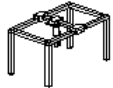
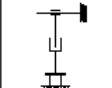


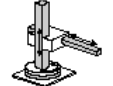
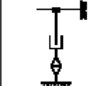


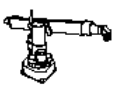



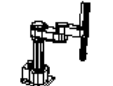
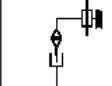



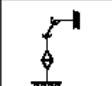






Liitteet

Robottityypit ISO 8373 standardin mukaan

DEFINITION OF A ROBOT

Manipulating industrial robot as defined in ISO 8373

An automatically controlled, reprogrammable, multipurpose, manipulator programmable in three or more axes, which may be either fixed in place or mobile for use in industrial automation applications.

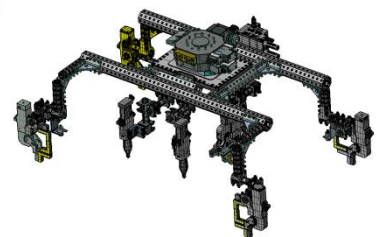
Robot	Axes		Examples
	Principle	Workspace	
 Cartesian Robot			
 Cylindrical Robot			
 Spherical Robot			
 SCARA Robot			
 Articulated Robot			
 Parallel Robot			

Robots broken down by mechanical structure
 The following four categories (see also figure 1) with respect to mechanical structure are to be used (definitions in accordance with ISO 8373).
 □
Cartesian (Gantry) robots:
 Robots whose arms have three prismatic joints, whose axes are coincident with a Cartesian coordinate system
SCARA robots:
 Robot which has two parallel rotary joints to provide compliance in a selected plane.
Note: SCARA derives from Selectively Compliant Arm for Robotic Assembly.
Articulated robots:
 Robots whose arms (primary axes) have three concurrent prismatic joints
Parallel robots:
 Robots whose arms (primary axes) have three concurrent prismatic joints
Robots broken down by control types:
 The definitions are in accordance with ISO 8373
Sequence-controlled robot
Definition
 A robot having a system of control in which a state of machine movements occurs in a desired order, the completion of one movement initiating the next.
Trajectory operated robot
Definition
 A robot, which performs a controlled procedure whereby three or more controlled axis motions operate in accordance with instructions that specify the required timebased trajectory to the next required pose (normally achieved through interpolation).
Adaptive robot
Definition
 A robot having sensory control, adaptive control, or learning-control functions.
Teleoperated robot
Definition
 A robot that can be remotely operated by a human operator. Its function extends the human's sensory-motor functions to remote locations and the response of the machine to the actions of the operator is programmable

Dira 2017. Viitattu 7.3.2017. http://www.dira.dk/media/9379/def._af_robottyper.pdf

Robottitarttujen perehdytysmateriaali

Valmet Automotiven työntekijöille, sidosryhmille ja alihankkijoille



Robottitarttujen perehdytysmateriaali

Ohjeen muutokset

N:ro	Muutos kohde	Tekijä	Pvm.
1	Dokumentti luotu	Lauri Leino	2.6.2017
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Sisällysluettelo

OHJEEN MUUTOKSET	2
LUKIJALLE	5
Yleistä Valmet Automotiven robottitarttujiista	6
SUUNNITTELU	8
Suunnittelussa huomioitavat asiat	8
3-2-1 periaate	10
Tarraimen valintakriteerit	12
Tarttujan rakenne	13
Tarttujatyypit	15
Kappaleenkäsittelytarttuja	15
Geometrinen tarttuja	16
Yhdistelmätarttuja	17
Tarttumismenetelmät	18
Mekaaninen tartunta	18
Imukupit	19
Sähkömagneetit	20
Runkotyypit	21
Tubular-gripperit	22
Euro-gripperit	23
Teräsrakenteiset Gripperit	24
Modularisuus	25
Automaation suunnittelu	26
Sähkö- ja automaatiokomponentit	26
Paineilmakomponentit	27
Työkalun vaihtolaipat	28
Ohjausperiaatteet ja turvallisuus	29
Simulointi	30
Suunnittelun dokumentointi	32
Piirrustukset	32
CE-dokumentatio ja turvallisuus	33

valmet automotive

KOKOONPANO JA ASENNUKSET	34
Materiaalihankinnat	34
Kokoonpano	35
Runko ja koneistetut osat	37
Pneumatiikka- ja automaatiojärjestelmä	40
Projektinhallinta	41
Liittäminen prosessiin	42
HUOLTO	43
Käyttö ja päivittäinen huolto	44
Häiriötilanteet	48
Kolaritilanteet	49
Korjaus <input type="checkbox"/>	
Ennakoiva huolto	51
UUSIOKÄYTTÖ	52
Osien hyödyntäminen	53
Kuntokartoitus	54
Uuden ja vanhan liittäminen	55
Ylimääräisten osien varastointi	55
Käytöstäpoisto	55
LÄHTEET	56
Kuvaluettelo	56
Lähdeluettelo	57

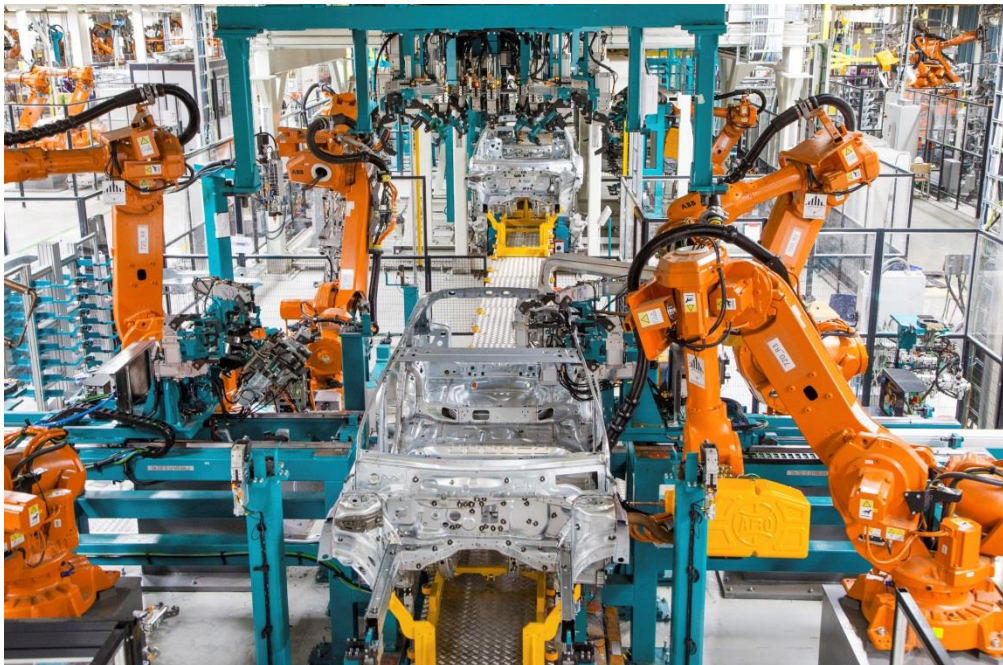
Lukijalle

Tämä perehdytysmateriaali antaa hyödyllisiä vinkkejä ja yleiskuvan Valmet Automotiven korihitsaamossa käytettävistä robottitarttuista. Materiaalissa esitellään olennaisimmat asiat robottitarttujen elinkaaresta, joka sisältää suunnittelun, valmistuksen, asennukset, huollon ja uusiokäytön. Tekstiin on koottu keskeisimmät asiat tarttuihin liittyvistä asioista ja lähdeluettelosta löytyy tarkentavia dokumentteja. Esitetyt ohjeistukset on laadittu niin, että ne palvelevat Valmet Automotiven etuja kokonaisuuksia ajateltaessa.

Perehdytysmateriaalin tavoitteena on nostaa esille huomioitavia asioita yleisellä tasolla ja toimia tukena projektien aikana. Uudet työntekijät saavat nopeasti käsityksen tarttuihin liittyvistä asioista ja pystyvät antamaan oman työpanoksensa tehokkaammin, sekä osaavat huomioida olennaiset asiat prosessissa. Materiaalissa kerrotaan millainen tarttujan tulisi olla ja määritellään kuhunkin käyttökohteeseen sopiva ratkaisu.

Suunnittelu on prosessin tärkein vaihe. Suunnitteluvaiheen päätökset ja linjaukset vaikuttavat suoraan lopputulokseen ja sen toimivuuteen. Tarttuihin liittyvissä projekteissa tulee muistaa, että projektia tehdään toimeksiantajan, sisäisten asiakkaiden (esim. kunnossapito ja tuotanto) sekä tuotantotekniikan yhteistyönä. Ulkoiset asiakkaat tilaavat meiltä palveluita ja ratkaisuja vain, jos pystymme olemaan nopeampia, halvempia ja laadukkaampia kuin kilpailijamme.

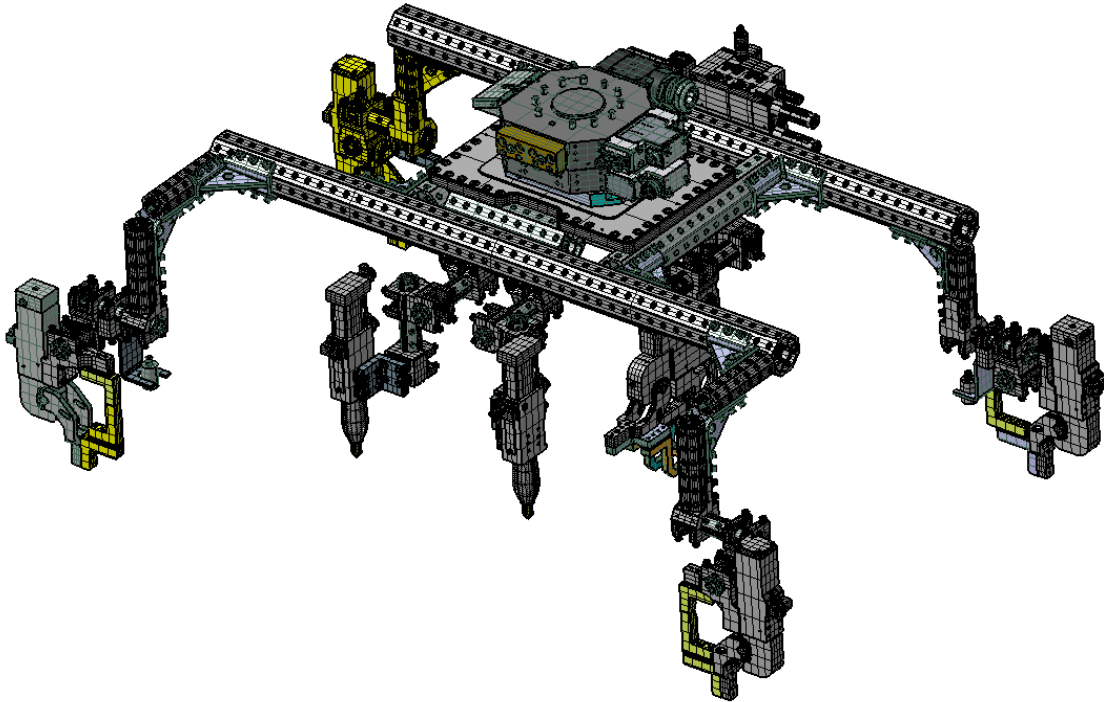
Teemme tiivistä yhteistyötä alihankkijoiden ja linjarakentajien kanssa. Tämä materiaali toimii myös heille yleisenä ohjeena, mutta sopimuksien tarkemmista osista tulee sopia erikseen. Materiaali tulee jakaa jokaiselle robottitarttujen kanssa työskentelevälle henkilölle. Yksityiskohtaisempia ohjeita ja tietoa saa esimiehiltä ja Valmet Automotiven yhteyshenkilöltä.



Kuva 3. Valmet Automotiven A-sarjan korihitsaamo.

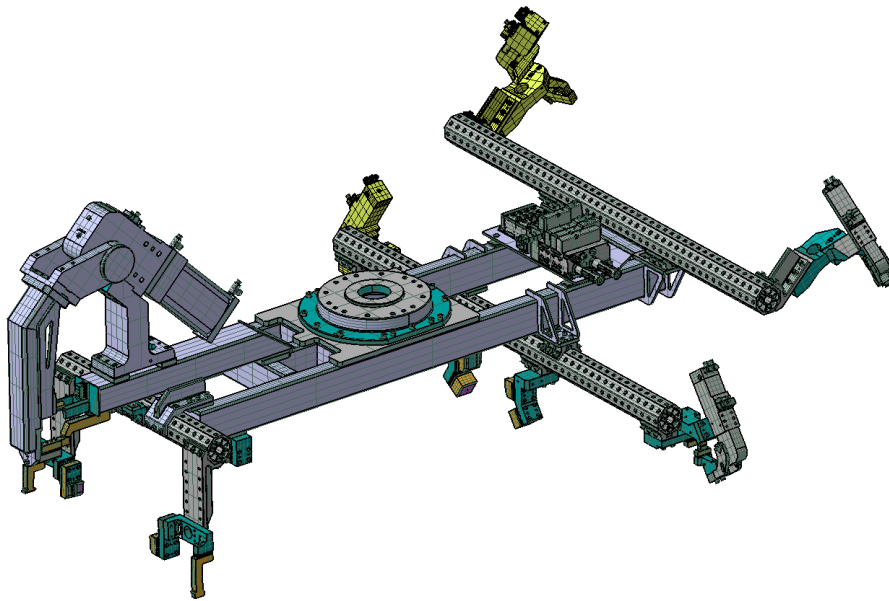
Yleistä Valmet Automotiven robottitarttujista

Automaatio ja robotit ovat yleistyneet viime vuosina huomattavasti Valmet Automotiven tuotannossa. Robotit vaativat päähänsä työkalun, joka suorittaa halutun työvaiheen. Valmet Automotiven korihitsaamoissa toimii yli 500 robottia ja noin 260 robottitarttujaa. Tarttujat on suunniteltu vastaamaan autoteollisuuden tarpeita, jossa käsitellään auton korin osia. Tarttuvia voidaan kutsua myös tarraimiksi tai grippereiksi. Alla olevissa kuvissa on esiteltyä erilaisia tarttuvia.



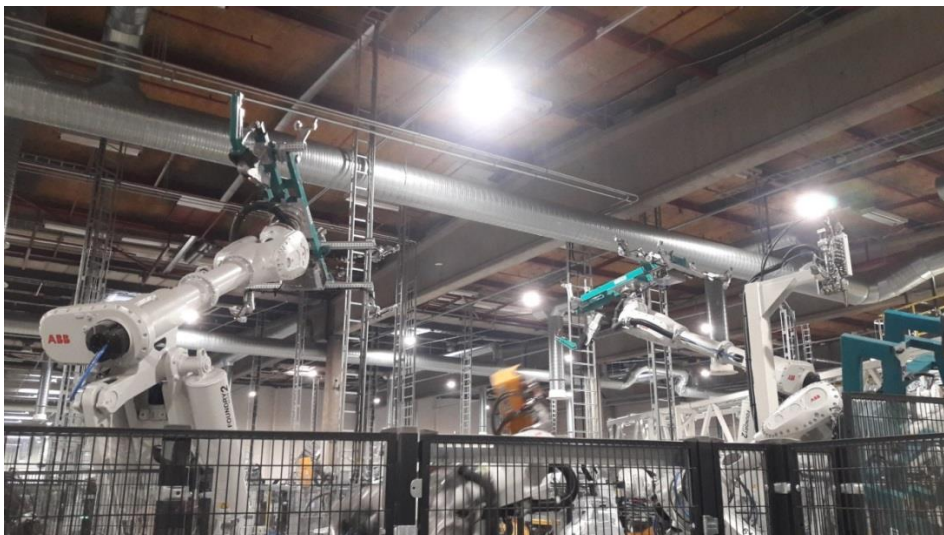
Kuva 4. Esimerkki GLC-korihitsaamon tarttujasta (215R01GR1).

Tarttuja on robotin päähän liitetty työkalu, jonka tehtävä on liikuttaa kappaleita, kuten korin osia. Tarttuja voi suorittaa myös prosessiin liittyviä tehtäviä ja toimia kohdistavana jiginä. Valmet Automotiven tarttujat rakennetaan lähes poikkeuksetta operoitavan kappaleen mukaan. Ne ovat uniikkeja työkaluja, jotka on valmistettu suorittamaan yhtä tiettyä työtehtävää. Yksilöinti on yksinkertaista, sillä sen nimen määrittelevät asema, operoiva robotti ja tarttujan numero. Esimerkiksi 600 R02 GR1 (asema, robotti, tarttuja).



Kuva 5. Suuri alustalinjan tarttuja.

Prosessiin liittyvissä tehtävissä tarttumat syöttävät kappaleen esimerkiksi pistehitsaus- tai liimaustyökälulle, joilla tehdään tarvittavat työvaiheet. Geometrinen tarttuja paikoittaa liitettävät osat kohdalleen, jonka jälkeen ne liitetään yhteen. Käyttöenergian (sähkö ja paineilma) ja ohjauksen tarttuja saa robotin kautta. Anturoinnin avulla tunnistetaan kappaleiden sijainti ja yleensä tarttuvia ohjataan tehdasautomaatiojärjestelmän avulla. Yleisimmin kappaleeseen tartutaan mekaanisesti toimivilla klamppisylintereillä. Korihitsaamosta löytyy myös alipaineella toimivia imukuppitarttuvia, joita käytetään lähinnä korin ulkopeltien liikutteluun. Käytön osalta tarttuja toimii täysin automaattisesti, mutta se vaatii päivittäistä puhdistusta ja kunnon tarkastuksen. Ennakoivan huolto-ohjelman mukaan kattavampi huolto suoritetaan neljän viikon välein.



Kuva 6. Tarttumat tuotantoprosessissa GLC-korihitsaamon alustalinjalla.

Suunnittelu

Suunnittelussa huomioitavat asiat

Yhteistyö ja kommunikointi

Robottitarttujan suunnittelu on prosessin tärkein vaihe. Alkuvaiheen päätökset ja linjaukset vaikuttavat suoraan lopputulokseen ja tarttujan toimivuuteen. Muutoksien teko alkuvaiheessa on myös huomattavasti helpompaa ja edullisempaa kuin esimerkiksi kokoonpanovaiheessa. Onnistuneen suunnittelutyön perusta on eri osa-alueiden, kuten mekaniikka- ja automaatio-suunnittelun saumaton yhteistyö. Toisaalta suunnitteluvaiheeseen kannattaa ottaa mukaan myös kunnossapidon henkilöitä, jotka antavat mielipiteensä huollon näkökulmasta. Kommunikoinnin ja yhteistyön avulla vältetään monilta ongelmilta, joita on myöhemmin erittäin vaikea korjata.

Konseptisuunnittelu

Konseptisuunnittelu ja kokonaisuuksien hahmotteleminen karkeasti layout-tasolla on alkuvaiheessa tärkeää. Koko suunnittelu perustuu tuotemalliin, jonka pohjalta luodaan konseptisuunnitelma. Tarttujan suunnittelun reunaehtoihin vaikuttaa olennaisesti sitä operoiva robotti ja sen ominaisuudet. Keskeisiä ominaisuuksia ovat esimerkiksi robotin suorituskyky, ulottuvuus ja tarttujan painopiste. Alkuvaiheessa päätetään valitaanko tarttuja robotin mukaan vai päinvastoin. Tarttujan konseptisuunnittelussa keskeisintä on käsiteltävän kappaleen muoto sekä mistä ja miten siihen tartutaan. Suunnittelun tulee perustua Valmet Automotiven käyttämiin standardeihin ja ohjeistuksiin.

Tuote saattaa olla asiakkaan olemassa oleva tuote, jonka tuotantolinja on jo valmiiksi suunniteltu tai toisaalta täysin uusi tuote tai prototyyppi. Kaikki asiakkaan antama data tulee hyödyntää ja analysoida, mutta tarvittaessa siihen kannattaa tehdä parannuksia. Esimerkiksi valmiit 3D-kuvat säästävät valtavan määrän työtunteja verrattuna siihen, että prosessi aloitettaisiin täysin alusta.

Tarttujan keskeisimmät ominaisuudet

Robottitarttujen epäluotettavuus aiheuttaa sarjatuotannossa turhia katkoksia ja suuria kustannuksia. Lisäksi turvallisuus ja kunnossapito tulee huomioida suunnittelussa. Keskeisimmät ominaisuudet, joihin suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota:

- Häiriöttömyys ja yksinkertaisuus
- Luotettava tartunta
- Palautumisnopeus törmäyksestä
- Antureiden ja johtojen oikeanlainen sijoittelu
- Keveys ja pieni koko
- Tarvittava hyötykuorman käsittelykyky
- Tarkkuus kappaleen kohdistuksessa, erityisesti geo-grippereissä.
- Modulaarisuus, standardiosat
- Tarttujan huoltoystävällisyys

Dokumentointi

Dokumentaation kirjaaminen prosessin aikana on tärkeää, sillä myöhemmin se on erittäin arvokasta tietoa esimerkiksi huoltojen yhteydessä tai komponenttien uudelleenhyödyntämisessä.

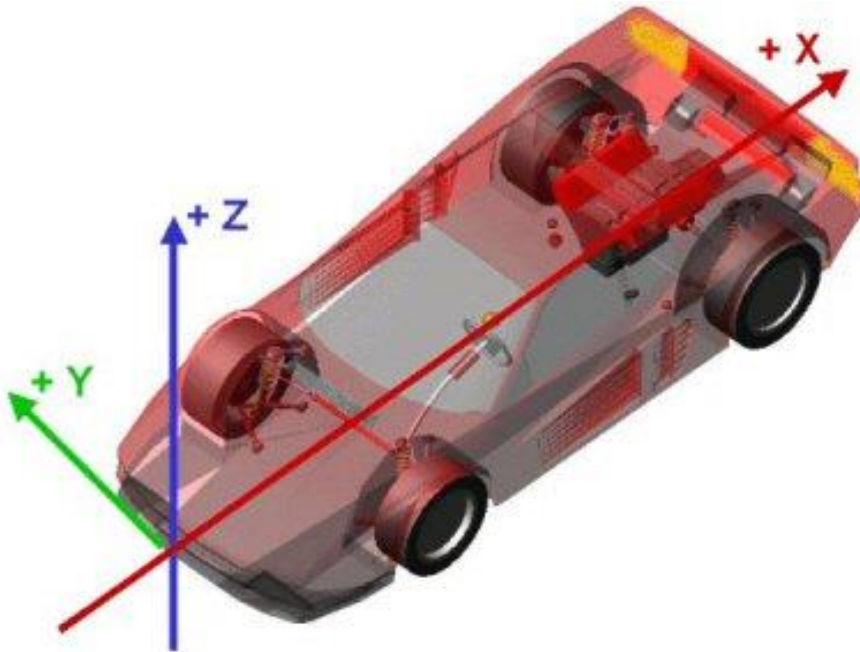
Erilaisia dokumentoitavia asioita ovat mm.:

- Tarttujan 3D-mallit
- Simuloinnit
- Operoivan robotin ominaisuudet
 - Payload
 - Ulottuvuus
 - Liikenopeudet ja tarkkuus
- Sähkö-, automaatio- ja pneumatiikkakaaviot
- Huolto -ja käyttöohjeet
- Osalistat (BOM)
- Mittauspöytäkirjat

valmet automotive

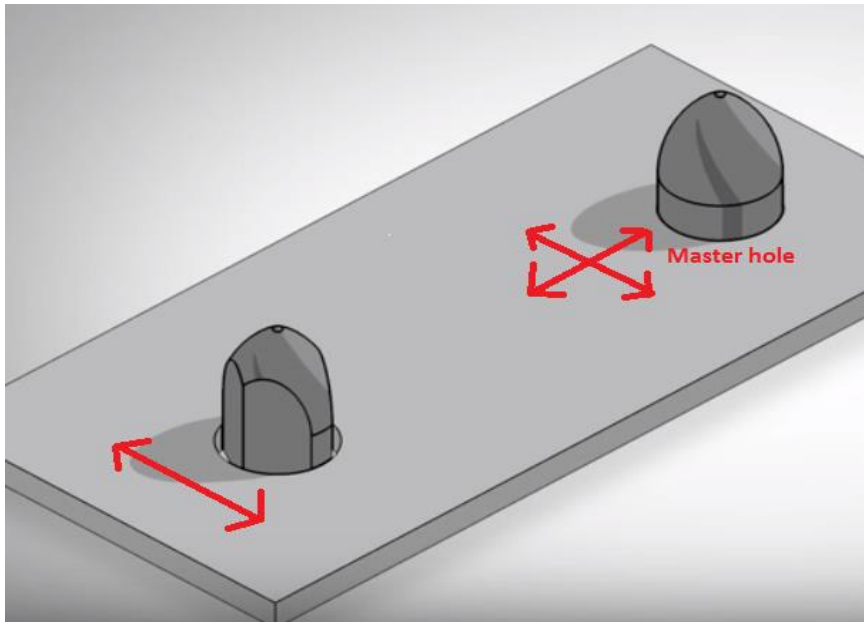
3-2-1 periaate

3-2-1 periaate ohjeistaa, kuinka osa tuetaan ja kohdistetaan asianmukaisesti tarttujaan. Kohdistamiseen tarvitaan aina vähintään kolme tukipistettä. Ensimmäinen piste lukitsee kolme suuntaa, toinen piste kaksi suuntaa ja kolmas yhden suunnan. Koordinaatisto on kaiken suunnittelun perusta. Kaikki robotit ja tarttijat tulee suunnitella samaan koordinaatistoon, jota korissa käytetään.



Kuva 7. Koordinaattiakselin sijainti ja suunnat saattavat vaihdella autonvalmistajan mukaan.

- Osan paikantamiseksi tulisi löytää vähintään kaksi reikää, jotka ovat mahdollisimman kaukana toisistaan ja ristikkäisissä kulmissa, jos mahdollista. Reikiin kohdistetaan koneistetut ohjaustapit, jotka ohjaavat osan kohdalleen.
- Ensimmäinen reikä on *master hole*, jossa reiän ja tapin kohdistus on tarkka. Tällöin liike on lukittu X ja Y ja Z suunnassa. Osa pyörii akselinsa ympäri.
- Toinen reikä lukitsee X tai Y suunnan ja Z suunnan sekä kappaleen pyörähtämisen. Kahta reikää ei saa kohdistaa tarkasti, koska vaarana on kappaleen yliohjautuminen ja jumiutuminen. Jos molemmat reiät ovat pyöreitä, toisen ohjaustapin tulee olla salmiakin muotoinen jolloin vain yhden suunnan pinnat ohjaavat kappaletta.
 - Joskus kohdistettavassa kappaleessa ei ole reikiä, joita pystyttäisiin hyödyntämään. Tässä tilanteessa käytetään kulmankohdistimia, jotka sijoitetaan vähintään ristikkäisiin kulmiin.
- Kolmas tukipiste on avustava, joka lukitsee myös Z suunnan. Jos mahdollista, tukipisteitä saisi olla vähintään kolme osan vakauden varmistamiseksi.
- Vastaavaa periaatetta voidaan hyödyntää myös esimerkiksi imukuppiratkaisuissa



Kuva 8. Osan kohdistusperiaate.

Yleensä kolmannet tukipisteet ovat klampeja, joiden varsien päässä on usein kappaleen mukaan muotokoneistetut osat. Koneistetut osat tulee kiinnittää klamppiin vähintään kahdella ohjaintapilla ja yhdellä pultilla. Tartuntapintojen kohdistuksen varmistamiseksi näiden väliin tulee suunnitella shimmeilyt, joiden avulla kohdistusta on mahdollista säätää. Shimmausta suunnitellessa tulee varautua vähintään ± 5 millimetrin säätövara. Tünkersin valikoimasta löytyy paljon erilaisia shimmejä yksittäin ja pakettina. Erikoistapauksissa, eli kaarevissa kappaleissa joiden tartuntapinta on yli 15 astetta tulee suunnitella säätömahdollisuus kahden akselin suhteen. [1] [2] [3]



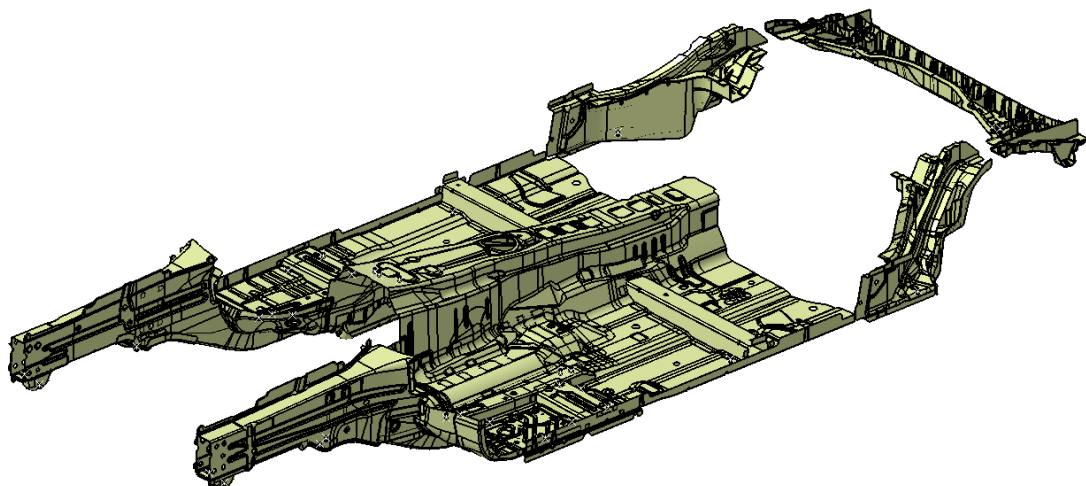
Kuva 9. Koneistettuja tarrainosia luukkusolussa.

Tarraimen valintakriteerit

Tuotannon vaatimukset, layout, operoitava kappale ja ympäristöolosuhteet luovat erityisvaatimukset tarttujan suunnitteluun. Oleellinen kysymys on miten ja mistä suunnasta kappaleeseen tartutaan.

Tarraimen valintaan vaikuttavat:

- Kappaleen koko, muoto ja massa
 - Tartuntavoima, klamppien liike, painopiste, kappaleen koko
- Kappaleen erilaiset materiaalit
 - Tartuntaperiaate (klamppi, imukuppi tai magneetti), tunnistettavuus
- Kappaleen epämääräinen asema
 - Kappaleen asento, luoksepäästävyys, erottuvuus
- tarttujan tehtävä
 - Geometrinen tai kappaleenkäsittely, toleranssit, liikeparametrit (nopeus, kiihtyvyys, tahtiaika), tarvittavat anturit
- Ympäristö
 - Epäpuhtaudet (öljy, pöly ym.), värinä, sähkömagneettiset häiriöt
- Toiminnalliset ominaisuudet
 - Lisätoiminnot (mittaus, tunnistus, keskitys), turvallisuus, luotettavuus, kunnossapito, jäykkyys ja hallittu jousto, välykset, kuluminen
- Rakenteelliset ominaisuudet
 - Mahdollisimman pieni ja kevyt rakenne, modulaarisuus, rungon jäykkyys, kaapeleiden sijoittelu, antureiden sijoittelu, valmistettavuus, robotin työkalulaipan tyyppi
- Toiminta, kustannukset ja aika
 - Hinta, laatu, tehokkuus, lyhyt läpimenoaika



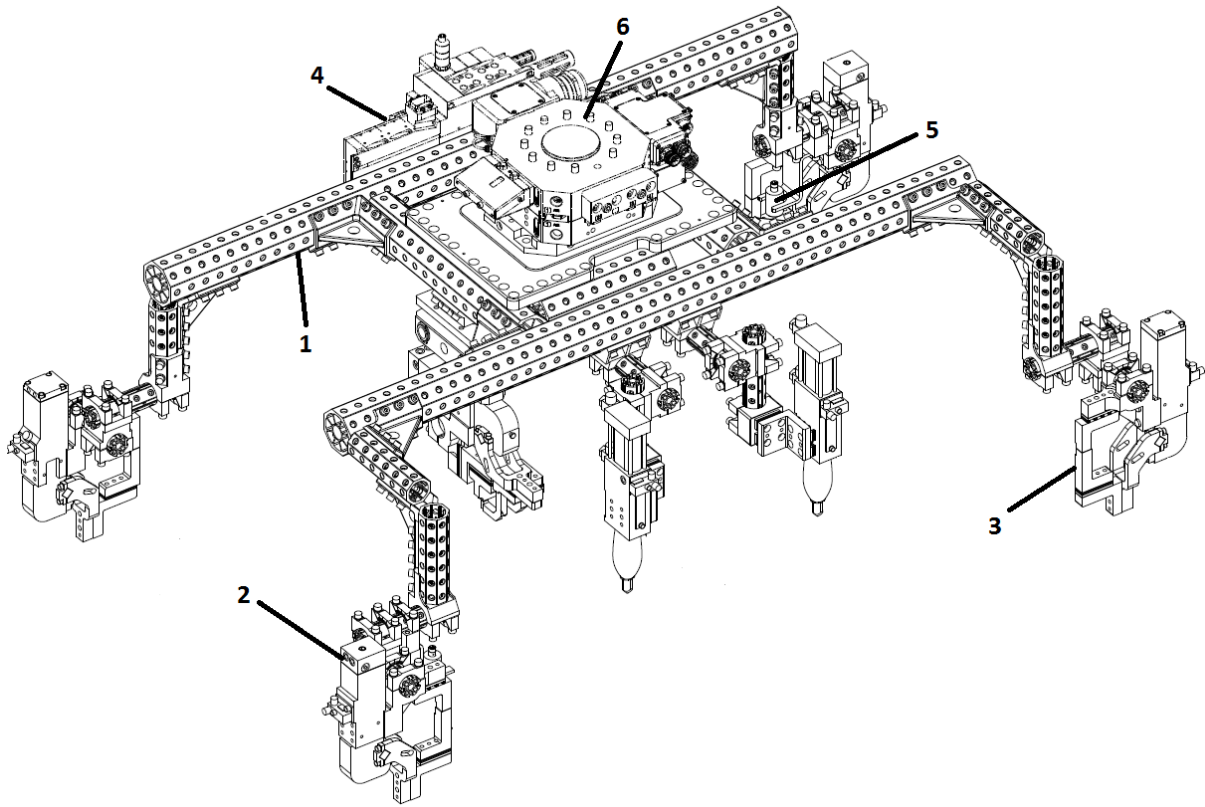
Kuva 10. Käsiteltävä kappale voi olla esimerkiksi auton alusta.

Tarttujan rakenne

Tarttuja jakautuu erilaisiin toiminnallisiin kokonaisuuksiin. Alla olevassa listassa on esitetty keskeisimmät osakokonaisuudet. Kuvassa esimerkki jokaisesta osa-alueesta. [4]

Tarttujan rakenne, toiminnallinen jaottelu:

1. Runko
 - Runkopalkit
 - Rungon komponentit
 - Kiinnitystarvikkeet (Niittimutterit, pultit ym.)
 - Venttiilipakan aluslevy
2. Tartuntaosat
 - Klamppisylinterit
 - Muut mekaaniset tarttujat
 - Imukupit
 - Magneetit (kesto ja sähkömagneetit)
3. Tartuntapinnat
 - Muotokoneistetut ohjainpinnat
 - Koneistetut tartuntaosat
 - Ohjaintapit
4. Paineilma
 - Venttiilitukki
 - Erillisohjatut venttiilit
 - Paineilmaletkut
5. Sähkö ja automaatio
 - I/O-moduulit
 - Väyläkaapelit
 - Virtakaapelit
 - Lähestymiskytkimet/anturit
6. Tarttujan kiinnitys robottiin
 - Vaihtolaipat (tarttujan puoli)
 - Työkaluvaihtajat (robotin puoli)
 - Adapterilevyt
 - Työkalutelineet

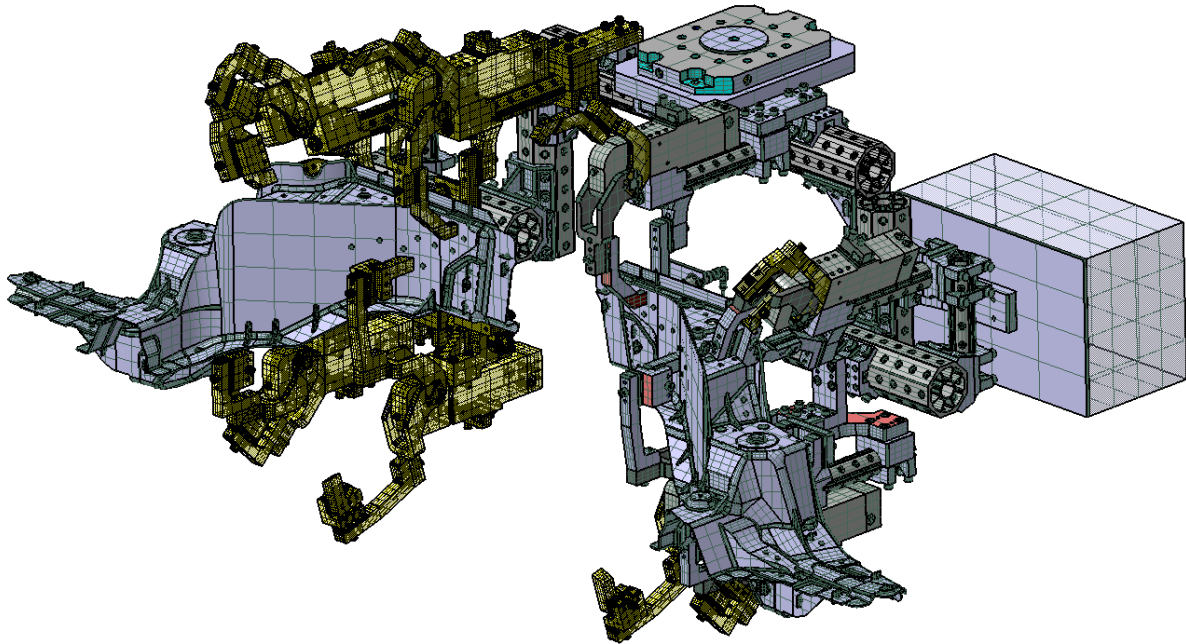


Kuva 11. Tarttujan rakenteellinen jaottelu.

Tarttujatyypit

Kappaleenkäsittelytarttuja

Suurin osa (>90%) Valmet Automotiven korihitsaamon tarttujista on kappaleenkäsittelytarttuja. Niiden tehtävä on liikuttaa kappale seuraavaan työpisteeseen, joten osan paikoitus ei ole yhtä tarkkaa kuin geometrisissä tarttujissa. Kappaleenkäsittelytarttuja suorittavat myös prosessiin liittyviä tehtäviä, kuten syöttävät osia esimerkiksi liimauslaitteille. Yksinkertaisuutensa vuoksi käsittelytarttuja ovat huomattavasti halvempia kuin geometriset tarttuja.

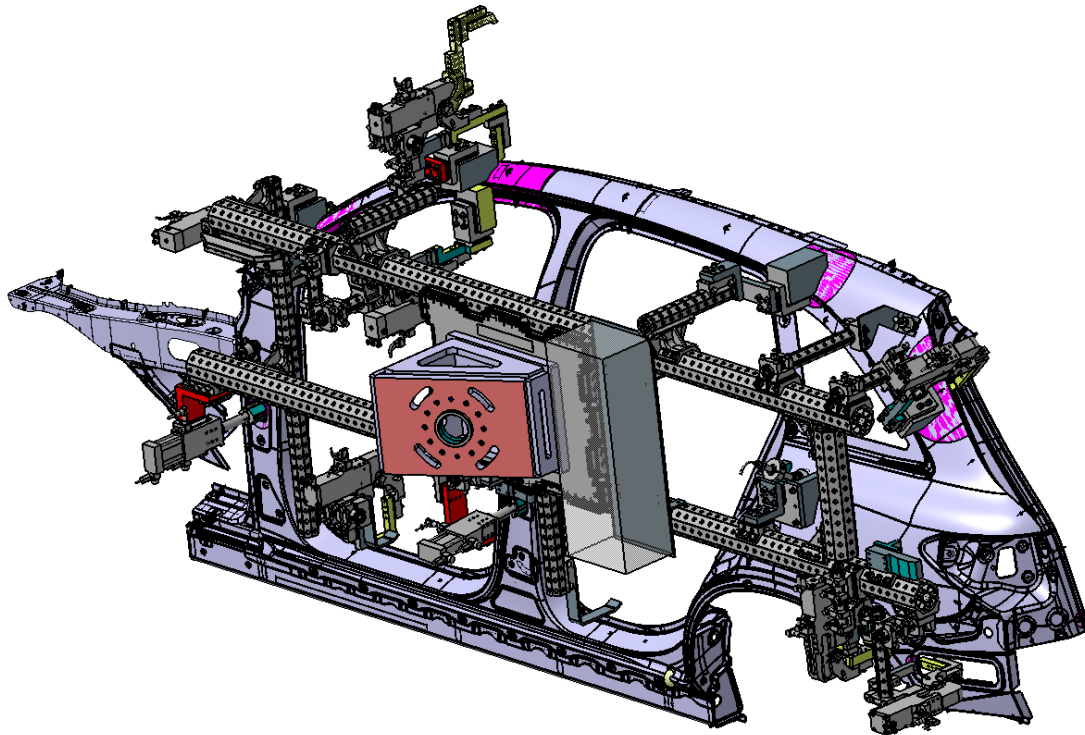


Kuva 12. Takaosan alikokoonpanon materiaalinkäsittelytarrain.

Geometrinen tarttuja

Geometriset tarttumat ovat robotin päässä liikuteltavia jigejä. Geometrinen tarttuja paikoittaa liitettävät osat kohdalleen, jonka jälkeen ne liitetään yhteen. Käsitteltävän kappaleen on oltava kohdistettu äärimmäisen tarkasti haluttuun arvoon, sillä muuten korin osien toleranssit ja laatu kärsivät. Runkorakenteen on oltava jäykkä, jotta tarkkuus säilyy. Normaleihin käsittelytarttuihin verrattuna geo-gripperit asettavat suurempia vaatimuksia tarkkuuden suhteen ja niiden suunnittelu on haastavampaa.

- Suunnittelussa tulee noudattaa 3-2-1 periaatetta, jossa ohjeistetaan kappaleen asianmukainen kohdistus.
- Kappaleen kaikki kolme koordinaatiston suuntaa tulee olla lukittu.
- Käsitteltävät osat tarkastetaan mittauskeskuksessa tai inline mittauksella
 - Tulosten perusteella tarttujaan tehdään tarvittaessa säätöjä
- Kohdistus tapahtuu aina ohjaintappien ja muiden ohjainpintojen avulla
- Tarkka geometrian aseointi aseman ja jigiparin suhteen.



Kuva 13. Korinlinjan geometrinen tarttuja.

valmet automotive

Yhdistelmätarttijat

Yhdistelmätarraimet ovat robotin työkaluja, jossa esimerkiksi pistehitsauspihti on yhdistetty tarttujan runkoon. Yhdistelmäsovellukset saattavat sopia tiettyihin kohteisiin, mutta yleisesti niiden käyttö ei ole suositeltavaa useiden haittojen takia.

Markkinoilla on olemassa myös esimerkiksi klamppisynteriin yhdistetty pistehitsaussovellus. Se suorittaa hitsauksen välittömästi kiinnityksen jälkeen ilman erillistä hitsauspihtiä. Kyseistä ratkaisua ei ole tällä hetkellä käytössä Valmet Automotiven tuotannossa, mutta sitä voidaan harkita käytettävän korihitsaamon tarpeisiin.

Edut

- Nopeampi tahti aika, kun työkalua ei tarvitse vaihtaa
- Halvempi toteuttaa, kun työkalutelineitä ja vaihtolaippoja ei tarvita
- Ei murheita vaihtolaipan häiriöistä ja putsauksesta

Haitat

- Ohjelmointi on haastavaa
- Muutoskyky ja uusiokäyttö on hankalaa
- Kokonaisuudesta tulee suuri, jolloin liikeradat rajoittuvat huomattavasti
- Robotti kuormittuu enemmän lisääntyneen painon vuoksi
- Hitsauspihdin hitsausvirta saattaa häiritä gripperin väylän toimintaa

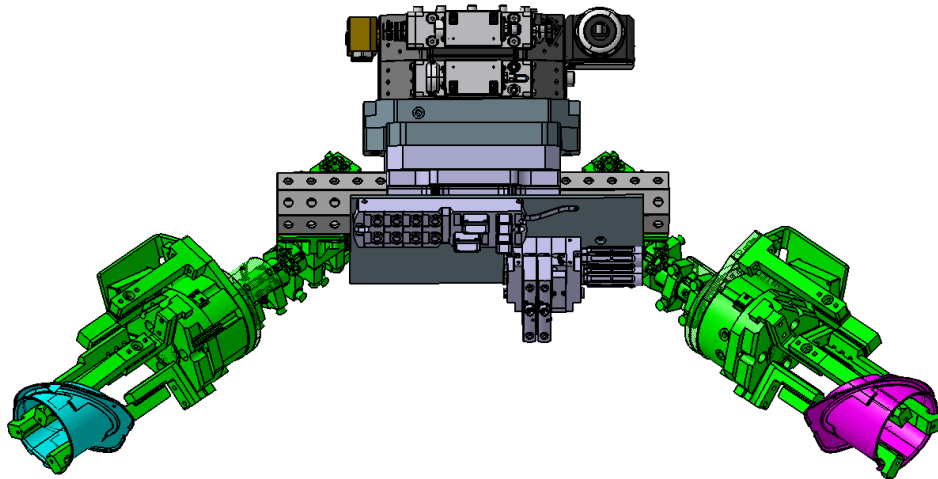
Tarttumismenetelmät

Mekaaninen tartunta

Mekaaninen tartunta on yleisin menetelmä tarttua kappaleeseen. Kappaleeseen tartutaan normaalisti paineilmatoimisella klamppsylinterillä. Vain erityistapauksissa käytetään imukuppi- tai magneettiratkaisuja.

Edut	Haitat
<ul style="list-style-type: none"> • Kestävä ja yksinkertainen rakenne • Soveltuu useimpiin käyttökohteisiin • Mekaaninen lukitus on turvallinen energiakatkoksissa • Edullinen menetelmä • Hyvä tartuntavoima 	<ul style="list-style-type: none"> • Tietyissä tapauksissa klampeja ei voi käyttää • mekaaninen tartunta saattaa naarmuttaa peltejä

Valikoimasta löytyy useita erilaisia paineilmalla toimivia mekaanisia tarraimia. Valmet automotivella on käytössään esimerkiksi Schunkin valmistamia lineaarimalleja sekä kolmesormisia keskittäviä mal-



leja.

Kuva 14. Harvinaisempi kolmesorminen keskittävä tarrain.

valmet automotive

Imukupit

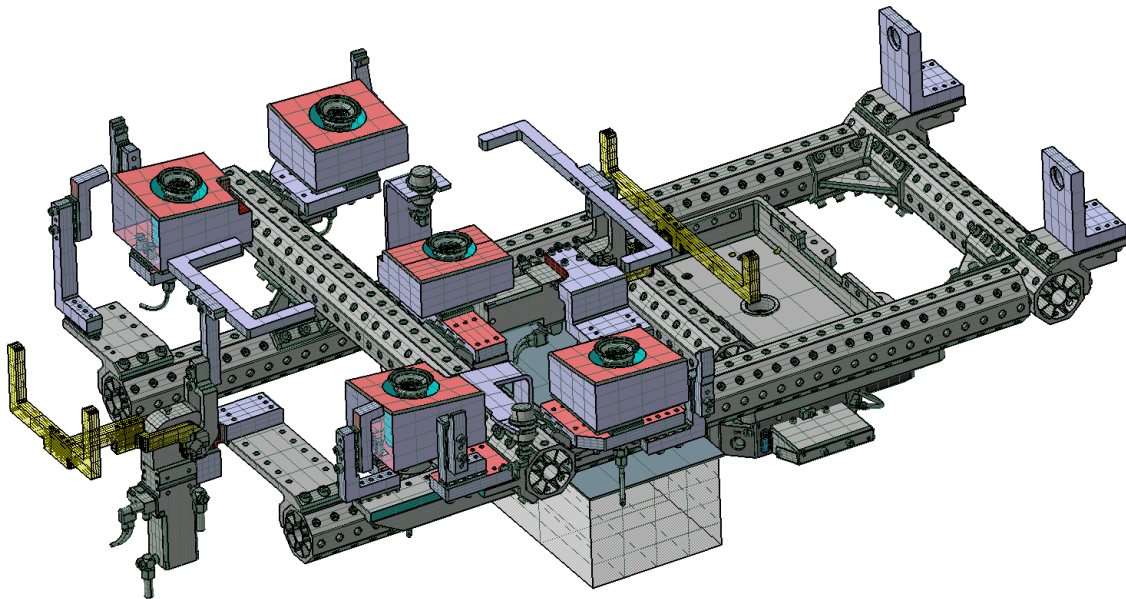
Imukupitartuntaa käytetään yleensä silloin, kun mekaaninen tarttuminen on hankalaa. Tietyissä kohteissa, kuten korin A-pinnat vaativat korkeaa laatua. Näissä kohteissa korin pintojen tulee olla täysin virheettömiä, joten hienovarainen imukuppi on hyvä ratkaisu kappaleen liikutteluun. Menetelmää käytetään esimerkiksi ovien ja luukkujen käsittelyssä.

Edut

- Tarttuminen on mahdollista yhdeltä suunnalta
- Kuminen imukuppi on hellävarainen käsiteltävälle pinnalle
- Edullinen sovellus ja hyvä saatavuus

Haitat

- Imukupit vaativat tasaisen, sileän ja puhtaan pinnan
- Peltiosien varastointiöljy saattaa aiheuttaa ongelmia tartunnassa
- Ei kestä suuria sivuttaisvoimia
- Vaatii aina varmistustartunnan



Kuva 15. Kattoluukun käsittelyssä käytettävä imukupitarraus.

Sähkömagneetit

Muutamissa sovelluksissa käytetään magneettista tartuntaa, kun imukuppi ei sovellu kohteeseen. Magneettitarttujilla voidaan saada aikaan suuri nostovoima pieneltä pinta-alalta, mutta toisaalta sitä voidaan käyttää vain magneettisille aineille. Sähkömagneetit ovat korihitsaamossa harvinaisia, mutta niitä käytetään esimerkiksi GLC:n alustalinjan geo-gripperissä.

Edut

- Mahdollistaa painavien osien liikuttelun
- Vaatii vain pienen tartuntapinta-alan
- Voidaan käyttää reikäisessä materiaalissa
- Voidaan käyttää tilanteissa, jossa klamppien käyttö ei ole mahdollista
- Magneetti on pienikokoinen ja kevyt

Haitat

- Osan on oltava magneettinen
- Magneettiin tarttuu metallipölyä, joka naarmuttaa osia
- Soveltuu huonosti erittäin ohuille (<0,5mm) metallilevyille



Kuva 16. Schmalz SGM 30 sähkömagneetti.

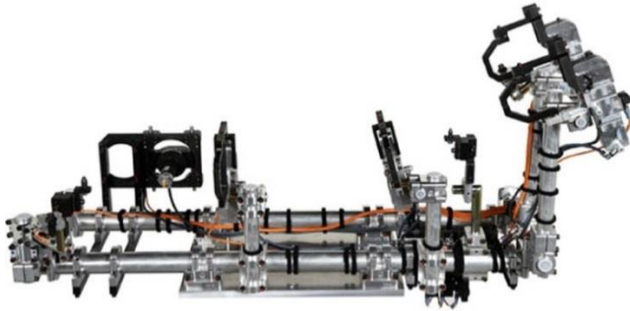
Runkotyypit

Tarttumat koostuvat normaalisti eri runkotasosta. Päärungon osalta materiaalin tulisi olla vahvaa materiaalia. Kauemmaksi työkalupisteestä mentäessä painoa tulee karsia niin paljon kuin mahdollista, sillä vipuvarren päässä massa aiheuttaa suuremman momentin. Alumiiniprofiilit ovat hyvä materiaali tarttujiin helpon koneistettavuuden, keveyden ja riittävän lujuutensa ansiosta.

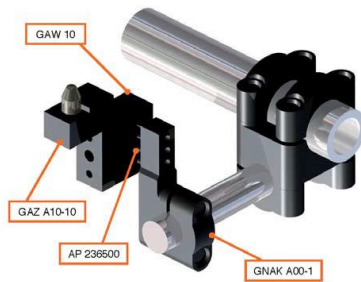
Tarttujen runkotyyppit jakautuvat karkeasti kolmeen eri kategoriaan, joista jokaisessa on hyvät ja huonot puolensa. Valmet Automotive on siirtymässä yhä enemmän Euro-grippereiden suuntaan, joten niiden käyttöä suositellaan aina kuin mahdollista. Valmet Automotiven robottitarttumat ja niiden suunnittelu perustuvat Tünkers-tuoteperheeseen. Tünkersin valikoimasta löytyvät runkoputket, rungön yhdistyskomponentit ja klampit. [5]

Tubular-gripperit

Pyöreää alumiiniputkea on käytetty D1-projektissa A-sarjan tarttujen runkona ja sitä tullaan hyödyntämään mahdollisimman paljon uudelleen D3-projektissa.



Kuva 17. Tubular-osista valmistettu tarttuja.



Kuva 18. Tubular-komponentteja.

Edut

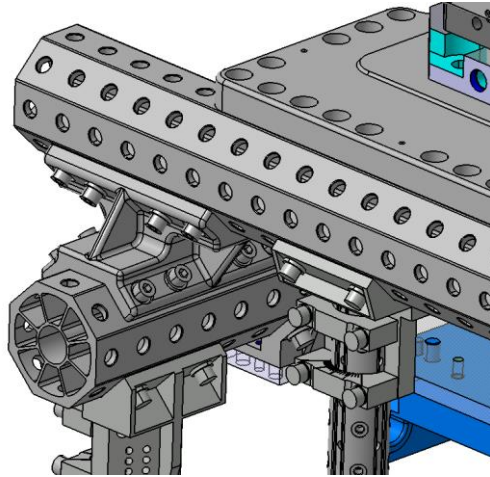
- Halpa runkomateriaali
- Kevyt runkomateriaali
- Kolaritilanteessa nivelet pyörähtävät, jolloin vahingot pienentyvät.
- Modulaarinen rakenne

Haitat

- Hankalampi asennus
- Rungon jäykkyys ei ole aina riittävä
- Kolaritilanteessa alkuasetusten palauttaminen on haastavaa ja hidasta

Euro-gripperit

Euro-Gripperien runkorakenne on paras ja suositeltavin vaihtoehto uusien tarttujien rakentamiseen. GLC:n korihitsaamossa on käytetty EGT-osia kaikissa tarttujissa. Euro-Gripperien osista käytetään yleisesti lyhennettä EGT (Euro Gripper Tooling).



Kuva 19. EGT-komponentteja.

Edut

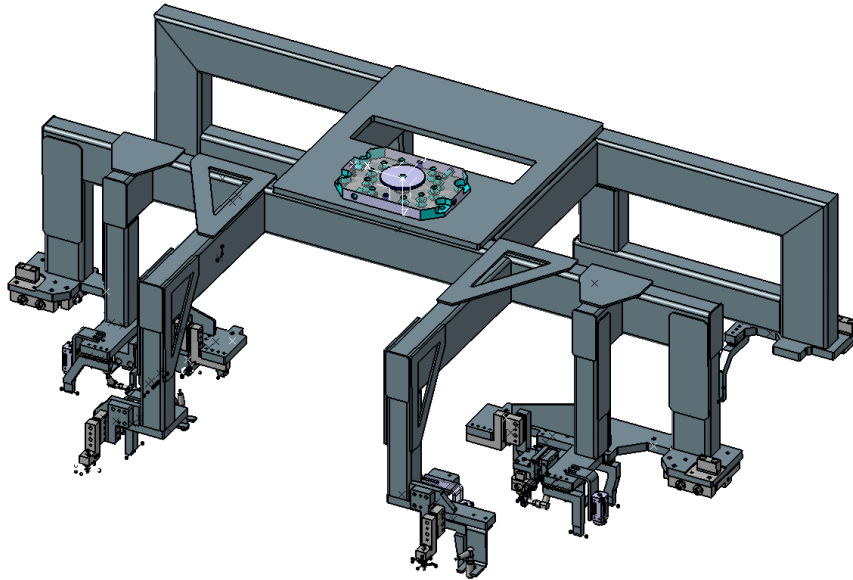
- Modulaarinen rakenne
- Erittäin helppo ja nopea asennus
- Jäykkä runko

Haitat

- Kallis runkomateriaali
- Painavampi runkomateriaali
- Rungon komponentit hajovat törmäyksissä

Teräsrakenteiset Gripperit

Teräsrakenteiset tarttajat soveltuvat pieniin (<150kg) grippereihin, jossa painolla ei ole väliä. Ne soveltuvat myös erittäin suuriin grippereihin, jossa rungon on oltava jäykkä. Käyttöä tulee kuitenkin harkita tarkkaan, sillä muutosten teko ja uusiokäyttö on hankalaa.



Kuva 20. Suuri tarttuja, jonka runko on osittain valmistettu teräksestä.

Edut

- Edullisin runkomateriaali
- Vahvin ja jäykin rakenne

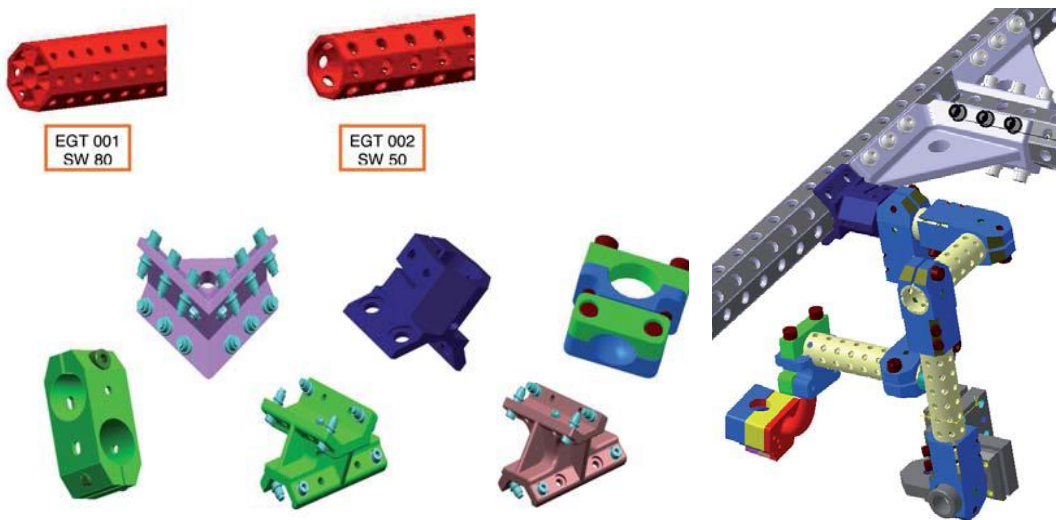
Haitat

- Painavin runkomateriaali
- Vaikeasti muokattavissa uusiokäyttöön
- Ei-modulaarinen rakenne
- Kolarivaurioiden korjaaminen vaikeaa

valmet automotive

Modularisuus

Robottitarraimissa modulaarisella rakenteella saavutetaan monia etuja ja sitä tulisi suosia. Moduulirakenteen etuna on, että standardoiduista osista pystytään rakentamaan rajattomasti erilaisia sovelluksia. Uniikit ja erikoiset ratkaisut ovat huonoja, sillä varaosien saatavuus ja huolto ovat huomattavasti hankalampia toteuttaa. Esimerkiksi kaikki Tünkersin valmistamat komponentit ovat rakenteeltaan modulaarisia. [6] Suunnittelussa tulee hyödyntää sallittuja standardikirjaston komponentteja. Polku standardikirjastoon löytyy liitteistä. [7]



Kuva 21. Modulaarisia EGT-komponentteja.

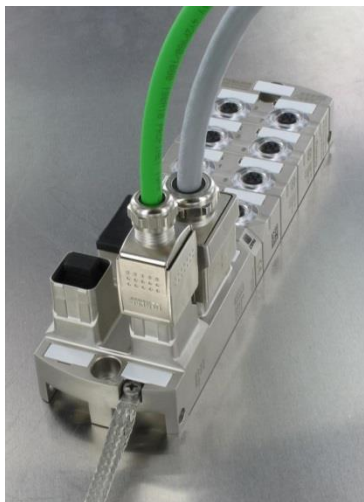
Modulaarisen rakenteen edut ja kustannussäästöt:

- Suunnittelu on helppoa valmiiden 3D -osakirjastojen avulla
- Standardiosat, joita voidaan hyödyntää jokaisessa tarttujassa
- Purettava ja koottava rakenne
- Nopea muokkaus/säätö
- Työkalujen helppo lisääminen tai siirtäminen
- Kolaritilanteessa rikkoutuneet osat on helppo vaihtaa
- Tarve varastoida vain keskeisimmät osat, jolloin varaston arvo on myös matala

Automaation suunnittelu

Sähkö- ja automaatiokomponentit

Tarttumat sisältävät paineilmatoisia toimilaitteita, joita ohjataan automaation avulla. Toimilaitteita ovat klampit, ohjaustappien työsylinterit ja imukupit. Tarttumiin on asennettu Murrelektronik I/O-moduuli, jota ohjataan robotin ohjausjärjestelmän kautta. Moduulit on yhdistetty robotin ohjausjärjestelmään työkaluvaihtajan läpi kulkevan Profinet-väylän kautta. I/O-moduulit vaativat 24 V DC:n käyttöjännitteen.



Kuva 22. Murr I/O-moduuli.

Murrelektronikin I/O-järjestelmien lähdöt ohjaavat toimilaitteita ja tuloihin kytketään osatunnistimet sekä klamppisylinterien takaisinkytkentätiedot. Sylinterien takaisinkytkentätieto tulee normaalisti klamppisylinterin sisäisistä antureista. Osatunnistinantureilla varmistetaan osan sijainti ja paikoitus. Osatunnistinanturit ovat induktiivisia ja niiden tunnistusetäisyys on 2-8mm, normaalisti anturit ovat sylinterinmallisia ja halkaisija on 18 mm. Antureiden valinnassa on otettava huomioon, että ne ovat hitsaushäiriöille immuuneja. Anturit sekä muut automaatioon liittyvät kaapelit ja liittimet ovat IFM:n komponentteja. [8] [9]



Kuva 23. IFM lähestymiskytkin.

Paineilmakomponentit

Paineilma komponenteissa käytetään Feston VSVA osia. Tarttujien paineilma tulee robotin mediapaneelilta robotin akseleiden ja työkaluvaihtajan läpi. Tarttujassa ilma liitetään venttiiliterminaalin pohjaan josta erillisohjatut venttiilit saavat käyttöpaineen. Lineaarisynterien ja klamppisynterien ohjaukseen käytetään 5/2 asentoisia bistabiileja sähkötoimisia venttiileitä. Imukuppien ejektorien ohjauksissa käytetään 2x2/2 monostabiileja venttiileitä.

Imukuppeina käytetään Schmalzin tuotteita. Ejektoreihin ohjataan venttiilin kautta paineilma, jolloin ejektori luo alipaineen piiriin joka on kytketty imukupille. Ulospuhallus ejektorin ohitse suoritetaan aina kun kappale vapautetaan imusta. Toimenpiteellä varmistetaan, että osa lähtee irti imukupista. Polku standardikirjastoon löytyy liitteistä, joka sisältää mm. Feston, IFM:n ja Murr'in osakirjastot. [7]



Kuva 24. Schmalz imukuppeja.

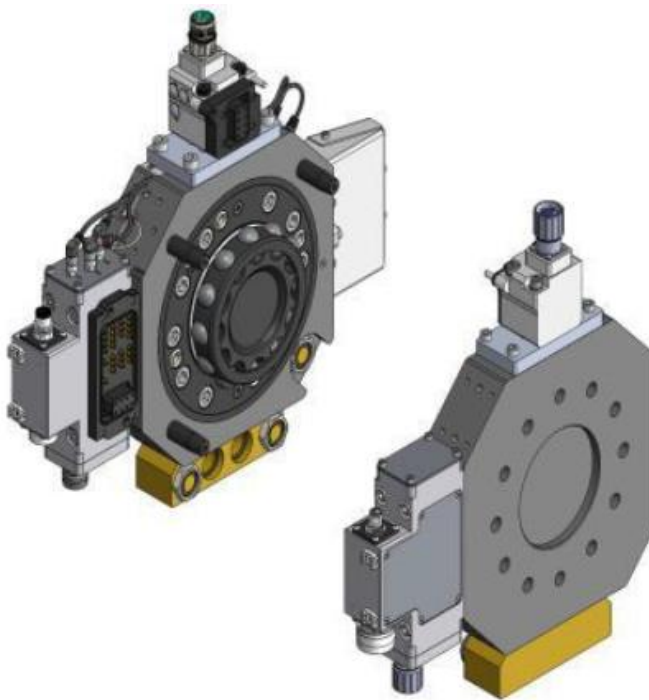
Venttiiliterminaalien kokoonpanon suunnittelussa tulee huomioida, että vähintään yhdelle venttiilille jätetään venttiiliterminaalien pohjalaatassa varaus mahdollisia muutoksia varten. Kaikkiin klampeihin sekä lineaarisylintereihin asennetaan vastusvastaventtiilit molempiin ohjaussuuntiin. Tällöin voidaan rajoittaa nopeutta ja tehoa sekä saadaan liikkeistä sulavia ja optimoituja.

Erityistä huomioitavaa automaatioasennuksissa on, että johdot ja letkut kiinnitetään tarttujan runkoon huolellisesti tarranauhalla niin, että ne eivät pääse takertumaan mihinkään. Tärkeää on myös huomioida, että I/O-moduulit tulee linkittää oikeassa järjestyksessä ja käyttää valmiskaapeleita moduulien välillä. Näin varmistetaan, että väylien maadoitukset ovat varmasti galvaanisessa yhteydessä toisiinsa jolloin toimintahäiriöiltä vältetään. Jokaiselle tarttujalle luodaan automaation osalta dokumentaatio, joka sisältää tarttujan kokoonpanokuvan toimilaitteineen, sähköiset kytkentäkaaviot, pneumatiikkakaaviot sekä komponenttiluettelon.

Työkalun vaihtolaipat

Tarttuja voi olla varustettu vaihtolaipalla, jolloin se pystytään irrottamaan äärimmäisen nopeasti ja laskemaan telineeseensä. Vaihtolaippa mahdollistaa robotin tehokkaamman käytön ja useammat työvaiheet samassa pisteessä. Robotti voi esimerkiksi suorittaa pistehitsauksen, jonka jälkeen se laskee pistehitsauspihdit telineeseensä ja vaihtaa kappaleenkäsittelytarttujan, jolla kappale siirretään seuraavalle asemalle. Tarttujan ja työkalun yhdistelmäsovellus on myös mahdollinen, mutta harvinaisempi toteutus. Tarttuja voi operoida myös kahdelta puolelta, jolloin molemmilla puolilla on omat klampit tartuntaa varten.

Vaihtolaippoina käytetään RSP:n valmistamia tuotteita. Käytössä on kahta eri mallia sekä uutta ja vanhaa mallisarjaa. Mallit ovat Material handling (MH) ja Spot Welding (SW). Suurimpana erona malleissa on, että hitsausmallin vaihtolaipassa kulkevat myös jäähdytysvedet. Uuden mallisarjan nimi on TC 480 ja vanhan TC 500. [10] [11]



Kuva 25. RSP TC480 työkalunvaihtaja.

Ohjausperiaatteet ja turvallisuus

Tarttuja on robotin ohjaama laite, josta komennot kulkevat väyläohjattuna Profinet-kaapelia pitkin I/O-moduulille.

Ohjattavat toimilaitteet ovat:

- Vaihtolaipat
- Klampit
- Imukupit
- Magneetit

Vaihtolaipan läpi kulkee jännite- ja väyläkaapelit sekä paineilma. Hätä-seis-tilanteet ja energiakatkokset luovat haasteita tarttujan rakenteen suunnittelulle. Olennainen osa vaihtolaipan on suunnittelua on, että se ei koskaan aukea väärään aikaan esimerkiksi työvaiheen aikana. Turvallisuussyistä laipat yhteen lukitsevat kuulat työntyvät jousivoimalla kiinni ja ne avataan paineilmalla. Liitos voi ainoastaan aueta, kun anturi on tunnistanut tarttujan olevan työkalutelineessään. Käsiteltävä kappale ei saa myöskään tippua tai liikkua missään vaiheessa prosessia. Tämä varmistetaan lukittuvilla klampeilla, jotka pystytään avaamaan vain paineilmalla tai työkaluilla. Tämän lisäksi ohjausvirran jännite on kytketty pois aina, kun kappaleen ei kuulu irrota. Jos klampin varren liike ei ole toteutunut ohjelman mukaan virta katkaistaan aikakatkaisuna.

Miehittämättömän tuotannon kannalta tarttujan (ja koko robottisolun) anturointi on välttämätöntä. Toiseen suuntaan kulkee tarttujalta tulevat anturitiedot, jolla tunnistetaan kappaleen sijainti. Alla listattuna anturien antamia tietoja, jotka kertovat esimerkiksi tartunnan tilanteen. Lisätietoa ohjausperiaatteista löytyy liitteenä olevasta automaation suunnitteluoppaasta. [8]

Tartunnan tarkistus:

- Onko tarrain tyhjä?
- Onko tarrain kiinni?
- Onko tarrain auki?
- Onko tarrain löytänyt kappaleen?
- Onko kappale mukana?

Simulointi

CAD-mallien ja layoutien valmistuttua aloitetaan simulointi. Simuloinnin avulla mallinnetaan robottien ja tarruttajien liikeradat robottisolussa ja varmistetaan toimivuus. Simuloinnin avulla pyritään välttämään valmiiden tarruttajien muutostöiden tarvetta, sillä siinä vaiheessa muutokset ovat huomattavasti kalliimpia. Etäohjelmointi on tullut yhä tärkeämmäksi, koska robotin ohjelmoiminen rakennusvaiheessa vie paljon tuotantoaikaa.

Simuloinnin etuja ovat:

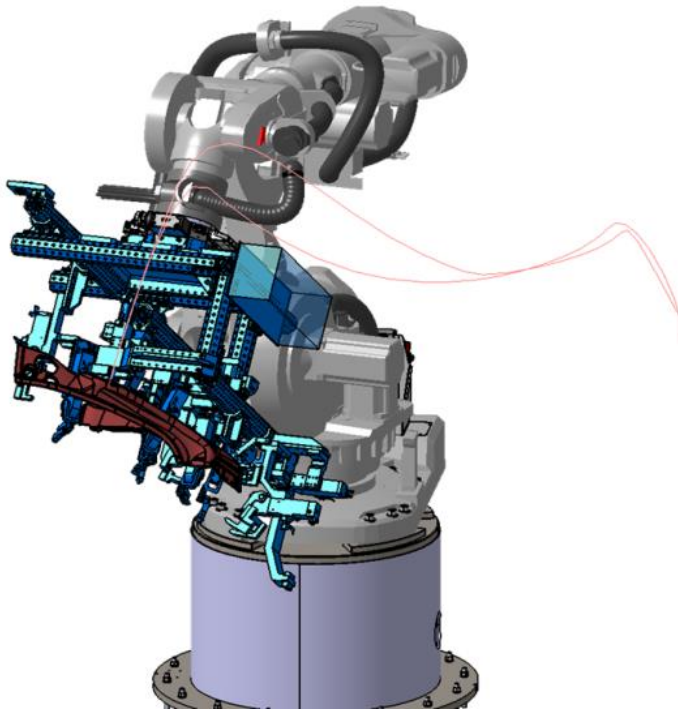
Edut

- Kustannussäästöt
- Riskien vähentäminen
- Nopeampi tuotannon aloitus
- Tehokkaampi prosessi

Simuloinnin avulla varmistutaan, että tarruttaja tavoittaa halutut pisteet ja sen suuntaukset ovat oikeat. Liikeradat määritellään myös niin, että tarruttaja ei missään tilanteessa osu esimerkiksi muihin robotteihin jotka tekevät työliikettään. Simulointi suoritetaan Delmian ohjelmistolla , jossa on kattavat säätömahdollisuudet. Kaikki tarruttajan käskyt ja liikkeet tapahtuvat robotin ja sitä ohjaavan controllerin kautta. Kappaleen poimintapisteen ja loppupisteen välille luodaan polku, jonka tulisi olla mahdollisimman suoraviivainen. Tarpeen mukaan luodaan välipisteitä, mutta niitä tulisi välttää suunnanmuutoksien aiheuttaman rasituksen takia. Näiden pisteiden lisäksi määritetään kotipiste ja huoltopiste, joissa on reilusti vapaata tilaa ympärillä. Simuloinnin lopussa suoritetaan ohjelmointi, jossa määritellään esimerkiksi nopeudet, leukojen avaukset ja pisteiden nimeäminen. Liitteenä linkki kattavaan ohjelmointistandardiin. [12]

Simulointiin vaadittavat alkutiedot:

- Robotin tiedot (Payload).
- Käsiteltävän osan tiedot.
- Layout data, eli kaikki robottisolun sisällä olevat laitteet.
- Anturidata ja turvallisuusvaatimukset (valoverhot).



Kuva 26. Tarttujan simulaatiomalli.

Muita huomioitavia asioita:

- Osaa lähestytään aina kohtisuorassa, jotta ohjaintapit osuvat reikiinsä.
- Kotipisteeksi valitaan asento, jossa robottia on helppo huoltaa.
- Työkalupiste (TCP) asetetaan yleensä olennaisimman ohjaintapin kärkeen tai klampin leukaan.
- Suosituksena on käyttää pehmeää joint-liikettä, kun ollaan kaukana kappaleesta ja muista esteistä. Suoraviivaista lineaariliikettä käytetään kun osaa tulee lähestyä tarkasti.

Suunnittelun dokumentointi

Piirrustukset

Tarttuja nimetään yleisesti Aseman ja robotin mukaan sekä nimen perään lisätään tarttujan numero.

Alkuun lisätään Daimlerin standardinumero. Esimerkiksi
VA_F58001003065400000000_200_R01_GR1

Jokaisella tarttujalla tulee olla oma tiedostokansio, joka sisältää seuraavat dokumentit:

- BOM (Bill of material)
 - Kaikki tarttujan osat eriteltyinä Excel tiedostoon.
- CAD
 - Catian 3D malli ja piirrustukset.
- DXF
 - Kaikki laserleikkeet.
- IGS
 - Kaikki koneistettavat osat.
- OP_SEQ
 - Tarttujan automaatio- ja sähkökaaviot sekä toimintakuvaus.
- Payload
 - Robotin akselien kuormitusraportti.
- PDF
 - Catian mallit muunnettuna kevyempään PDF muotoon.



Kuva 27. Payload kuormitustaulukko.

CE-dokumentatio ja turvallisuus

Jokaisesta PLC-alueesta tehtävä CE-dokumentti osoittaa, että valmistaja vakuuttaa tuotteen täyttävän sitä koskevat vaatimukset ja tarkastukset. Yhden logiikan takana voi olla maksimissaan 15 robotia, joten alue on melko laaja. Tarttujat ovat pieni osa PLC-aluetta, mutta ne täytyy myös sisällyttää vaatimustenmukaisuusvakuutukseen.



Kuva 28. CE-merkki.

CE-dokumenttiin sisältyvät tiedot:

- Vaatimustenmukaisuus vakuutus
- Riskianalyysi
- Käyttöohjeet
- Tekniset tiedot
- Safety layout
- Safety matrix

Tarttujen osalta keskeisiä asioita ovat turvallisuuteen ja riskinhallintaan liittyvät asiat. Mahdollisia riskejä ja ratkaisuja voivat olla esimerkiksi:

- Robotin toimintahäiriö, jolloin robotti törmää turva-aitaan
 - Robotin momenttiraja
- Käsiteltävä kappale irtoaa robotin tarttujasta energiansyötön katkettua
 - Turva-aidat, robottisolujen ovilukot, sylinterien mekaaninen lukitus
- Tarttuja irtoaa vaihtolaipasta
 - Turva-aidat, robottisolujen ovilukot, vaihtolaipan lukitus tapahtuu jousivoimalla, tarttujan paikannusanturit
- Huoltoon liittyvät riskit
 - Tarttujan tulee olla helposti huollettavassa asennossa ja ohjausvirrat eivät saa olla päällä

Kokoonpano ja asennukset

Materiaalihankinnat

Suunnittelun yhteydessä ja materiaalitarpeiden selvittyä aloitetaan materiaalien ostoprosessi. Suuremmissa projekteissa hankinnoista tehdään kilpailutus, jossa toimittaja valitaan keskitetysti. Tarttujen osat hankitaan yleensä ulkoisilta toimittajilta, mutta projektiryhmä voi päättää myös mitkä tarttumat ostetaan kokonaan koottuna alihankkijoilta. Linjarakentajat vastaavat omista materiaalihankinnoistaan. Välittäjänä toimiminen ei toimi, sillä se syö huomattavasti Valmet Automotiven resursseja. Tarjousvaihe tulee suorittaa riittävällä erittelyllä, jotta saadaan selville todellinen hintataso. Tarjouskyselyyn tulisi sisällyttää ainakin pienet, keskikokoiset, isot sekä geo-gripperit.

Toimittajan valintaan vaikuttavat erityisesti:

- Toimitusaika/toimittajan sijainti
- Joustavuus muutoksiin
- Hinta
- Tuotteen ominaisuudet/laatu
- Aikaisemmat kokemukset toimittajasta

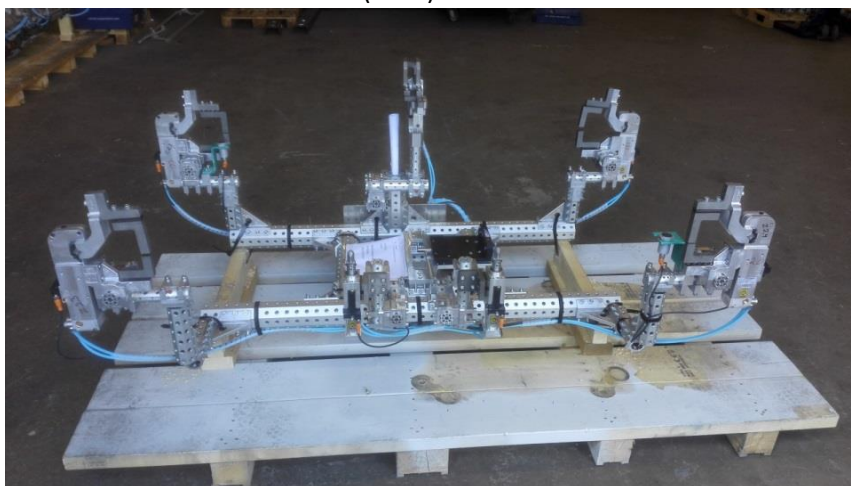
Päätökset tilauksista vahvistetaan kulloinkin käytössä olevan Valmet Automotiven ohjeistuksen mukaan.

Kokoonpano

Tarttujen kokoonpano noudattaa suunnittelussa käytettyjä linjauksia. Muutoksien teko kokoonpanovaiheessa ja sen jälkeen on huomattavasti haastavampaa ja kalliimpaa kuin suunnitteluvaiheessa. Tarttujen kokoonpanoa suunniteltaessa tulee varata asianmukaiset toimitilat ja resurssit. [13]

Kokoonpanon kannalta huomioitavia asioita:

- Kokoonpanossa yhden asentajan on järkevintä rakentaa yksi tarttuja kokonaan ilman keskeytyksiä
- Työn alla oleva kokoonpano tulee aina suorittaa loppuun asti inhimillisten virheiden välttämiseksi
- Akkutoimisten ruuvivääntimien käyttäminen lisää huomattavasti asennusmukavuutta ja nopeutta (myös paineilmoitimet ovat hyviä, mutta eivät yhtä käteviä)
- Niittimutterien oikeaoppinen kiinnitys tulee tarkastaa
- Kaikki pultit kiristetään oikeisiin momentteihin ja merkataan selkeästi.
- Klampit, anturit ja tartuntapintojen asetukset säädetään piirustuksissa mainittuihin nominaaliarvoihin
- Johtojen ja letkujen vetäminen on helpointa suorittaa, kun tarttujaa pystyy pyörittämään vapaasti tai sen ympäri pääse kulkemaan (kuva)
- Maadoituksessa I/O-moduulit tulee linkittää oikeassa järjestyksessä ja käyttää valmiskaapeleita moduulien välillä, jotta toimintahäiriöiltä vältytään
- Kaapelit ja letkut kiinnitetään jämsästi ja tiuhaan tarranauhalla. Tarpeen mukaan voidaan asentaa myös suojauspiraalia letkujen ympärille.
- I/O-moduulit ja PI-venttiilit merkitään alumiiniin kaiverretuilla kylteillä, jotka kiinnitetään popniiteillä. Kaapeleihin asennetaan kaapelimerkinnot (automaation suunnitteluohje [8]).
- Yksi henkilö on järkevää nimetä tarkastamaan kaikki tarttumat, jotta vastuhenkilö on aina selvillä
- Valmiit tarttumat pakataan yleensä trukkilavoille. Asianmukaisesta kiinnityksestä ja suojauksesta tulee varmistua (kuva)



Kuva 29. Valmis ja pakattu tarttuja. Tuenta pattingeilla ja kiinnitys vahvoilla nippusiteillä.

Kokoonpano jakautuu neljään kategoriaan:

- Runko
- Koneistetut tarrainosat
- Pneumatiikkajärjestelmä
- Sähkö- ja automaatiojärjestelmä



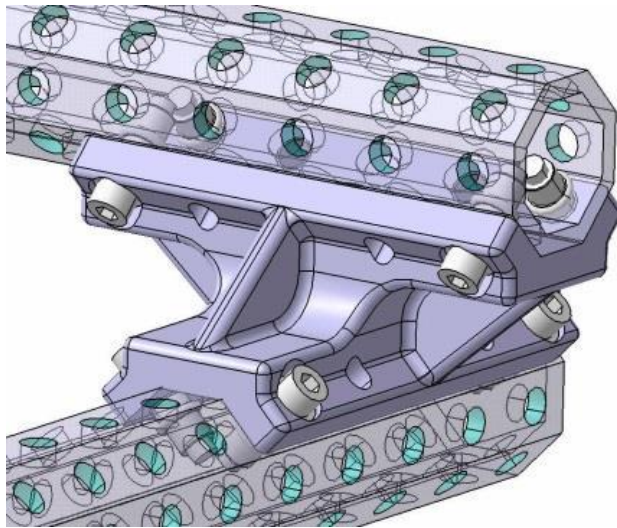
Kuva 30. Tarttujan varustelu on helpompaa telineessä.

Runko ja koneistetut osat

Runkojen kokoonpano on mielekkäintä suorittaa kapean pöydän päällä, jotta tarttujaa pystytään käsittelemään molemmilta puolilta ilman liikuttelua. Asennus onnistuu perinteisillä käsityökaluilla, mutta Euro-grippereissä irtokierteiden liittämiseen vaaditaan niittimutteripyssy. Asennusnopeutta – ja mukavuutta voidaan parantaa akku- tai paineilmatyökaluilla. Runkojen valmistuttua niiden liikuttelu on mielekkäintä hallinosturilla tai trukkilavoilla.

Euro-gripperit

Euro-grippereiden kokoaminen on kaikkein yksinkertaisinta. Modulaarisen rakenteen ansiosta kokoaminen on luontevaa, kun komponentit osuvat kohdalleen runkoprofiilien valmiisiin reikiin. Kahdeksankulmainen alumiiniprofiili määrittää automaattisesti käytettävän kulman. Tarttujien kokoonpano on helppoa, kun käytössä on tuotteen Catia-mallit ja tulostetut PDF-dokumentit. Kokoonpanotyö vaatii kuitenkin piirustustenlukutaitoa. Tarkemmat ohjeet löytyvät Daimlerin Euro-gripper-dokumentista.



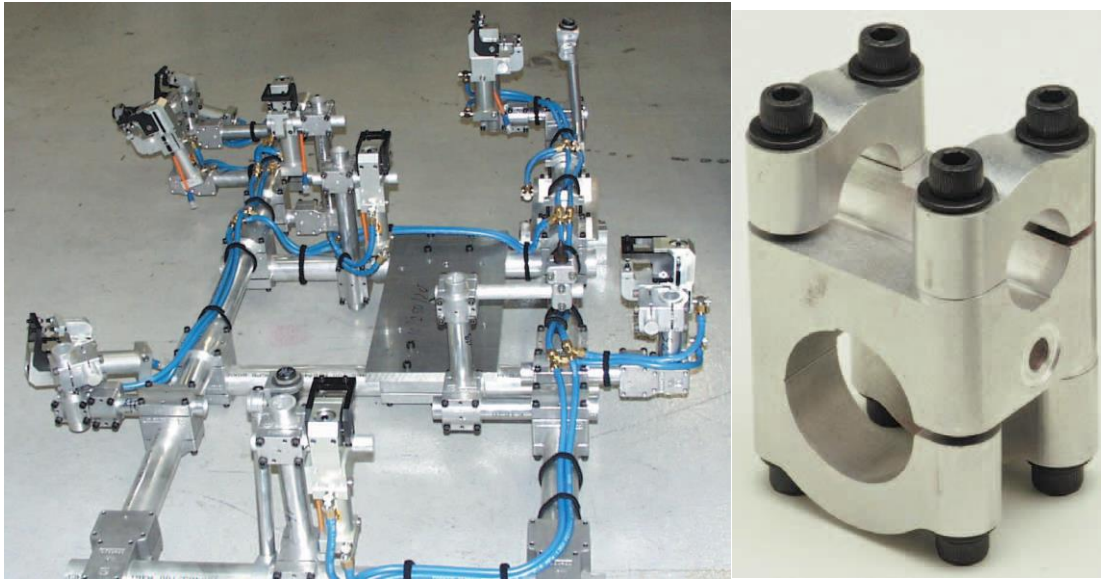
Kuva 31. EGT-osien asennus on yksinkertaista.



Kuva 32. Niittimutterien asennusohje ja käytettävä työkalu.

Tubular-gripperit

Tubular-gripperit valmistetaan nimensä mukaisesti pyöreistä alumiiniputkista. Kokoaminen tapahtuu myös modulaarisista komponenteista. Kiinnikkeiden kulmat tulee säätää manuaalisesti mittaamalla, joten se on huomattavasti työläämpää kuin Euro-grippereissä. Tubular-päärungon liitoksiin voidaan porata reiät, jotka tapitetaan rungon vahvistamiseksi. Ohjaintappeja ei saa kuitenkaan asentaa rungon ulompiin osiin, jotta rungon notkeus kolaritilanteessa säilyy. Kokoonpanovaiheessa tappeja voi kuitenkin käyttää työn helpottamiseksi.



Kuva 33. Esimerkki tubular-runkoisesta tarttujasta ja liitoskappaleesta.

Molemmissa edellä mainituissa runkotyypeissä samanlaiset osat saapuvat yleensä suurena eränä. Ongelmaksi muodostuu usein, se että kaikkia tarvittavia komponentteja ei ole saatavilla ja kesken-eräistä tuotantoa on paljon.

Teräsrakenteiset gripperit

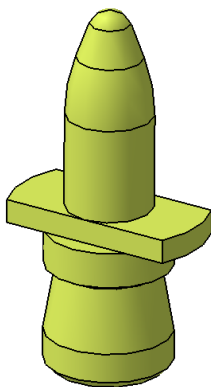
Teräsrakenteista valmistetut rungot valmistetaan yleensä mittatilaustyönä konepajoilla. Runkorakenteet hitsataan muotoonsa, joten niiden muokkaaminen myöhemmin on lähes mahdotonta. Myös yksilölliset koneistetut tarrainosat teetetään konepajoilla. Kuvissa esimerkkejä koneistetuista osista. Pienissä erissä ja muutostöissä käytetään yleensä Valmet Automotiven omaa konepajaa.



Kuva 34. Kokoonpanovaiheessa jokaisen tarttujan koneistetut osat ovat omalla lavallaan.

Ohjaintapit

Ohjaintapit keskittävät ja ohjaavat kappaleen kohdalleen. Valmistus tapahtuu useimmiten konepajoissa. Ohjaintappien materiaalina käytetään normaalisti CrMo4-terästä ja ne karkaistetaan kaasu- tai mustanitraamalla. Alumiinikappaleita käsiteltäessä tulee käyttää ehdottomasti volframikarbidipinnoitusta, sillä normaali pinnoitus ei kestä ja materiaalia tarttuu alumiiniosasta ohjaintappiin. Keraamisten tappien kulutuskestävyys on paras, mutta niitä ei suositella käytettävän kalliin hinnan ja hauraan rakenteen takia.



Kuva 35. Esimerkki ohjaintapista.

Normaali ohjaintappi valmistetaan MOC:ista (42 CrMo4) ja karkaistetaan musta- tai kaasunitraamalla. Ohjaintapin volframikarbidipinnoitus sisältää karkaisun, kiillotuksen ja pinnoituksen.

valmet automotive

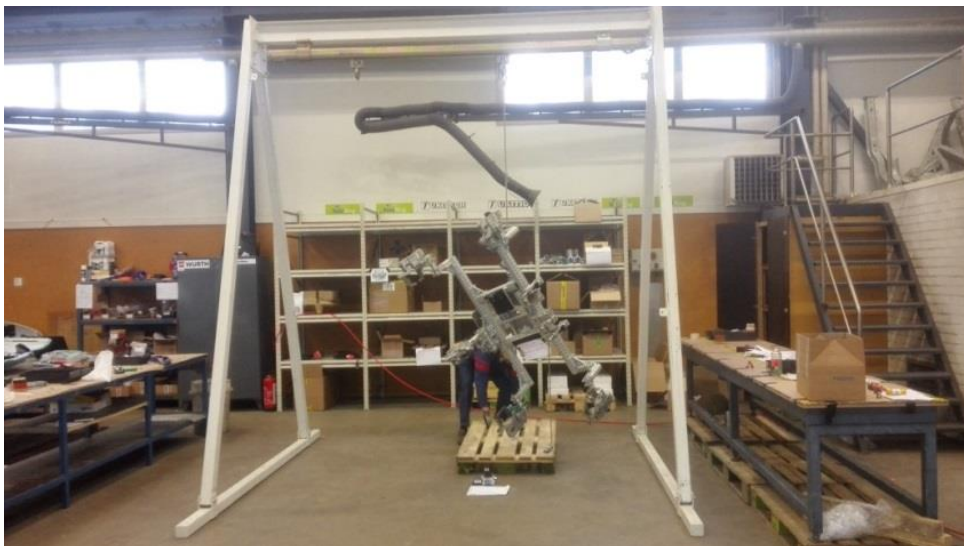
Pneumatiikka- ja automaatiojärjestelmä

Tarttujan toimilaitteita ohjataan paineilmalla. Toimilaitteita ovat clampit, ohjaustappien työsylinterit ja imukupit. Käytössä olevat klampit ja työsylinterit ovat Tünkersin valmistamia. Aukeamiskulmat säädetään mekaanisesti kohteen mukaan. Klamppeihin ruuvataan vastusvastaventtiilit, jotka rajoittavat nopeutta ja tehoa. Näiden avulla liikkeistä saadaan sulavia ja optimoituja.



Kuva 36. Tünkersin valmistama klamppisylinteri

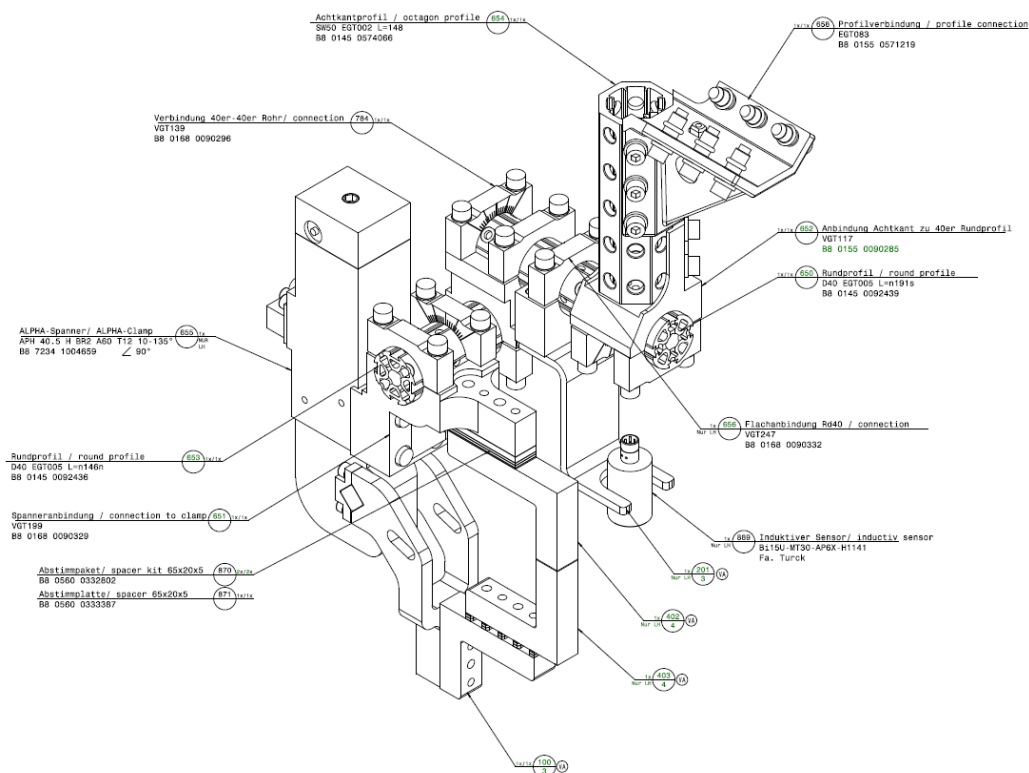
Paineilmakomponenteissa käytetään Feston VSVA-osia. Imukuppiratkaisuissa käytetään Schmalzin tuotteita. Huomioitavaa on, että johdot ja letkut kiinnitetään runkoon huolellisesti tarranuhalla niin, että ne eivät pääse takertumaan mihinkään. Murrelektronikin I/O-järjestelmät ohjaavat toimilaitteita ja antureita. Maadoituksessa I/O-moduulit tulee linkittää oikeassa järjestyksessä ja käyttää valmiskaapeleita moduulien välillä, jotta toimintahäiriöiltä vältytään. Sensorikaapeleista noin 90% on yleensä suoralla liittimellä ja loput 90 asteen kulmalla. Suureen osaan tarttujista 2,5m valmiskaapelit riittävät hyvin. Induktiiviset anturit tulee säätää 4-8mm tunnistusetäisyydelle kappaleesta. Anturit ovat yleensä induktiivisia ja niiden käyttöetäisyys on 2-8mm.



Kuva 37. Tarttujaa on helppo varustella ketjun varassa. Sivuilla näkyy kapeat asennuspöydät.

Projektinhallinta

- BOM-listojen oikeellisuus tulee tarkastaa ennen tilausten tekoa.
- Saapuneiden osien lähetykset tulee tarkastaa välittömästi virheiden varalta.
- Tilauksia tehdessä pyritään kokoamaan mahdollisimman suuri erä kulujen vähentämiseksi.
- Osien tilaaminen tulee suorittaa välittömästi tarpeiden selvittyä, sillä pahimmillaan toimitusajat saattavat olla jopa 18 viikkoa.
- Kaikki tarttujien osat on pyrittävä saamaan kerralla (vähentää keskeneräisen työn määrää).
- Jokainen tarttuja sekä varastossa olevat osat tulee merkata selkeästi.
- Saman tarttujan osat on järkevää säilyttää samalla lavalla.
- Asianmukaisista merkkauksista tulee huolehtia (I/O-moduulit, venttiilit ja kaapelimerkit).
- Shimmilevyjä, niittimuttereita ym. tilattava paljon ylimääräisiä (Muutokset malleissa ja toimitukset ovat hitaita).
- Asentajille tulee jakaa riittävän tarkat PDF kokoamisohjeet sekä sähkö- ja pneumatiikkakaaviot. Lisäksi heidän käytössään tulisi olla ainakin yksi Catia-lisenssillä varustettu kannettava tietokone.



Kuva 38. Esimerkki osakokoonpanosta PDF-muodossa.

valmet automotive

Liittäminen prosessiin

Kokoonpanovaiheessa tulee varmistaa, että kaikki tarvittavat osat on asennettu, sillä myöhemmin ne unohtuvat erittäin helposti ja aiheuttavat ongelmia tuotannon käynnistymisessä. Kun tarttujat ovat täysin valmistuneet, ne kuljetetaan kohteeseensa. Aluksi ne nostetaan työkalutelineeseensä, jos kyseessä on vaihtolaipallinen malli. Kevyempien tarttujen nosto onnistuu käsivoimin, kun mukana on muutama kantaja. Suuremmissa nostoissa käytetään esimerkiksi trukkia tai muita nostoapuvälineitä. Kiinteät tarttujat viedään yleensä robotin läheisyyteen, josta ne poimitaan mukaan.

Seuraavaksi robotti ajetaan tarttujan laippaan ja se lukitaan kiinni. I/O-moduuleihin otetaan yhteys Profinet Configurator -ohjelmalla, jossa määritellään tarttujan pisteet ja opetetaan työkalun vaihdot. Valmisteluprosessiin kuuluu noin 30 minuuttia, minkä jälkeen voidaan aloittaa ohjelmointi. Aluksi simuloitu rata ajetaan varovasti läpi, minkä jälkeen tehdään tarvittavat säädöt. Liikerata on valmis, kun tarttuja suorittaa kaikki suunnitellut liikkeet ja työvaiheet. Myöhemmin ratoja voidaan ohjelmoida nopeammiksi ja sulavammiksi, jotta tahtiaikaa saataisiin lyhennettyä.

Rungon jokaiseen liitoksen asento tulee merkitä selkeästi tussilla, jotta kolaritilanteessa alkuperäisten asetusten palauttaminen on helpompaa.

Huolto

Hitsaamon kunnossapito vastaa yhteistyössä prosessinhoitajien kanssa Valmet Automotiven korihitsaamon tarttujen toiminnasta, huolloista ja korjauksista. Kunnossapidon osalta mukana on usein mekaanisen puolen, automaation ja ohjelmoinnin ammattilaisia. Hitsaamon kunnossapidon verstaas ja robottien testisolut sijaitsevat GLC:n ja A-sarjan tuotantolinjojen välissä.

Tarttumat suunnitellaan mahdollisimman huoltovapaiksi. Varaosien ja huollon kannalta paras tilanne olisi rakentaa kaikki tarttumat samoista standardiosista. Samaan tuoteperheeseen kuuluvat osat vähentävät inhimillisten virheiden määrää asennuksissa ja järjestelmä on huomattavasti yksinkertaisempi. Tällä hetkellä runko-osien osalta GLC:n korihitsaamossa on käytetty ainoastaan Euro-Gripper-komponentteja. Vanhassa A-sarjan korihitsaamossa on käytetty pääosin pyöreitä Tubular-runkokomponentteja, joita hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan myös D3-projektissa.

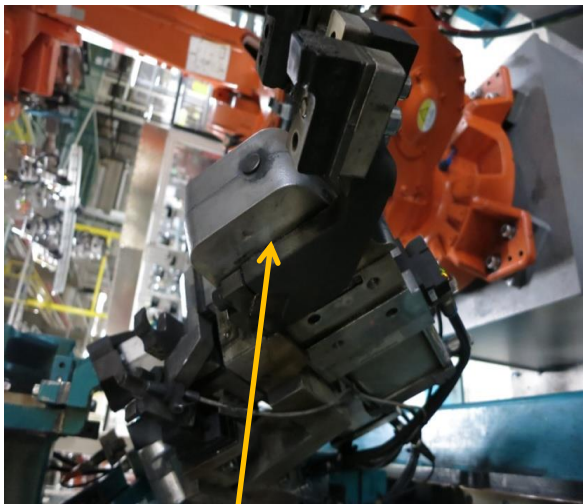
Käyttö ja päivittäinen huolto

Tarttumat ovat täysin automaattisesti toimivia robotin työkaluja, joten niiden käyttö ei vaadi erikoisosaamista. Tarttujen yleistä kuntoa ja puhtautta tulee kuitenkin tarkkailla päivittäin. Alla esitettyä tiimihuolto-ohjetta, jonka jokainen operaattori pystyy suorittamaan. Kyseinen huolto tulee suorittaa vähintään kerran päivässä, mutta tarvittaessa useamminkin.

Tarttujan puhdistus ja tarkastus

Tiimihuolto-ohje

– Puhdista tarttujan ohjauspinnat, ohjaustapit, jigien vastapinnat, klampit sekä anturit hitsausroiskeista, pölyistä, öljyistä ja liimajäämistä.



Puhdista roiskeet klampin rungosta ja vivusta jumiutumisen välttämiseksi



Puhdista ja tarkasta tarttujan klampit, ohjainpinnat ja ohjaintapit. Jos ohjaimissa tai tappeissa on huomautettavaa, ota yhteys kunnossani-



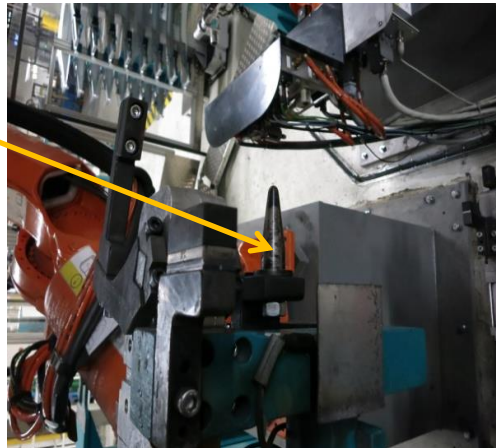
© Valmet Automotive

Tarttujan puhdistus ja tarkastus

Puhdista imukupit rätillä / käsienpesupyyhkeellä. Tarkasta tarttujan rakenne kevyesti ravistaen runkoa, jos selkeää löysyyttä tuntuu, ota yhteys kunnossapitoon. Puhdista tarttujan runko mahdollisuuksien mukaan ja turvallisuusmääräyksiä noudattaen.



Tarkasta ja voitele **kevyesti** ohjaustapit Anticorit RP 4107 LV -öljyllä. Jos tapit heiluvat tai tuntuvat kulu-neilta kynnellä tarkas-taessa, ota yhteys kunnossapitoon.



© Valmet Automotive

Tarttujan puhdistus ja tarkastus

Yleinen kunnon tarkastus:

- Letkujen kunnon tarkastus.
- Rakenteiden kulumien ja murtumien tarkastus.
- Tarkasta rajojen, liittimien, kaapelien ja vedonpoistajien kunto.
- Vaihtolaipan venttiilien toiminnan tarkastus.
- Huolto tehdään tiimihuoltokalenterin mukaisella jaksotuksella.

Työkalut ja tarvikkeet:

-Puhdistus:

- Metallilasta, rätти / käsienpesupyyhe ja 40-50mm leveä pensseli
- Würth Puhdistusspray HD, Würth Pro Clean (muovisille ohjauspinoille vain kevyesti)

-Voitelu:

- Anticorit RP 4107 LV -öljy, rätти

Tarttujan puhdistus ja tarkastus

Huollon tarkoitus:

-Tiimihuollon tarkoituksena on parantaa laitteiden toimintavarmuutta ja ylläpitää tuotantokykyä.

Raportointi:

-Raportoi mahdolliset havaitut poikkeamat hitsaamon kunnossapitoon.

-Kuittaa tehty huolto kunnossapitojärjestelmään.

Työturvallisuus:

-Työ toteutetaan turvallisia työtapoja ja työturvallisuudesta säädettyjä toimintaohjeita ja sääntöjä noudattaen.

Ympäristö:

-Työstä aiheutuvat haitat ympäristölle tulee minimoida.

-Huollossa käytetään hyväksytyjä kemikaaleja ja lajitellaan työssä mahdollisesti syntyvä jäte asianmukaisesti keräyspisteisiin.

Häiriötilanteet

Välillä tarttujiin tulee häiriöitä, jotka tulee korjata mahdollisimman nopeasti tuotantotahdin säilyttämiseksi. Varsinkin uuden tuotantomallin alkaessa ongelmia esiintyy eniten, kun tuotannossa haetaan optimaalisia laitteiden asetuksia. Häiriöitä aiheuttavat myös huonosti ladatut tai tyhjiksi ladatut makasiinit, mutta nämä häiriöt pystyy kuittaamaan myös robottisolun operaattori. Toisaalta ajan saatossa komponentit kuluvat mekaanisen rasituksen, kulumisen ja esimerkiksi hitsausroiskeiden vaikutuksesta.

Yleisimmät tarttujen häiriöt:

- Sähkö- ja automaatiohäiriöt
 - Kaapelit, paineilmaletkut ja signaalikaapelit vioittuvat tai jopa katkeavat mekaanisen kulumisen seurauksena
 - I/O-moduulien toimintahäiriöt, jotka johtuvat huonoista liitoksista tai maadoituksesta
 - Vaihtolaippojen kontaktihäiriöt. Korjaantuvat usein kontaktipintojen puhdistuksella
- Rajakytkimet
 - Induktiiviset anturit menettävät tehoaan ajan myötä ja eivät tunnista kappaleita, mikä johtaa prosessin keskeytymiseen. Anturit tulee asentaa irti kappaleesta, jotta niihin ei kohdistu mekaanista rasitusta. Myös hitsausroiskeet vaurioittavat rajakytkimiä.
- Toimilaitteiden häiriöt
 - Imukupit eivät toimi. Vika saattaa johtua imukupin fyysisestä kulumisesta, ejektorin häiriöstä tai ulkoisista tekijöistä kuten pölystä ja rasvasta kappaleen pinnalla.
 - Harvoin myös klamppien rajakytkimien toiminnassa saattaa ilmetä ongelmia. Robottin työvaihe katkaistaan, jos klampin varsi ei ole pystynyt liikkumaan haluttuun pisteeseen
- Ohjainpinnat
 - Erittäin harvoin tarttujen ohjaintapit katkeavat tai ne kuluvat liikaa
 - Myös muut ohjainpinnat kuluvat mekaanisen rasituksen seurauksena

valmet automotive

Kolaritilanteet

Valitettavasti ajoittain tapahtuu kolaritilanteita, missä robotti ajaa päin turva-aitaa, toista robottia tai työkalua ym. Ylösajovaiheessa uudet ohjelmat vaativat hiomista. Suurin osa kolareista tapahtuu käsiajolla ajaessa ja uutta ohjelmaa testatessa. Myös erikoistilanteiden puutteellinen simulointi tai osan väärä asettelu aiheuttavat törmäyksiä. Törmäyksen jälkeen tulee selvittää aiheutuneet vahingot ja korjata tarttuja toimintakuntoiseksi mahdollisimman nopeasti. Kolaroitu tarttuja ei pysty suorittamaan tehtäväänsä, joten kyseinen solu aiheuttaa tuotannon viivästymistä.

Normaalisti tarttujan korjaaminen vie suunnilleen 15-90 minuuttia. Kokemusten mukaan Euro-grippereiden rungon liitokappaleet murtuvat törmäyksessä, mutta ne on nopea vaihtaa uusiin ja asemoinnit säilyvät alkuperäisinä. Pyöreäputkisten tarttujen törmäyksessä runkoputket taipuvat helpommin, mutta liitoskomponentit pyörähtävät putken ympärillä. Kulmien ja asemointien kohdistus vie huomattavasti (yli puolet) enemmän aikaa verrattuna Euro-grippereihin.

Korjaus

Tarttujan korjaus on pitkälti mekaanisten vaurioiden korjaamista ja asetusten säätöä. Korjauksen apuvälineenä käytetään master part -osaa, johon on merkitty oikeat kiinnityspisteiden sijainnit sekä esimerkiksi liimasauman sijainti. Master part -osaan on myös merkitty switch point -alueet, jotka toimivat liimamäärän mittausalueina. Korjaaminen ei vaadi erikoistyökaluja, vaan yleensä käsityökalut riittävät.



Kuva 39. Master part -osat, joihin on merkitty liimauksen sijainnit.

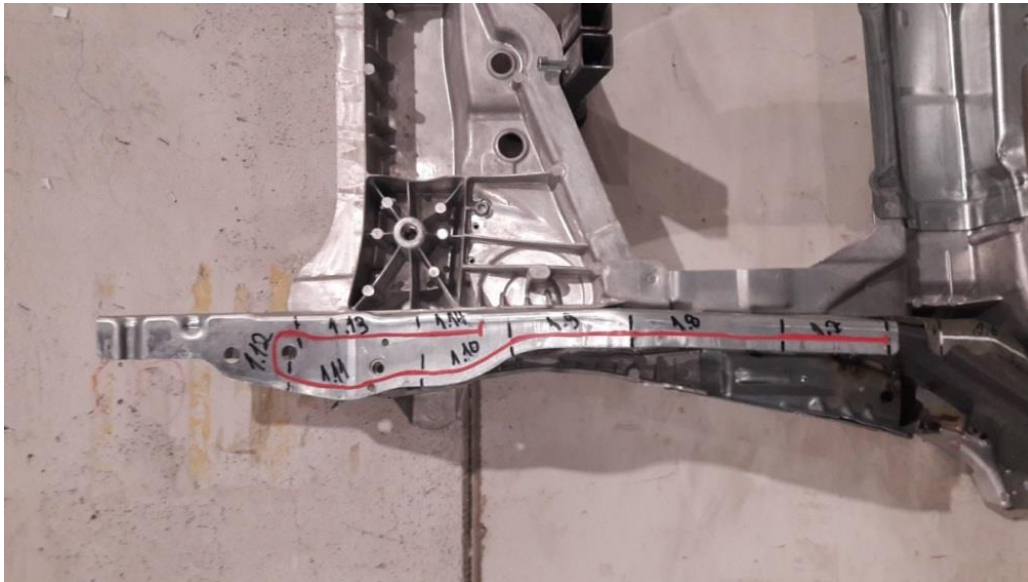
Varatarttujia ei ole käytössä, joten ainoastaan vaurioituneet osat vaihdetaan uusiin. Varaosat sijaitsevat Hitsaamon kunnossapidon verstaalla. Tarttujan kalibrointijigistä on keskusteltu, mutta ainakin toistaiseksi kohdistus hoidetaan master part -osan avulla.

valmet automotive

Jokaisella asemalla on karkea ohjaintappien kalibrointipiste, jolla varmistetaan tehtyjen muutosten virheettömyys ennen kappaleeseen tarttumista. Kalibrointipiste sijaitsee usein esimerkiksi työkalutolpan jalassa, johon on sijoitettu ruuvattavat kohdistustapit. Kalibrointivaiheessa ohjelma kulkee kohdistuspisteen kautta, jolloin nähdään ovatko korjaukset onnistuneet.

Korjaustoimenpiteet:

- Vahinkojen kartoitus. Ennen robottisoluun menemistä oveen tulee kiinnittää lukko!
- Tarvittavien varaosien etsiminen.
- Vaurioituneiden osien vaihtaminen uusiin.
- Kiinnityspisteiden kohdistus master part -osan avulla.
- Ohjelmoinnin kalibrointikierrös, jossa robotti suorittaa myös ohjaintappien kohdistuksen.
- Solun vika-ilmoitusten kuittaus ja tuotannon käynnistys.



Kuva 40. Master part -osa, jossa näkyy myös liimauksen switch point -pisteet

valmet automotive

Ennakoiva huolto

Tarttujat tulee käydä läpi noin neljän viikon välein. Ennakoivalla huollolla varmistetaan virheetön toiminta ja vältetään turhat tuotannon keskeytykset. Huollossa tarkastetaan ja puhdistetaan vaaditut kohteet sekä vaihdetaan tarvittaessa kuluneet tai vialliset osat uusiin. Alla esitettynä Artturi-tietokannasta löytyvä Valmet Automotiven käyttämä tarttujien huolto-ohje.

TARTTUJIEN HUOLTO-OHJE

- * PUHDISTA TARTTUJA YLIMÄÄRÄISISTÄ ROSKISTA, LIIMAJÄÄMISTÄ JNE..
- * TARKASTA KIINNITYKSET JA LIITOSTEN KIREYDET.
- * TARKASTA OHJAUSPINNAT JA TAPIT, KIRISTÄ, VAIHDA LIIAKSI KULUNEET.
- * TARKASTA PI-SYLINTERIT, KIINNITTIMET, PAINIMET, SÄÄDÄ / VAIHDA TARVITTAESSA.
- * PUHDISTA HUOLELLISESTI IMUKUPIT JA MAGNEETTITARRAIMET.
- * TARKASTA TARRAINMAGNEETTIEN TOIMINTA
- * TARKASTA PAINEILMALAITTEIDEN TIIVEYS JA KIINNITYKSET, VAIHDA KULUNEET LETKUT TAI LIITTIMET.
- * TARKASTA RAJA-ANTUREIDEN JA OSATUNNISTIMEN, MERKINTÖJEN, LIITTIMIEN, VÄYLÄYKSIKÖIDEN JA KAAPELEIDEN KUNTO. VAIHDA TARVITTAESSA.
- * TARKASTA MAHDOLLISET LAAKERIT JA LIUKUKISKOT, VOITELE TARVITTAESSA.
- * TAKASTA ETTÄ TARTTUJAN KAIKISSA LIITOKSISSA ON MERKINNÄT.
- * MIKÄLI MERKINNÄT PUUTTUVAT, TEE MERKINNÄT TAI TEE MERKINTÖJEN TEKEMISESTÄ TYÖTILAUS.

=> SUORITA KOEAJO, JOS MAHDOLLISTA.

HUOLLON TARKOITUS:

ENNAKKOHUOLLON TARKOITUKSENA ON PARANTAA LAITTEIDEN TOIMINTAVARMUUTTA JA YLLÄPITÄÄ TUOTANTOKYKYÄ.

TYÖTURVALLISUUS:

TYÖ TOTEUTETAAN TURVALLISIA TYÖTAPOJA JA TYÖTURVALLISUUDESTA SÄÄDETTYJÄ TOIMINTAOHJEITA JA SÄÄNTÖJÄ NOUDATTEN.

YMPÄRISTÖ:

TYÖSTÄ AIHEUTUVAT HAITAT YMPÄRISTÖLLE TULEE MINIMOIDA. HUOLLOSSA KÄYTETÄÄN HYVÄKSYTTYJÄ KEMIKAALEJA JA LAJITELLAAN TYÖSSÄ MAHDOLLISESTI SYNTYVÄ JÄTE ASIAMUKAISIIN KERÄYSPISTEISIIN.

Uusiokäyttö

Monien laitteiden elinkaari kestää huomattavasti kauemmin, kuin yhden mallisarjan ajan. Uusiokäyttö on erittäin ajankohtainen aihe, sillä D3 projektien keskeinen linjaus on hyödyntää mahdollisimman paljon aikaisemmassa tuotannossa käytettyjä osia. Materiaalien määrää vähennetään laiteinvestoinnein, tuotannonohjausta kehittämällä sekä henkilöstöä kouluttamalla. Valmet Automotivella on käytössään ISO 14001 ympäristöjohtamisjärjestelmä. Uusiokäyttö tukee Valmet Automotiven linjaa ympäristöystävällisenä toimijana ja sen avulla voidaan saavuttaa myös taloudellisia säästöjä. [14]

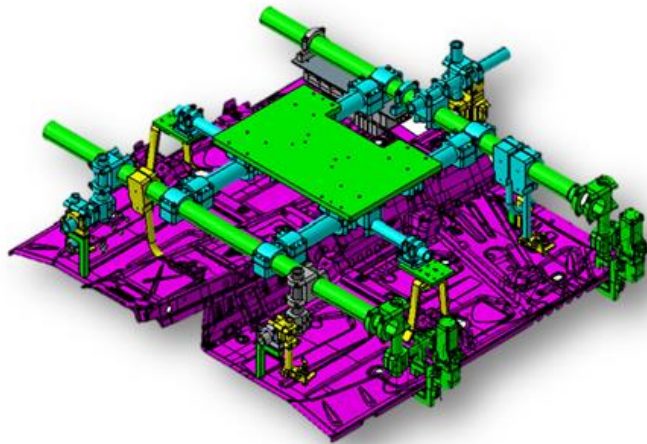
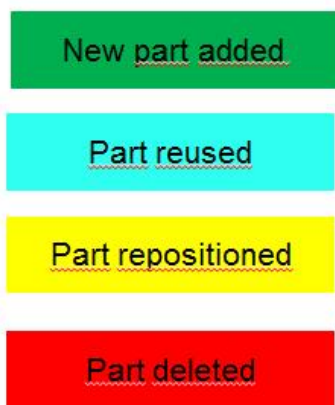
Käytettyjen laitteiden ja osien käyttäminen uusien tuotantolinjojen rakentamisessa on kuitenkin haastavaa ja siihen liittyy paljon riskejä. Alla listattuna uusiokäytön hyviä ja huonoja puolia:

Edut	Haitat
<ul style="list-style-type: none"> • Uusiokäyttö tukee Valmet Automotiven linjauksia • Taloudelliset säästöt • Toimivien laitteiden hyödyntäminen on järkevää • Tietyissä tapuksissa gripperi pystytään hyödyntämään jopa suoraan uuteen tuotantoon • Standardikomponenttien käyttö 	<ul style="list-style-type: none"> • Kustannusten arviointi ja tarjoupyyntöjen antaminen on erittäin haastavaa (linjarakentajat saattavat laskea hinnat uusien laitteiden mukaan) • Linjatoimittajien vastuukysymykset? • Vanhojen osien purkaminen, putsaus ja kunnostus voi olla kalliimpaa kuin uusien ostaminen • Laitteiden mallit saattavat olla muuttuneet • Useat eri merkit ja mallit vaikeuttavat kunnossapitoa • Uusissa komponenteiteissa saattaa olla huomattavia parannuksia • Käytetyt osat hajoavat tuotannossa nopeammin kuin uudet • Selvittelytyöhön ja epäselvyyksiin kuluu huomattavasti resursseja • Käytettyjen osien käyttäminen on haastavampaa ja vie enemmän aikaa • Purkuvaiheessa laitteet ovat herkkiä lialle.

Osien hyödyntäminen

Olemassa olevien komponenttien määrä pystytään selvittämään esimerkiksi aikaisempien projektien dokumentaatiosta. Tilauslistat ja suunnittelussa käytettyjen osien listaus antavat hyvät tiedot käytössä olevista komponenteista. Huomioitavaa on, että aikaisempien projektin aikaiset piirustukset saattavat poiketa todellisuudesta.

Valmiiden tarttujen hyödyntäminen suoraan uuden mallin tuotantolinjaan saattaa onnistua, jos auton rakenteet ovat hyvin lähellä toisiaan. Harvinaisista ja vanhentuneista osista tulee luopua. Muutoksia tulee kuitenkin aina, joten ne mallinnetaan ja osat värikoodataan. Uudet osat merkitään vihreällä, uudelleenkäytettävät sinisellä, uudelleen sijoitetut keltaisella ja tarpeettomat punaisella. [15]



Kuva 41. Osien värikoodaus mallinnuksessa.

Kuntokartoitus

Kun käytettävissä olevat osat on selvitetty, on aika tehdä kuntokartoitus. Järkevästi hyödynnettävien osien määrä saattaa olla vaikea määrittellä. Hyödyntämistä tulee harkita todella tarkkaan, jos laitteen huoltaminen vaatii muuta kuin puhdistuksen.

Käytettyjen osien yleisimmät ongelmat:

- Hitsausroiskeet ja niiden aiheuttamat vahingot
- Liiman aiheuttamat ongelmat
- Vääntyneet runkoputket
- Vaurioituneet rungongon komponentit
- Vaurioituneet kiertteet osassa
- Vääntyneet anturipidikkeet
- Kuluneet vastinpinnat, ohjaintapit ym.
- Epäpuhtaudet venttiileissä ja muissa paineilman komponenteissa
- Muut vauriot ja normaali kuluminen ym.

Lähtökohtaisesti suurin osa komponenteista voidaan käyttää uudelleen, jos ne ovat toimineet aikaisemmassa tuotannossa.

Uudelleenkäytettävät osat:

- Runkoputket
- Rungongon komponentit
- Klampit
- I/O-moduulit (jos vaatimukset täyttyvät)
- Venttiilit
- Paineilma
- Vaihtolaipat (jos vaatimukset täyttyvät)

Osat, joita ei käytetä uudelleen:

- Koneistetut osat (muodot ovat lähes aina uniikkeja)
- Johdot ja letkut
- Anturit

valmet automotive

Uuden ja vanhan liittäminen

Osien uusiokäytön myötä syntyy tarttuvia, jotka sisältävät uusia ja vanhoja osia. Näiden yhdistäminen keskenään ei pitäisi tuottaa ongelmia, kun käytetään yhteensopivia ja samanlaisia komponentteja. Kokoonpanovaiheessa on kuitenkin järkevää merkata uudet osat tulevaisuuden kunnossapidon helpottamiseksi.

Ylimääräisten osien varastointi

Rakennusvaiheessa osia tulee aina jäädä yli, mutta ne pystytään hyödyntämään kunnossapidossa. Ylimääräiset osat listataan ja ne varastoidaan kunnossapidon toimesta. Suuremmat tarvikkeet, kuten alumiiniset runkoprofiilit varastoidaan konepajan osoittamiin tiloihin.

Käytöstäpoisto

Elinkaarensa lopussa laitteet ja osat tulee hävittää asianmukaisesti. Tarttujen osalta tämä tarkoittaa lähinnä materiaalin kierrättämistä. Tarttujista tulee purkaa ainakin ne osat, jotka menevät eri kierrätyspisteisiin.

Runkorakenteet on lähes poikkeuksetta rakennettu alumiinista, jolle on oma kierrätyslinjansa. Loput osat menevät pitkälti normaaliin metallinkierrätykseen. Sähkölaitteet tulee viedä SER (sähkö- ja elektroniikkalaiteromu) –kierrätykseen.

Lähteet

Kuvaluettelo

Kuva 1. Valmet Automotiven A-sarjan korihitsaamo.	5
Kuva 2. Esimerkki GLC-korihitsaamon tarttujasta (215R01GR1).	6
Kuva 3. Suuri alustalinjan tarttuja.	7
Kuva 4. Tarttuvat tuotantoprosessissa GLC-korihitsaamon alustalinjalla.	7
Kuva 5. Koordinaattiakselin sijainti ja suunnat saattavat vaihdella autonvalmistajan mukaan.	10
Kuva 6. Osan kohdistusperiaate.	11
Kuva 7. Koneistettuja tarrainosia luukkusolussa.	11
Kuva 8. Käsiteltävä kappale voi olla esimerkiksi auton alusta.	12
Kuva 9. Tarttujan rakenteellinen jaottelu.	14
Kuva 10. Takaosan alikokoonpanon materiaalinkäsittelytarrain.	15
Kuva 11. Korilinjan geometrinen tarttuja.	16
Kuva 12. Harvinaisempi kolmisorminen keskittävä tarrain.	18
Kuva 13. Kattoluukun käsittelyssä käytettävä imukuppitarrain.	19
Kuva 14. Schmalz SGM 30 sähkömagneetti.	20
Kuva 15. Tubular-osista valmistettu tarttuja.	22
Kuva 16. Tubular-komponentteja.	22
Kuva 17. EGT-komponentteja.	23
Kuva 18. Suuri tarttuja, jonka runko on osittain valmistettu teräksestä.	24
Kuva 19. Modulaarisia EGT-komponentteja.	25
Kuva 20. Murr I/O-moduuli.	26
Kuva 21. IFM lähestymiskytkin.	26
Kuva 22. Schmalz imukuppeja.	27
Kuva 23. RSP TC480 työkalunvaihtaja.	28
Kuva 24. Tarttujan simulaatiomalli.	31
Kuva 25. Payload kuormitustaulukko.	32
Kuva 26. CE-merkki.	33
Kuva 27. Valmis ja pakattu tarttuja. Tuenta pattingeilla ja kiinnitys vahvoilla nippusiteillä.	35
Kuva 28. Tarttujan varustelu on helpompaa telineessä.	36
Kuva 29. EGT-osien asennus on yksinkertaista.	37
Kuva 30. Niittimutterien asennusohje ja käytettävä työkalu.	37
Kuva 31. Esimerkki tubular-runkoisesta tarttujasta ja liitoskappaleesta.	38
Kuva 32. Kokoonpanovaiheessa jokaisen tarttujan koneistetut osat ovat omalla lavallaan.	39
Kuva 33. Esimerkki ohjaintapista.	39
Kuva 34. Tünkersin valmistama klamppisylinteri.	40
Kuva 35. Tarttujaa on helppo varustella ketjun varassa. Sivuilla näkyy kapeat asennuspöydät.	40
Kuva 36. Esimerkki osakokoonpanosta PDF-muodossa.	41
Kuva 37. Master part -osat, joihin on merkitty liimauksen sijainnit.	49
Kuva 38. Master part -osa, jossa näkyy myös liimauksen switch point -pisteet.	50
Kuva 39. Osien värikoodaus mallinnuksessa.	53

Lähdeluettelo

- [1] "Fixing and clamping concept manual," *Y:\Engineering\ME Projects\2015\4X2-Project\MFG_engineering\Z2\RLE\FROM VA TO RLE\Design Input\SFk manual.*
- [2] "Mekaanikkasuunnittelu," *S:\KH_TUTE\OHJEET\Suunnittelu_ohjeet\Mekaaninen.*
- [3] "CATIA V5 standardit," *S:\KH_TUTE\OHJEET\Suunnittelu_ohjeet\Catiaohje.*
- [4] "Gripper Handbook," *Y:\Engineering\ME Projects\2017\4x3 Project\1_BS\1.7_Process Tooling\85 Grippers\Tunkers_tubular.*
- [5] "Catalogue modular gripper systems," *Y:\Engineering\ME Projects\2017\4x3 Project\1_BS\1.7_Process Tooling\85 Grippers\Tunkers_tubular.*
- [6] "EGT parts summary," *Y:\Engineering\ME Projects\2017\4x3 Project\1_BS\1.7_Process Tooling\85 Grippers\EURO Grippers.*
- [7] "Standardikirjasto," *Y:\Engineering\ME Projects\2017\4x3 Project\1_BS\1.14_Standard_library, 2017.*
- [8] "Gripperin automaattisuunnittelu," *Y:\Engineering\ME Projects\2017\4x3 Project\1_BS\1.5_Automation\10 Hardware\Eplan examples\Grippers, 2017.*
- [9] "Murr I/O module manual," *Y:\Engineering\ME Projects\2015\4X2-Project\MFG_engineering\Automation (common) tuotannolle\10 Hardware\Manuals\Murrelektrik.*
- [10] RSP, "RSP työkalunvaihtajat," *Y:\Engineering\ME Projects\2015\4X2-Project\MFG_engineering\Automation (common) tuotannolle\10 Hardware\Mika\RSP, 2015.*
- [11] RSP, "RSP Tool changers at Valmet," *Y:\Engineering\ME Projects\2015\4X2-Project\MFG_engineering\Automation (common) tuotannolle\10 Hardware\Mika\RSP, 2012.*
- [12] "Programming specification," 2017. [Online]. Available: http://ws.valmet-automotive.com/sites/WS-0370/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/sites/WS-0370/WsDocuments/7%20Technical%20content/7.07.%20Robotics/7.07.00%20General/Valmet%20ABB%20Robot%20manual_V23_20170602.docx&action=default.
- [13] "Euro-Gripper Assembly and Construction Instructions," *Y:\Engineering\ME Projects\2017\4x3 Project\1_BS\1.7_Process Tooling\85 Grippers\EURO Grippers.*
- [14] "Valmet Automotive-Ympäristöpolitiikka," 2017. [Online]. Available: <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/E3B18CDF8DF03B44C225770600768613?opendocument>.
- [15] "Reuse design," *Y:\Engineering\ME Projects\2017\4x3 Project\1_BS\1.1_Z1\04_UNDERBODY\02_DESIGN.*



[16] "Purchasing approval process," \\ws.valmet-automotive.com\DavWWWRoot\sites\WS-0124\WsDocuments\9 Sourcing\Purchasing approval process.