



DELFOI HITSAUSKÄYTTÖLIITTY- MÄN KÄYTTÖOHJE

Jani Järvinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2012
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

JÄRVINEN, JANI:
Delfoi hitsauskäyttöliittymän käyttöohje

Opinnäytetyö 83 sivua, josta liitteitä 45 sivua
Toukokuu 2012

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa Tampereen ammattikorkeakoulun konelaboratoriolle opetuskäyttöön käyttöohjeet Dassault Systèmes Catia-pohjaiseen Delmia V5-ohjelmaan, johon on liitetty Delfoin hitsauskäyttöliittymä. Käyttöliittymällä ohjelmoidaan Motoman hitsausrobotin etänä eli offlinesa. Offline-ohjelmoinnilla eli etäohjelmoinnilla tarkoitetaan tuotannon ulkopuolella tapahtuvaa robotin uudelleenohjelmointia, joka on merkittävästi yleistynyt 2000-luvun aikana teollisuudessa. Offline-ohjelmoinnin suurimpiin etuihin kuuluu, että uusia ratkaisuja voidaan testata simuloimalla niitä ennen käyttöönottoa eikä robotin toimintaa tarvitse keskeyttää uudelleenohjelmoinnin aikana.

Ohjelmointi tapahtuu oppilaitoksen konelaboratorion tiloissa. Valmiiksi simuloitu työympäristö, joka sisältää Motoman hitsausrobotin, hitsausgrillin sekä kaksi rullarataa, ladataan Delmia V5-ohjelmaan.

Opinnäytetyö tehtiin pääosin Tampereen ammattikorkeakoulun konelaboratorion tiloissa.

Ohjeet on laadittu selkeään ja mahdollisimman yksinkertaiseen muotoon. Ohjeista löytyy käytännön esimerkki ja ohjeistus yhdelle kappaleelle, joka voidaan mahdollisuuksien mukaan hitsata etänä.

Asiasanat: etäohjelmointi, robotti, hitsaus, ohjekirja

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
D.P. in Mechanical Engineering and Production Technology
Modern Production Systems

JANI JÄRVINEN:
Manual for Delfoi Welding User Interface

Bachelor's thesis 83 pages, appendices 45 pages
May 2012

The purpose of this thesis was to produce a manual for Dassault Systèmes Catia's Delmia V5 program which includes Delfoi's welding user interface. The user interface is used for offline programming the Motoman welding robot. Offline programming means reprogramming a robot which is used outside of production, in this case a robot for teaching purposes in Tampere University of Applied Sciences. Offline programming has become very common in industry during the 21st century. The benefits of off-line programming are e.g. that new solutions for welding models can be tested by simulating them before the solutions are taken into usage. One major benefit is also that a robot does not have to stop working during the reprogramming when offline programming is used.

Programming is done in the machine laboratory of the university. There is a simulated working environment with the Motoman robot, a welding grill and two roller tables. This working environment is then uploaded on top of the Delmia V5 program.

This thesis was mainly done in Tampere University of Applied Sciences' machine laboratory.

The manual is for tuition usage and it has been written in a clear and comprehensive form. The manual includes one useful example and operating directions for a part that can be welded offline.

Key words: offline programming, robot, welding, manual

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	YRITYSESITTELY	6
	2.1. ROBOTIIKKA YLEISTÄ.....	7
	2.1.1 Sovelluskohteet	8
	2.1.2 Robottihitsauksen asettamat vaatimukset	8
	2.1.3 Kappaleiden käsittely	9
	2.1.4 Kokoonpanon aputoiminnot.....	11
	2.1.4.1. Kokoonpano- ja pintakäsittelytehtävät	11
	2.1.5 Hionta, kiillotus ja jäysteenpoisto.....	13
	2.1.6 Pintakäsittely (maalauk, raepuhallus).....	14
	2.2. ROBOTTIJÄRJESTELMÄ.....	14
	2.2.1 Robotin koordinaatistot.....	16
	2.2.2 Robottitarraimet	16
	2.3. ROBOTIN KOMPONENTIT	18
	2.3.1 Aistinjärjestelmät	18
	2.3.2 Koneenäön tehtävät robottisovelluksissa.....	18
	2.3.3 Näköjärjestelmäkortti.....	19
	2.3.4 Ohjelmistot.....	20
	2.3.5 Railonseuranta ja railonhaku.....	20
3	ROBOTTIHITSAUS	22
	3.1. HITSAUS.....	22
	3.2. HITSAUSLAITTEISTO.....	22
	3.3. HITSAUSJÄRJESTELMÄ	22
	3.4. HITSAUSMENETELMÄT	25
	3.4.1 MIG- ja MAG-hitsaus	25
	3.4.2 Kaasuhitsaus.....	25
	3.4.3 TIG-hitsaus.....	26
	3.4.4 Puikkohitsaus	27
	3.5. ROBOTTIHITSAUS VS. KÄSIHITSAUS	28
	3.6. SIMULOINTI JA KALIBROINTI.....	28
	3.6.1 Simuloinnin vahvuudet ja heikkoudet.....	29
	3.6.2 Kalibrointi	30
4	ROBOTIN OHJELMOINTI.....	31
	4.1. ONLINE-OHJELMOINTI.....	31
	4.1.1 Opettamalla ohjelmointi.....	31
	4.1.2 Käsiohjaimella ohjelmointi	31
	4.1.3 Näyttämällä ohjelmointi.....	31
	4.1.4 Koneenäköpohjainen ohjelmointi	31
	4.2. OFFLINE-OHJELMOINTI	32
	4.2.1 Robottien mallipohjainen ohjelmointi (offline).....	32
	4.2.2 Tekstipohjainen etäohjelmointi.....	32
	4.2.3 Etäohjelmoinnin työn kulku.....	32
	4.3. ROBOTIN ETÄOHJELMOINTIIN KÄYTETTYJÄ OHJELMISTOJA	34
5	POHDINTA.....	35
	LÄHTEET.....	36
	LIITTEET	38
	Liite 1. Delmia V5 ohjelmaan Delfoin hitsauskäyttöliittymän käyttöohje.....	38

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli syventää robotit konepajatuotannossa -kurssin opiskelijoille etäohjelmoinnin opetusmateriaaleja, sekä antaa mahdollisuus hallita opetuskäytössä olevaa hitsausrobotia Delmia V5-etäohjelmointiohjelmalla, joka sisältää Delfoin hitsauskäyttöliittymän.

Opinnäytetyön päätavoitteena oli tuottaa Tampereen ammattikorkeakoulun konelaboratoriolle Delmia V5-etäohjelmointiohjelmaan liitettyyn Delfoin hitsauskäyttöliittymään selkeä ohje. Koululla ei juuri ole aiempaa kokemusta vastaavasta ohjelmasta, joten ohjelmaan haluttiin tehdä selkokielinehje, jolla kokemattomampikin ohjelman käyttäjä oppii ohjelman perusteet. Kuvitettua ohjetta on selkeytetty jakamalla se osiin (ns. step by step-ohje). Tampereen ammattikorkeakoulu hankki Delfoi Oy:ltä ohjelman ja koulutuksen kyseisen ohjelman käyttöä varten. Koulutukseni piti sisällään neljän kerran intensiiviopetuksen, joka toteutettiin Tampereen ammattikorkeakoulun konelaboratorion tiloissa jossa kyseinen ohjelma on käytettävissä.

Opinnäytetyö on kaksiosainen. Ensimmäisessä osassa kerrotaan kuinka robotiikka on vakiinnuttanut asemansa nykypäivän teollisuudessa. Kerrotaan myös robottien käyttökohteista, robottien käyttämistä järjestelmistä sekä etäohjelmoinnista yleisesti.

Työni toinen osio sisältää varsinaisen ohjeen Delmia V5-ohjelman Delfoin hitsauskäyttöliittymän käyttöön.

2 YRITYSESITTELY

Delfoi Oy

Delfoi Oy toimittaa valmistavalle teollisuudelle suunnitteluratkaisuja ja -palveluja, joilla yritykset voivat parantaa kilpailukykyään ja kannattavuuttaan tehostamalla tuotteen valmistus- ja toimitusprosessia sekä nopeuttamalla uuden tuotteen pääsyä markkinoille. Delfoin ratkaisut liittyvät tuote-, prosessi- ja valmistusresurssitiedon hallintaan, kapasiteetin hallintaan sekä tuotannon suunnitteluun ja ohjaukseen.

Delfoin kyky kehittää asiakkaitensa prosesseja pohjautuu yli kymmenen vuoden kokemukseen tuotantoprosessien mallintamisessa ja simuloinnissa. Delfoi on yksi kokeneimmista ja osaavimmista tuotannon ja valmistuksen simulointiasiantuntijoista Pohjoismaissa. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Espoossa ja yhtiöllä on toimistot myös Tampereella, Seinäjoella, Göteborgissa, Skövdessä, Linköpingissä Ruotsissa sekä Mainzissa Saksassa.

Delfoi Oy:n asiakkaita ovat mm. ABB, Boeing, BAe Systems, Cargotec, John Deere, Metso, Nokia, Patria, Ponsse, Rautaruukki, Saab AB, Scania, Wärtsilä ja Volvo AB sekä lukuisia valmistavan teollisuuden alihankkijoita.

Delfoi Oy on Dassault Systèmes SA:n konserniin kuuluvan Delmia Solutions Inc:in sovellusyhteistyökumppani. Delfoi Oy on edustanut Delmia Solutions Inc:in suunnitteluratkaisuja vuodesta 1990 alkaen ja on saavuttanut tuotannon simulointijärjestelmien markkinajohtajuuden Pohjoismaissa. Dassault Systèmes on maailman johtava PLM (Product Lifecycle Management: CAD/CAM-PDM, simulointi) toimittaja. Tämän lisäksi Delfoi tekee yhteistyötä IBM PLM organisaation kanssa Pohjoismaissa ja Venäjällä. Delfoin ratkaisujen jälleenmyyjiä ovat mm. EOS Solutions Inc. Yhdysvalloissa, Cernit Systemhaus AG Saksassa, Xinnos Koreassa sekä Delmian organisaatio maailmanlaajuisesti. (www.delfoi.com)

ROBOTIIKKA KONEPAJATEOLLISUUDESSA

2.1. ROBOTIIKKA YLEISTÄ

Automatisointi yleistyy konepajoissa ja jopa pienet ja keskisuuret yritykset panostavat robotiikkaan. Tärkeimpiä tavoiteltavia hyötyjä robottien pajoissa lisääntymiseen ovat raskaiden, vaarallisten ja monotonisten työtehtävien välttäminen, tasalaatuisten tuotteiden tuottaminen ja kapasiteetin kasvattaminen, esimerkiksi tuotantonopeuden tai miehittämättömien jaksojen lisääminen. Robotisoinnin lisäykseen oman sysäyksen antavat korkeat palkat ja henkilökustannukset sekä mahdollisesti tulevaisuudessa koittava ammattitaitoisen työvoiman pula.

Robotein automatisoitu hitsaus on nykyaikaa. Kun työpaikalle tulee robotti, työntekijät voivat ottaa maskit pois päästä ja alkaa opiskella robotin ohjausta. Robotti on nopea ja tarkka ja suuressa osassa hitsattuja töitä se tehostaa tuotantoa. Erikoissovelluksissa, joita ihminen ei voi käsin tehdä, niin kuin esimerkin laserpinnoitushitsauksessa, robotti on lähes pakollinen. Robotin vaihtoehtona ovat automaattikoneet, mutta niillä tuotevalikoiman muuttaminen on todella rajoitettua ja asettamiseen tarvitaan joko paljon miestä tai robottia. Toisaalta robotin hankkimiselle ei ole perusteita, jos tuotetaan vain yksittäiskappaleita ja ohjelman sekä jigien tekemiseen menee enemmän aikaa kuin itse hitsaustyöhön. (Hitsausrobotit, Seminaarityö)

Vuosikymmen taaksepäin tuote ja kiinnitin suunniteltiin ja prototyypit valmistettiin. Vasta tämän jälkeen robottia pääsi ohjelmoimaan. Tämän johti siihen, että ongelmiin reagointi oli vaikeaa, aikaa vievää sekä kallista. (Hitsausrobotit, Seminaarityö)

Nykytilassa robotin ohjelmointi alkaa jo kiinnitinsuunnitteluvaiheessa ja jatkuu valmiiksi asti ennen kuin ensimmäistäkään tuote- tai kiinnitinprototyyppiä on edes valmistettu. Kun rauta tulee soluun alkaa valmistus eikä ohjelmointi. Tuotantoseisokki uuden ohjelman myötä putoaa radikaalisti. (Hitsausrobotit, Seminaarityö)

2.1.1 Sovelluskohteet

Suomen robotiikkayhdistyksen tekemien tilastojen mukaan Suomessa robotteja käytetään eniten elintarvike-, metalli- sekä kumi- ja muoviteollisuudessa. Näiden lisäksi lääke-, paperi- ja autoteollisuus ovat tavallisia robotisoinnin kohteita. Robotteja hyödynnetään yleisimmin erilaisissa kappaleidenkäsittelytehtävissä, kokoonpanossa, hitsauksessa tai muissa tuotannollisissa tehtävissä. Erilaisia teollisuuden robottisovelluksia on olemassa lukuisia, ja uusia kehitellään koko ajan lisää. Seuraavissa kappaleissa on kerrottu muutamista, tavallisimmista teollisuusrobottien sovellusmahdollisuuksista ja niille asetetuista vaatimuksista. (Robotiikkayhdistys)

2.1.2 Robottihitsauksen asettamat vaatimukset

Robottihitsaus nopeuttaa hitsaamista ja parantaa hitsauksen laatua, mutta se myös asettaa vaatimuksia hitsattavalle tuotteelle ja osavalmistukselle. Osien puhtaus vaikuttaa hitsauksen laatuun ja robotin toimintaan. Osien luoksepäästävyys pitää olla huomioitu robotin hankinnassa ja hitsaussolun suunnittelussa, kuin myös itse tuotteen suunnittelussa. Laadun keskimääräinen paraneminen ja tuotteiden tasalaatuisuus ovat robotisoidun hitsauksen tuomia etuja. (Luostari Kimmo ja Isokoski Janne, Tutkintotyö).

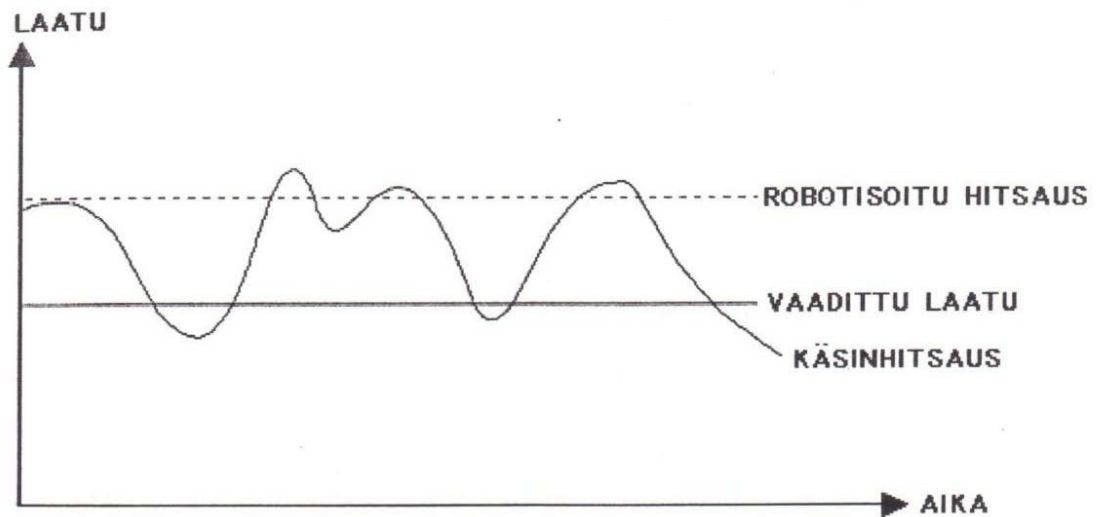
Robottihitsauksella on mahdollisuus saavuttaa lyhyempi läpimenoaika, johtuen lähinnä väliliikkeiden nopeudesta ja korkeammasta kaariaikasuhteesta. Robottihitsaus mahdollistaa myös suurempien hitsausarvojen käytön ja työkiertojen tarkan toistettavuuden. Läpimenoajat ovat hyvin tiedossa, jolloin voidaan robottiaseman kuormittaminen suunnitella paremmin. (Luostari Kimmo ja Isokoski Janne, Tutkintotyö).

Robotisoitua hitsausta edeltävillä työvaiheilla on suurempi vaikutus hitsauksen laatuun. Osavalmistuksen ja esikasauksen tulee tuottaa tasalaatuisia komponentteja, myös suunnittelussa tulee kiinnittää huomioita hitsaukseen. Laadunvalvontaan tulee myös kiinnittää huomioita, sillä epätarkat osat aiheuttavat ongelmia hitsauksessa. Vakioolosuhteiden tärkeys korostuu, sillä mitä paremmin täytetään robottihitsauksen vaatimukset, sitä paremmin saavutetaan robottihitsauksen edut ja vaatimukset laadussa.

Robotilla hitsattavien kappaleiden tulee olla puhtaita, sillä levyjen pinnalla oleva valssihilse, ruoste ja lika vaikeuttavat valokaaren syttymistä. Suurin osa hitsausrobottien toi-

mintahäiriöistä johtuu juuri sytytyksessä tapahtuvista virheistä. Epäpuhtaudet saattavat aiheuttaa myös virheitä railonhakuun, mikäli käytössä on perinteinen sähköiseen kontaktiin perustuva järjestelmä. (Luostari Kimmo ja Isokoski Janne, Tutkintotyö).

Päävaikutukset voidaan jakaa kolmeen pääryhmään: hitsauksen laatuun, tuottavuuteen ja ympäristöön. Verrattaessa robotisoitua hitsausta käsin hitsaukseen voidaan todeta, että vaihtelevissa olosuhteissa käsin hitsauksella saavutetaan laadultaan parempi liitos. Toisaalta käsin hitsauksen laatu vaihtelee inhimillisten tekijöiden, ympäristön ja ajan mukaan. Sen sijaan hitsausrobotti tuottaa tasalaatuista hitsaussaumaa, mikäli vain hitsaukseen vaikuttavat tekijät pysyvät muuttumattomina. Kuvio 1 havainnollistaa robotisoidun hitsauksen vaikutusta laatuun. (Luostari Kimmo ja Isokoski Janne, Tutkintotyö).

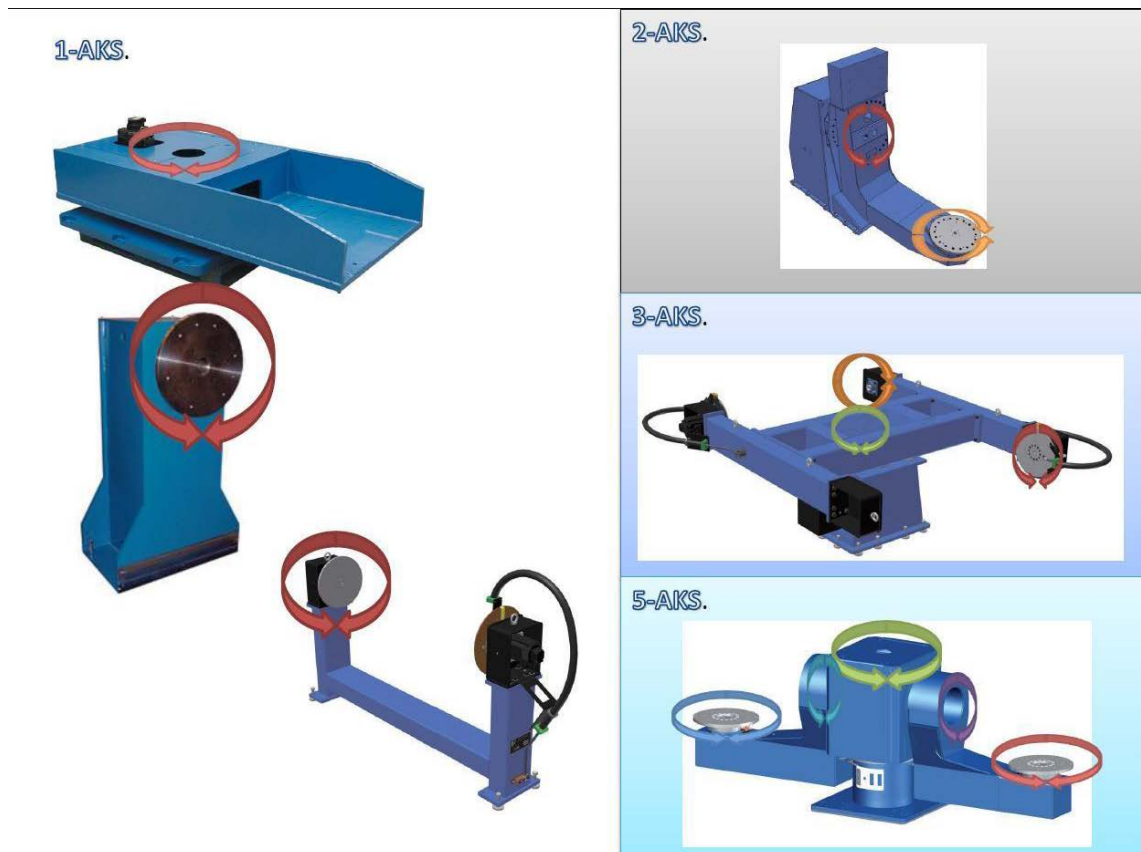


KUVIO 1. Robotisoidun hitsauksen laatu ajan funktiona (Veikkolainen, 1998)

2.1.3 Kappaleiden käsittely

Tuottavuuden parantamiseksi yleensä liitetään hitsausrobotin ohjaimen alaisuuteen yksi tai kaksi akselinen kappaleenkäsittelijä. Kappaleenkäsittelijä mahdollistaa kappaleen optimaalisen asemoinnin eli jalkoasennon. Jalkoasento mahdollistaa muita asentoja suuremman hitsausenergian käytön. Kappaleenkäsittelijä parantaa luoksepäästävyttä ja mahdollistaa kappaleen kääntämisen siten että monimutkaisiakin muotoja voidaan hitsata. Kappaleen käsittelijä vähentää hitsauksen kokonaiskestoja ja parantaa laatua sekä ulkonäköä. (Luostari Kimmo ja Isokoski Janne, Tutkintotyö).

Riippuen hitsattavan tuotteen rakenteesta ja koosta, eri valmistajien tuotevalikoimista löytyy erilaisia kappaleenkäsittelijöitä. Kuviossa 2 on muutamia esimerkkejä erilaisista kappaleenkäsittelijöistä. (Luostari Kimmo ja Isokoski Janne, Tutkintotyö).



KUVIO 2. Erilaisia kappaleenkäsittelijöitä (Motoman Robotics Europe, 2008)

Kappaleen pyörittämisen joko pysty- tai vaaka-akselin suhteen mahdollistaa 1-akselinen kappaleenkäsittelijä. Pyörityspöydän vastineeksi voidaan liittää vastinlaippa, joka tukee pitkiä kappaleita. Vastinlaippa voidaan asentaa kiskojen päälle, jolloin väli on säädeltävissä kappaleen pituuden mukaan. Kuvio 2. mukaan 2-akselisen L-pöydän eli ”sky hookin” avulla saadaan monimutkaisiakin kappaleita käännettyä niille optimaaliseen hitsausasentoon. 3-akselisen kääntöpöydän etuina on mm. panostettavuus samaan aikaan kappaletta työstettäessä ja 5-akselisella voidaan suorittaa monimutkaisten kappaleiden panostus yhtä aikaa työstettäessä toista kappaletta. (Luostari Kimmo ja Isokoski Janne, Tutkintotyö).

2.1.4 Kokoonpanon aputoiminnot

Automatisoidussa kokoonpanossa robotteja käytetään osien liittämisen ja sovittamisen lisäksi myös erilaisiin kappaleen käsittelytehtäviin. Kokoonpantavat osat siirretään kuljettimilta tai kuormalavoilta kokoonpanorobotin ulottuville ja valmiit tuotteet nostetaan poiskuljetusta varten ulos kokoonpanopaikalta. Kiinnittimien ja työkalujen vaihtoa kokoonpanosuoluissa voidaan rationalisoida roboteilla. (Robotiikka yleinen)

2.1.4.1. Kokoonpano- ja pintakäsittelytehtävät

Tuotannon logististen toimintojen automaatiojärjestelmissä robotteja käytetään poiminta-, pakkaus-, paletointi- ja lavaustehtävissä. Robotit ovat yleensä osa suurempaa järjestelmäkokonaisuutta, johon kuuluu mm. lajittelu-, kuljetin- ja varastojärjestelmiä. Kokonaisen tuotantoprosessin automatisoinnista ja logistiikan robotisoinnista hyötyvät erityisesti alat, joissa tuotanto on jatkuvaa ja tuotantomäärät suuria: esimerkiksi elintarvike- ja juomateollisuus. (Robotiikka yleinen)

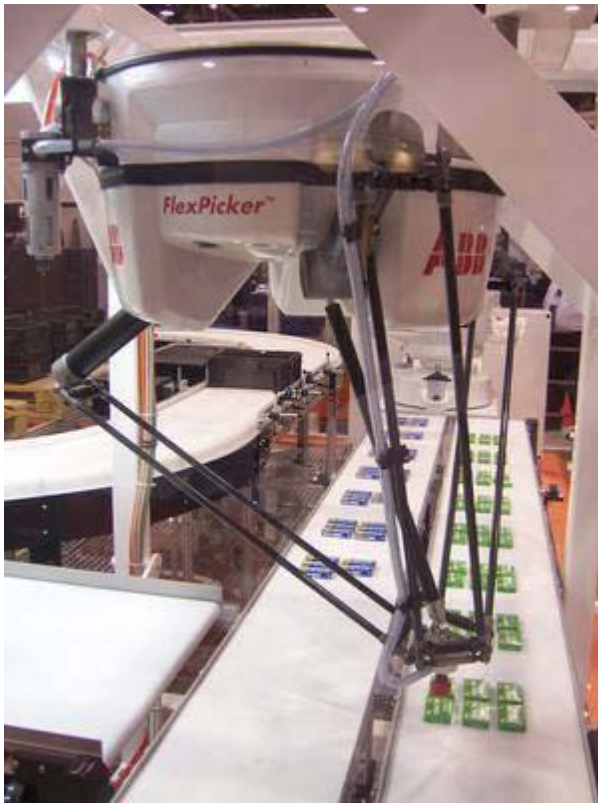
Robotit työskentelevät elintarviketeollisuudessa monissa eri vaiheissa. Niiden avulla voidaan poimia yksittäinen, paljas tuote suoraan tuotantolinjalta ja asettaa se pakkaukseen. Robotti voi nostaa täytetyt ja suljetut pakkaukset edelleen muovilaatikkoon kunnes se täytyessään siirretään lavalle odottamaan lähetystä eteenpäin. Robotilla voidaan siis käsitellä yksittäisiä tuotteita, tuotepakkauksia, laatikoita, lavoja jne. Kuvioissa 3-5 on esimerkkejä teollisuusrobottien tehtävistä poiminta-, pakkaus-, lavaus- ja paletointitehtävissä. (Robotiikka yleinen)



KUVIO 3. Kine Robot Solutions Oy:n toimittama KUKA KFS 510 -robotti laatikoi tuotannosta saapuvat ruokarasiat kuljetuslaatikoihin. (www.kinerobot.fi)



KUVIO 4. Kine Robot Solutions Oy:n toimittama KUKA KFS 520 -robotti lavaa kuljettinta pitkin saapuvia muovilaatikoita. (www.kinerobot.fi)



KUVIO 5. ABB:n IRB 360 -pikapoimintarobotti nostaa yksittäisen tuotteen linjalta. (www.abb.fi)

2.1.5 Hionta, kiillotus ja jäysteenpoisto

Robottien käyttö ihmisten sijaan raskaissa ja kuluttavissa käsityövaiheissa on pitkään ollut yksi kappaleenkäsittelysovellutus. Tällöin työkappale kiinnitetään robotin kouraan ja robotilla matkitaan ihmisen käsivarsi- ja ranneliikkeitä. Robotti toistaa ohjelmoidut liikkeet tarkasti ja väsymättömästi, mutta valitettavan tyhmästi. Takaisinkytkentätiedon saaminen työprosessista on melkoinen pullonkaula toimivissa hionta- kiillotus ja jäysteenpoisto sovellutuksissa. Vaikka roboteissa nykyään aikaa jo olla valmiudet ulkopuolisen anturitiedon käsittelyä varten, on vaikeutena prosessiparametrien muutoksia indikoivien seuranta-anturien puute sekä usein myös puutteelliset tiedot itse prosessiparametreista. Aivan viime aikoina ovat markkinoille tulleet ensimmäiset voimaohjausmahdollisuudet. (Robotiikka yleinen)

Robottia voidaan myös käyttää kappaleiden viimeistelyssä siten, että kevyet käsityökäsitellävät kappaleet asetetaan kiinnittimiin. Ro-

botilta vaaditaan monipuoliset liikemahdollisuudet, jotta vaikeatkin kappaleet voidaan viimeistellä tarkasti. (Robotiikka yleinen)

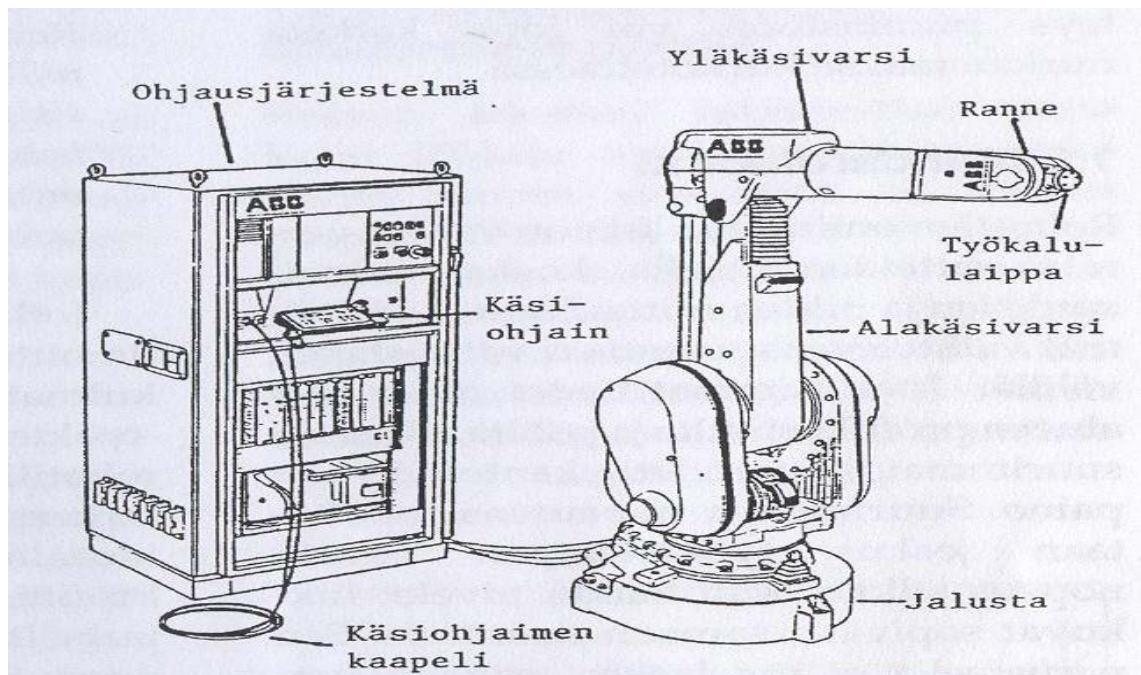
2.1.6 Pintakäsittely (maalaukset, raepuhallus)

Tärkein robotisointikohde kappaleiden pinnoituksessa on ruiskumaalaus. Sen robotisointi on välttämätöntä, koska työvaihe on fyysisesti raskas ja terveystarve työntekijälle. Ruiskumaalauksessa voidaan ympäristöhaitat toki torjua henkilökohtaisilla suojaimilla ja suojapukimilla, mutta niiden käyttö on raskasta ja vaivalloista. Ruiskumaalaukseen soveltuvat erinomaisesti myös kevytrakenteiset ja yksinkertaiset robotit. Tavallisesti robottien ohjelmointi tehdään opettamalla. Ensimmäisten kappaleiden maalauksen aikana voidaan robotin ohjelmaa optimoida ja viimeistellä. Mutkikkaiden kappaleiden maalauksessa joudutaan ennen robotisointia ruiskumaalaukseen ongelmalliset nurkkakohdat ja syvennykset alustamaan käsin. Robotisoitu ruiskumaalaus on tehokasta ja robotisoinnin myötä on saavutettu melkoisia säästöjä myös maalinkäytössä. (Robotiikka yleinen)

Robotteja on kokeiltu myös muussa pintakäsittelyssä kuten raepuhalluksessa. Raepuhalluksen liikeradat ja suuttimen asemointi ja ohjaus on yksinkertaista ja robottien ohella erilaiset manipulaattorit ovat varteenotettava vaihtoehto. (Robotiikka yleinen)

2.2. ROBOTTIJÄRJESTELMÄ

Robottijärjestelmä koostuu useista komponenteista. Luonnollisesti näkyvin osa robotissa on käsivarsi. Siihen liitettävä työkalu suorittaa varsinaisen työn. Kaikkein merkittävimpänä komponenttina voidaan kuitenkin pitää ohjausjärjestelmää, koska se ohjelmistoinen teettää työtä enemmän kuin käsivarsi. Teollisuusrobottisolussa ohjausjärjestelmän hinta on myös korkeampi kuin käsivarren. Muita merkittäviä komponentteja ovat ympäristöä mittaavat anturit, oheislaitteet ja myös kaapelointi. (Aalto ym. 1999, 15.)



KUVIO 6. Teollisuusrobotin komponentit (Aalto ym. 1999.)

Robotin mekaaniseen rakenteeseen kuuluvat tukivarret ja nivelet. Tukivarret muuttavat asentoaan ja asemiaan nivelten avulla. Robotin perusliikkeitä kuvaa termi vapausaste (DOF, Degree of Freedom). Vapausasteet voivat teollisuusroboteissa olla joko kiertyviä tai suorita. Yleensä vapausaste käsittää yhden toimilaitteen, kuten moottorin tai sylinterin. Poikkeuksena on differentiaaliranne, jossa on kaksi toimilaitetta vapausastetta kohden. Tämä siksi, että vapausasteiden liikkeiden toteuttaminen vaatii sitä. Teollisuusrobottien mekaaniset rakenteet jaetaan avoimeen kinemaattiseen rakenteeseen ja suljettuun kinemaattiseen rakenteeseen. Avoimessa kinemaattisessa rakenteessa tukivarsi kytketään edellisen perään. Se on tällä hetkellä yleisin teollisuusroboteissa käytettävä ratkaisu. Jos halutaan päästä kevyempiin rakenteisiin, voidaan tukivarret kytkeä rinnakkain. Tätä kutsutaan suljetuksi kinemaattiseksi rakenteeksi. (Aalto ym. 1999, 15.)

Jokaisella robottivalmistajalla on omat ohjausjärjestelmät robottimalleilleen.

Robottijärjestelmä koostuu seuraavista osista:

- työkalu
- anturit, jotka tarkkailevat robotin liikkeitä ja ympäristöä
- robotin käsivarsi
- robotin ohjausjärjestelmä, robotin toimintakyky on riippuvainen siihen ohjelmoidusta ohjelmasta
- oheislaitteet, jotka ovat liitetty robottijärjestelmään
- mahdolliset ulkoiset tietokoneet, jotka ohjaavat robotin toimintaa.

2.2.1 Robotin koordinaatistot

Teollisuusrobotti liikkuu XYZ-suunnissa määriteltyjen numeroarvojen eli koordinaattien mukaan. Robotin liikkeet tapahtuvat useiden koordinaatistojen avulla. Nämä koordinaatistot on määritelty suhteessa toisiinsa. Yleisesti tunnetut koordinaatistot ovat:

- maailmankoordinaatisto
- peruskoordinaatisto
- työkalukoordinaatisto. (Keinänen ym. 2007, 260.)

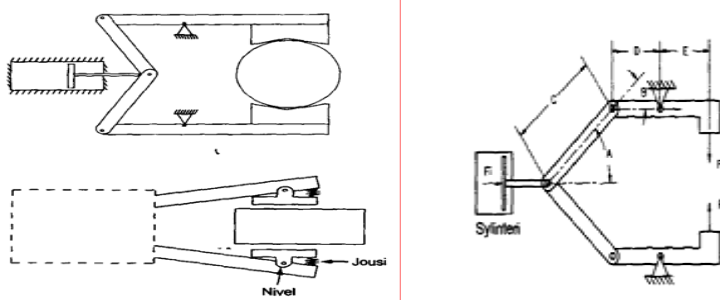
Maailmankoordinaatisto on teollisuusrobotin työympäristöön sidottu koordinaatisto. Työympäristö voi käsittää esimerkiksi rakennuksen tai oheislaitteet. Peruskoordinaatisto on robotin jalustaan sidottu koordinaatisto. XY-suuntainen vaakasuorataso muodostuu robotin jalustan tasolle. Z-akseli on pystysuora akseli, joka kulkee ensimmäisen nivelen keskikohdan kautta. Työkalukoordinaatisto on sidottu työkalun tai käsiteltävän kappaleen koordinaatistiksi. (Keinänen ym. 2007, 261.)

2.2.2 Robottitarraimet

Mekaaniset tarraimet:

Sormien liikkeet voidaan tuottaa erilaisilla mekanismeilla. Mekaanisten tarraimien kinemaattiset rakenteet:

- nivelmekanismit
- hammaspyörä ja hammastanko
- epäkesko
- ruuvi
- vaijeriväkipyörä.



KUVIO 7. Mekaaniset tarraimet (Robotiikka yleinen)

Imu- eli tyhjiötartunnat:

Alipaineeseen perustuvia tartuntaelimiä käytetään sovelluksissa, joissa mekaanisen tarraimen käyttö on hankalaa. Imutartunnassa työkappaleeseen tartutaan yleensä vain yhdeltä suunnalta. Kurviset tai muoviset imukupit eivät helposti naarmuta nostopintaa. Tartuntavoiman lisäys suurille kappaleille onnistuu lisäämällä imukuppeja. Usean imukupin järjestelmässä on turvallisuustekijänä huomattava, että yhdenkin imukupin irtoaminen aiheuttaa alipaineen häviämisen, mikä johtaa kappaleen irtoamiseen, ellei käytetä varolaitteita. (Robotiikka yleinen)

Imukupit vaativat yleensä riittävän tasaisen, sileän, puhtaan ja tiiviin pinnan. Imuvoima on paine-eron ja imupinta-alan tulo. Tarraimen ei saa syntyä suuria, tarrainta vastaan kohtisuoria sivuttaisvoimia, sillä tarraimen synnyttämä sivuttaisliikettä vastustava voima riippuu tarraimen ja kappaleen välisestä kitkakertoimesta. Tartunta kannattaa toteuttaa keskeisesti, kappaleen painopisteen kohdalle. Imukuppien materiaalien valinnoilla voidaan vähentää käsiteltävien kappaleiden lämpötilan aiheuttamaa ongelmaa. Alipaineen muodostamiseen käytetään kahta päätapaa: ejektoria tai erillistä alipainepumppua. Imukupin etuna on, että rakenne on yksinkertainen ja yleensä luotettava, sillä siinä on vähän liikkuvia osia. Varjopuolina ovat vaara- ja virhetilanteet, jos alipaine äkillisesti katoaa. Imukuppi ei myöskään keskitä kappaletta. (Robotiikka yleinen)

Magneettitarrain:

Magneettitarraimia voidaan käyttää vain magneettisille aineille. Magneetin nostovoima riippuu kappaleen materiaalista, muodosta, pinnanlaadusta, ilmaraosta ja magneetin lämpötilasta. Vaatimuksena työkappaleille on riittävän suuri tasainen tartunta-alue, sillä magneetikenttä heikkenee nopeasti ilmaraon kasvaessa. Tartunta on nopeaa, mutta jäännösmagnetismi hidastaa irrotusta. Kestomagneetilla tarvitaan irrotuslaite. Sähkömagneetilla voidaan kääntää magneetikentän suuntaa, jolloin irrotus nopeutuu. Sähkömagneetti lämpenee käytössä, joten työkierto on suunniteltava siten, että lämpötila ei nouse liikaa. (Robotiikka yleinen)

2.3. ROBOTIN KOMPONENTIT

2.3.1 Aistinjärjestelmät

Konenäköjärjestelmät ovat kameratekniikalla ja tietokoneohjelmistoilla toteutettua hahmon ja kappaleentunnistusta. Konenäköjärjestelmien mahdollisuudet ja hyödyt on tunnettu robotiikan ja tuotantoautomaation sovelluksissa jo pitkään. Ensimmäiset erittäin yksinkertaiset näköjärjestelmät tulivat robotiikkaan 80-luvulla. Sovellukset liittyivät lähinnä kappaleen asennon tunnistamiseen. Suurimman esteen konenäkösovellusten soveltamiselle asetti tietokoneiden liian pieni laskentakapasiteetti. Konenäköön liittyvät laskentatehtävät ovat raskaita, ja tarvittava kapasiteetti saavutettiin vain erikoiskomponenteilla, jolloin järjestelmän kokonaishinta nousi kohtuuttomaksi. Vasta huima kehitys tietokoneiden laskentatehoissa on mahdollistanut edullisten konenäköjärjestelmien toteuttamisen. (Robotiikka yleinen)

2.3.2 Konenäön tehtävät robottisovelluksissa

Konenäköä robottijärjestelmissä tarvitaan silloin, kun perinteinen anturointi ei enää riitä ja kun halutaan minimoida mekaanisten paikoittimien tai kiinnittimien tarve. Konenäkö ei vielä kaikissa tapauksissa kykene hinnalla kilpailemaan perinteisten (mekaanisten tai anturipohjaisten) ratkaisujen kanssa, vaan sovellutuskohteet ovat lähinnä erikoissovelluksissa. Tilanne todennäköisesti muuttuu hyvin nopeasti, sillä konenäköjärjestelmien lukumäärän huima kasvu tulee laskemaan järjestelmiin liittyvien komponenttien hintoja. Karkeasti näköjärjestelmän tehtävät robottisovelluksissa voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- kappaleen tai kohteen sijainnin määrittäminen eli translaation (x, y z) ja orientaation (Roll, Pitch, Yaw) mittaus käsiteltävästä kohteesta
- luokittelu eli kohteen tunnistus tai luokittelu laadun, muodon, värin, tunnisteiden, koon tai kohteessa sijaitsevan tekstin perusteella
- kohteen mittaus robotin liikeohjelman muokkaamiseksi tai luomiseksi.

(Robotiikka yleinen)

2.3.3 Näköjärjestelmäkortti

Kameraliitintä ja kuvanottoa varten mikrotietokoneeseen on liitettävä kuvankaappaus- tai kuvankäsittelykortti. Kortti liitetään esim. PC:n PCI- tai ISA - väylään. Normaalisti voidaan käyttää kuvankaappauskorttia, jonka avulla CCD -kameralta saatu kuva siirretään mikrotietokoneen muistiin. Vaativimmissa sovelluksissa (nopeusvaatimus suuri, paljon kuvan käsittelyä, tms.) käytetään kuvankäsittelykorttia, jossa kuvanoton lisäksi myös käsitellään kuva-aineistoa tähän tarkoitukseen suunnitellun elektroniikan avulla. (Robotiikka yleinen)

Kamerat

Kohteesta otetaan kuva CCD - matriisikameralla. Yhteen kuvankäsittelykorttiin voidaan yleensä liittää 1-4 kameraa. Normaalin CCD - kameran kuvaelementissä on 752x582 pikseliä. Yleensä sovelluksiin riittää mustavalkokamera, joka pystyy havainnoimaan 256 eri harmaatasoa. Sovelluksissa, joissa vaaditaan värin tunnistamista, käytetään värikameroita. (Robotiikka yleinen)

Kameraan liitetään objektiivi, jonka valintaan vaikuttaa esim. haluttu kuvausalue, kameran etäisyys kohteesta ja valaistus. Näköjärjestelmissä käytetään myös viivakameroita, joissa kuvaelementit (1025:stä aina 10 000:een) ovat nimensä mukaisesti "jonossa". Viivakamerat soveltuvat erinomaisesti reunan tai profiilin mittaukseen. Mikäli kuvaustapahtumaan yhdistetään liike joko kohdetta tai kameraa siirtämällä, saadaan matriisikameran kuvan kaltainen kuvamatriisi. (Robotiikka yleinen)

Valaistus

Valaistuksen suunnittelu ja hyvä toteutus on erittäin tärkeä osa luotettavasti toimivaa näköjärjestelmää. Perussääntönä voidaan sanoa, että valaistuksen merkitys näköjärjestelmässä on 50 %. Valaistuksen tulee olla pääsääntöisesti riittävää ja tasaista, ja kattaa koko kuvausalue. Muuttuvien varjojen ja päivänvalon pääseminen kohteeseen on syytä estää. Valaistus toteutetaan loisteputkilla tai erityistapauksissa konenäön yhteyteen suunnitelluilla valaisimilla. Myös lasereita voidaan käyttää joissakin sovelluksissa. (Robotiikka yleinen)

Muut komponentit

Näköjärjestelmiin voidaan liittää vielä ulkoisia antureita esim. kuvausajankohdan määrittämiseksi (valokennot, induktiiviset anturit). Mikrotietokoneeseen voidaan asentaa erilaisia liitäntäkortteja järjestelmän liittämiseksi toimilaitteisiin (esim. digitaaliset / analogiset I/O-kortit). (Robotiikka yleinen)

2.3.4 Ohjelmistot

Näköjärjestelmän kaikkein merkittävimmän osan muodostavat ohjelmistot. Kuvankaappauskorttien ominaisuuksia arvioitaessa puhutaan itse asiassa usein kuvankäsittelykirjaston ominaisuuksista. Kaikki kuvankäsittelykorttien valmistajat toimittavat korttien mukana omat työkalukirjastot, jotka tarjoavat funktiot kuvan otolle ja siirrolle tietokoneen muistiin sekä monipuoliset toiminnot kuvan jatkokäsittelylle ja analysoinnille. Kuvankäsittelyyn tarkoitetut kirjastot toimitetaan joko omaan sovellukseen liitettävänä kirjastoina (DLL-kirjastot tai OCX - komponentit) tai omana kehitysympäristönään.

Kuvankäsittelyn kirjastojen toimintoja:

- suodatukset piirteiden erottelemiseksi ja kuvan kohinan vähentämiseksi
- binärisointi
- blob -analyysi (yhtenäisen alueen etsintä binärisoidusta kuvasta)
- mallin etsintä (opetetun mallin etsintä)
- reunanetsintä.

(Robotiikka yleinen)

2.3.5 Railonseuranta ja railonhaku

Railonseuranta korjaa ohjelmoitua hitsausrataa hitsauksen aikana, jos kappale eroaa ohjelmointiin käytetystä kappaleesta. Yleinen railonseurantamenetelmä on käyttää vaaputusta hitsauksen aikana ja mitata kaarijännitteen ja virran vaihtelua. Vaaputuksessa langan etäisyys kappaleesta vaihtelee, jolloin railon keskikohta voidaan tunnistaa. Jotta seuranta toimisi, hitsauksen on lähdettävä railosta. Tällöin voidaan käyttää railonhakua. Railonhaussa hitsauslangalla kosketetaan hitsattavia seinämiä ja radan aloitusta korjataan kosketuspisteistä lasketulla arvolla. Monipalkohitsauksessa ensimmäisen palon rata tallennetaan robotin muistiin ja se otetaan huomioon hitsattaessa seuraavia palkoja.

Vaaputustarpeesta johtuen menetelmä ei sovi ohuille kappaleille, jos halutaan kapea sauma. (Bölmsjo, Loureiro & Pires 2006, 108–109.)

Toinen tapa on käyttää optista anturia, jossa hitsausrailoa skannataan lasersäteellä. Menetelmän etuna on, että hitsauksen aikana voidaan huomioida muutokset railon tilavuudessa, muutokset hitsausraon koossa, silloitushitsaukset sekä virheet kappaleiden asennoissa. Lisäksi hidasta railonhakua ei tarvitse suorittaa. Anturi pitää kuitenkin kiinnittää hitsauspolttimeen, jolloin se vaikeuttaa ratojen luontia ja ahtaisiin paikkoihin pääsyä. Optiset anturit ovat tarkkoja, mutta vielä kalliita. (Bölmsjo, Loureiro & Pires 2006, 70–84.)

Robottihitsaukseen soveltuvat hitsausmenetelmistä MIG, MAG, TIG, laser, plasma, piste, kiekko sekä hybridimenetelmät. Yleisimmin käytössä ovat piste- ja kiekkohitsaus sekä MIG- ja MAG-hitsaus. (www.ruukki.com)

Piste- ja kiekkohitsaus ovat autoteollisuudessa paljon käytettyjä menetelmiä. Robotit toimivat liukuhihnalla ja kiinnittävät valmiiksi leikattuja ja taivutettuja ohutlevyjä korin runkoon kiinni. (www.ruukki.com)

3 ROBOTTIHITSAUS

3.1. HITSAUS

Hitsaus on standardin SFS 3052 mukaan ”osien liittämistä toisiinsa käyttämällä hyväksi lämpöä ja/tai puristusta siten, että osat muodostavat jatkuvan yhteyden.” (SFS, 1995). Lämmönlähteenä voidaan hitsauksessa käyttää sähkövirtaa, kitkalämpöä, liekkiä, diffuusioita, lasersädettä tai elektronisuihkua. Hitsauksessa voidaan käyttää lisäainetta, jonka sulamispiste on likimain sama kuin perusaineella. Tärkein ero hitsaamisen ja juottamisen välillä on se, että juottaessa liitettävät kappaleet eivät sula. Hitsaus ei kuitenkaan ole pitkään aikaan ollut enää kartoittamatonta seutua, vaan kehitystä tapahtuu jatkuvasti. (www.esab.fi)

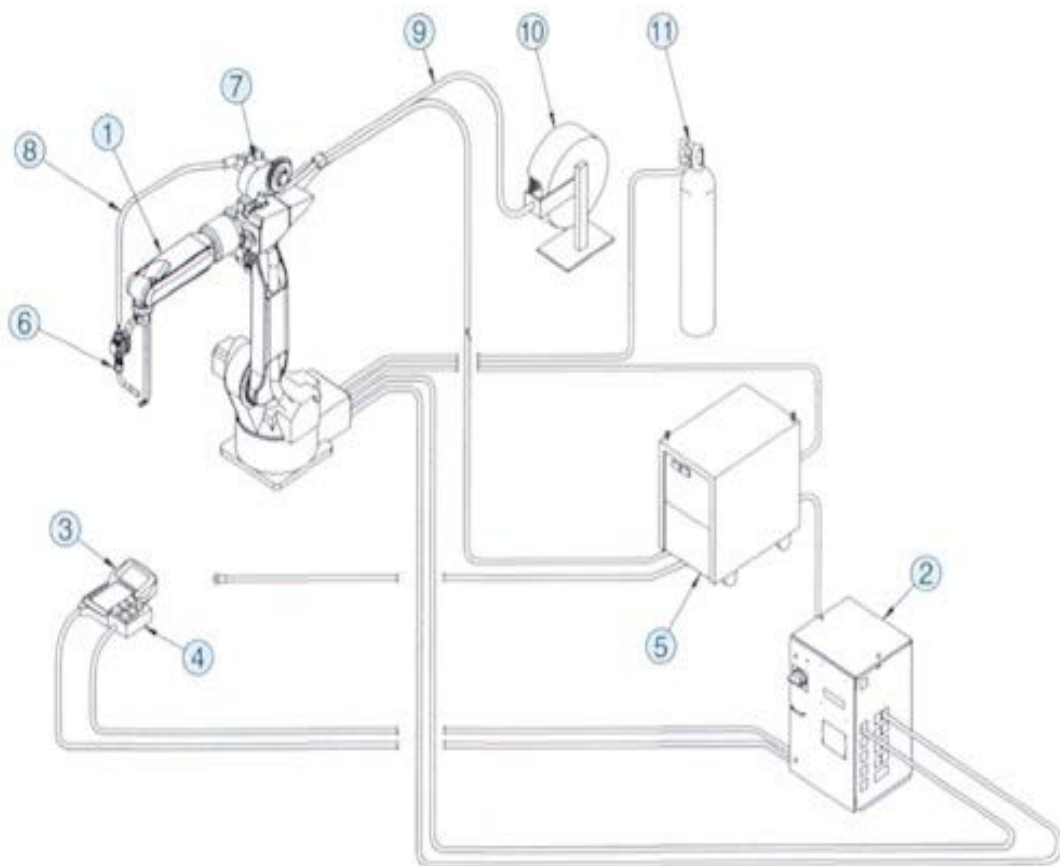
3.2. HITSAUSLAITTEISTO

Hitsausohjelmistossa on esiasetetut hitsausarvot, joita voi säätää myös automaattiajon aikana sekä useita muita säätömahdollisuuksia, joita voi tarvittaessa muuttaa. Muita hitsausohjelmiston ominaisuuksia ja toimintoja ovat railon seuranta, railon haku, raappausaloitus, hitsauksen uudelleenaloitus, jälkipaloajan ohjelmointi, esi- ja jälkikaasun syöttö, mahdollisuus muuttaa paikoituspisteitä automaattiajon aikana, vaaputus ja monipalkkohitsausautomaatiikka. (Esko Mikko, tutkintotyö)

3.3. HITSAUSJÄRJESTELMÄ

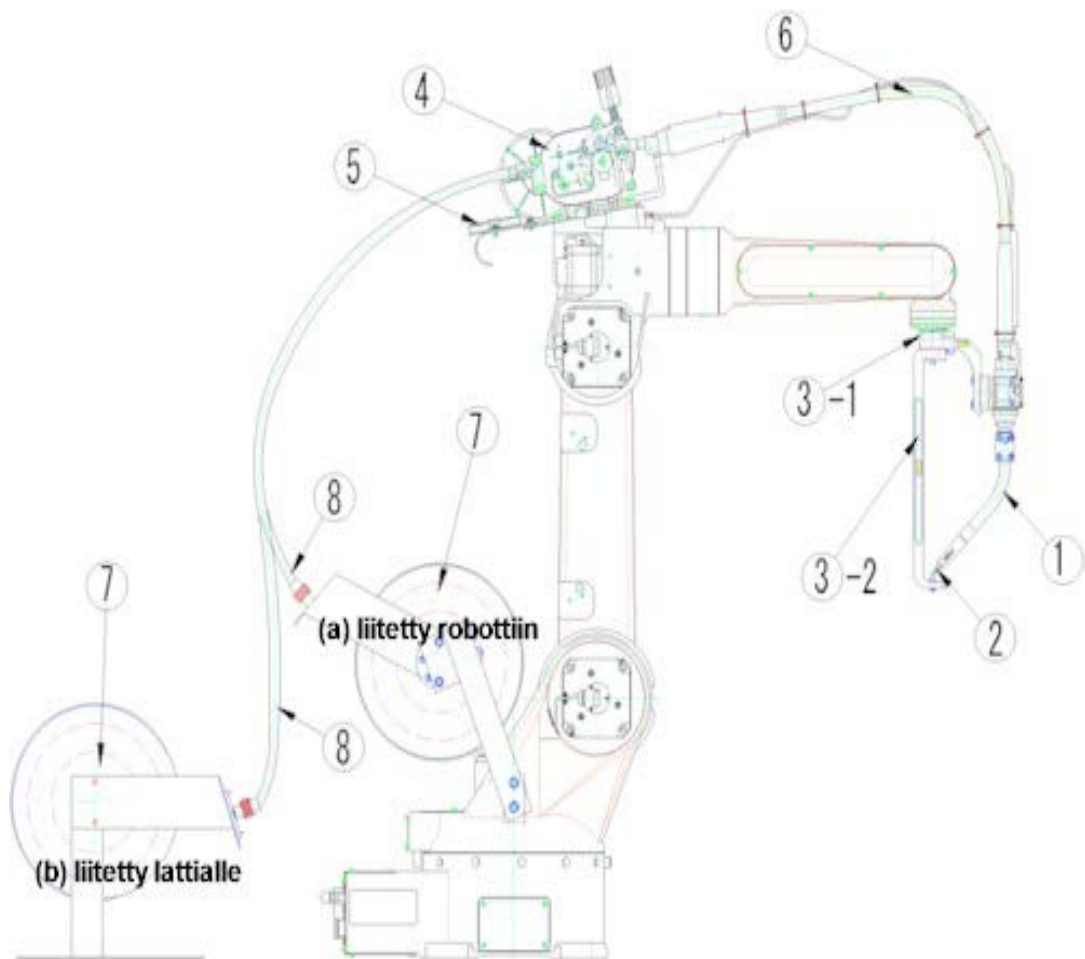
Hitsausrobotiasema koostuu robotin lisäksi robotiohjaimesta, kappaleenkäsittelylaitteesta, hitsausvirtalähteestä, langansyöttölaitteesta, hitsauskiinnittimistä eli jigeistä, polttimen puhdistus- ja langankatkaisulaitteesta, törmäyssuojasta sekä lankakelasta. Polttimenvaihtojärjestelmiä on myös käytössä. (Hitsaustekniikka 2000, 5)

Robottihitsauksessa tarvitaan ohjausjärjestelmä. Hitsattaessa tarvitaan aina ohjelma tai proseduuri, jonka mukaan hitsataan. Manuaalisessa hitsauksessa hitsaaja vastaa näistä. Robottihitsauksessa ohjausjärjestelmä toimii hitsauksen ohjaajana ja vastaa kaikista robotin liikkeistä. Ohjausjärjestelmä on mikroprosessoriohjattu. Hitsausohjelmat suoritetaan järjestelmän muistista. (Howard & Helzer 2005)



KUVIO 8. Hitsausrobottijärjestelmä (Finnrobotics)

- (1) Robotti (2) Ohjain (3) Opetusyksikkö (4) Toimintapainikkeet (5) Hitsausvirtalähde
 (6) Hitsauspoltin (7) Langansyöttölaite (8) Hitsauskaapeli (9) Kaapeli
 (10) Lankateline (11) Kaasunsäädin



KUVIO 9. Robotin vakiohitsausvarustus (Finnrobotics)

- (1) CO₂/MAG-hitsauspoltin törmäystunnistimella, ilmajäähdytteinen (350A hitsausko-
ne), vesijäähdytteinen (500A) (2) Mittakärki (3-1) Polttimenpidin
(3-2) Polttimentarkistustyökalu (4) Langansyöttöyksikkö (5) Kiinnitysteline
(6) Hitsauskaapeli ja törmäystunnistimen johto (7) Lankakelan teline
(8) Hitsauskaapeli

3.4. HITSAUSMENETELMÄT

3.4.1 MIG- ja MAG-hitsaus

MIG-mag hitsaus (engl. metal inert gas / metal active gas welding) on kaasukaarihitsausmenetelmä, jossa sähkövirran avulla aikaansaattava valokaari palaa lisäainelangan ja hitsattavan kappaleen välissä suojakaasun ympäröimänä. Hitsattaessa valokaari sulattaa perusaineen ja lisäaineen yhtenäiseksi hitsisulaksi, joka jäähmettyessään muodostaa kiinteän yhteyden kahden kappaleen välille. Lisäainelanka on ohutta metallilankaa, jonka koostumus on yleensä lähes sama kuin perusaineella. Lisäaine syötetään poikkeuksetta koneellisesti. Langan paksuus vaihtelee tyypillisesti 0,6 mm ja 1,6 mm välillä. Hitsattavien kappaleiden ainevahvuudet yleensä ylittävät millimetrin. Langan syöttönopeus sekä hitsausjännite säädetään hitsattavien kappaleiden mukaan.

(www.wikipedia.org/hitsaus)

MIG- ja MAG-hitsauksen etuja ovat nopeus ja hitsin puhtaus. Hitsin päälle ei myöskään muodostu kuonakerrosta (käytettäessä tiettyntyyppisiä täytelankoja muodostuu kuonakerros hitsin päälle). Tunkeuman ja hitsin muodon hallinta on MIG- ja MAG-hitsauksessa vaikeampaa kuin TIG-hitsauksessa. Suoritusteknisestä helppoudesta huolimatta hitsauslaitteiston oikea säätäminen voi tuottaa vaikeuksia. Myös huomaamaton vapaalangan pituuden muuttuminen vaikuttaa voimakkaasti perusaineeseen kohdistuvaan sulatustehoon, minkä vuoksi hitsiin jää helposti huomaamattomia virheitä.

(www.wikipedia.org/hitsaus)

3.4.2 Kaasuhitsaus

Kaasuhitsauksessa hitsattavan aineen sulattamiseen tarvittava lämpö saadaan aikaan kaasuliekillä. Kaasuliekin toinen tehtävä on suojata hitsiä ilman hapettavalta vaikutukselta. Useimmiten palavana kaasuna käytetään asetyleenia, johon hitsauspolttimessa sekoitetaan happea palamisen tehostamiseksi. Kaasuliekistä tulee kuumempi, kun palamista tehostetaan puhtaan hapen avulla.

(www.wikipedia.org/hitsaus)

Kaasuhiuksessa tarvitaan kaasupulloja, paineensäätimet, takaisku- ja takatulisuojat, letkut, hitsauspilli ja lisäainelankaa sekä asian mukaiset suojaruusteet.

(www.wikipedia.org/hitsaus)

3.4.3 TIG-hitsaus

TIG-hitsaus ([engl.](#) *Tungsten Inert Gas Arc Welding*) on kaasukaarihitsausprosessi, jossa valokaari palaa sulamattoman volframielektrodin ja työkappaleen välissä suojakaasun ympäröimänä. Suojakaasu on useimmiten argonia, joka ei reagoi sulan kanssa. TIG-hitsausta voidaan tehdä lisäainetta syöttäen tai ilman lisäainetta. Lisäaine on yleensä 1,5–3,5mm paksu noin metrin mittainen paljas lanka, jonka koostumus vastaa hitsattavaa materiaalia. Käsinhiuksessa lisäaine syötetään hitsisulaan käsin. Lisäaine voidaan syöttää myös koneellisesti, jolloin puhutaan mekanisoidusta TIG-hitsauksesta.

(www.wikipedia.org/hitsaus)

TIG-hitsausta käytetään yleisesti vaativien putkistojen hitsauksiin, ruostumattomien putkien ja putkipalkkien hitsaukseen ja valmistukseen, ohuiden aineiden hitsaukseen, alumiinien ja erikoismetallien hitsaukseen sekä pieniin korjaushitsauksiin. Käyttöalue alkaa noin 0,1 mm:n ainepaksuudesta. (www.wikipedia.org/hitsaus)

Hitsausprosessin etuja ovat muun muassa hyvä sulan ja tunkeuman hallinta, tarkasti säädeltävä lämmöntuonti ja hitsin puhtaus. Hitsaus on mahdollista ilman lisäainetta, hitsin päälle ei muodostu kuonakerrosta, ja hitsistä saadaan helpommin halutun muotoinen kuin muilla hitsausprosesseilla. Huonoja puolia ovat hitsaamisen hitaus sekä useissa tapauksissa laitteiston kallis hinta. Hitsaus on suoritettava suojausta tuulelta. TIG-hitsausta pidetään yleensä vaativampana kuin muita kaarihitsausmenetelmiä, koska hitsaaja joutuu käyttämään poltinta toisella kädellä ja syöttämään lisäainetta toisella.

(www.wikipedia.org/hitsaus)

3.4.4 Puikkohitsaus

Puikkohitsaus (UK: MMA Welding (Manual Metal Arc welding); US: Shielded Metal Arc Welding (SMAW)) on vanhin ja tunnetuin kaarihitsausprosessi. Puikkohitsauksessa valokaari palaa puikon ja hitsattavan kappaleen välissä. Hitsattaessa perusaine ja lisäainepuikon sydän sulavat valokaaren vaikutuksesta ja lisäaine siirtyy puikon pinnoitteesta syntyneen kuonan ympäröiminä pisaroina hitsisulaan. Lisäaine ja perusaine sekoittuvat hitsisulassa ja kuona jää hitsin pintaan. Hitsisulan jähmetyttyä kuona voidaan hakata irti ja näin paljastuu valmis hitsi. Joissakin lisäainepuikoissa on päällysteeseen lisätty metallijauhetta, joka myös sulaa hitsiin lisäaineeksi, mikä lisää puikon riittoisuutta. Hitsin jäähdyttyä poistetaan hitsin pinnalle kovettunut kuona. Puikkohitsauksen etuja ovat monipuolisuus ja toimivuus hankalissakin olosuhteissa. Se kestää mainiosti mm. tuulta ja vettä. Puikkohitsaus ei sovellu ohuille (alle 1,0 mm) ainepaksuuksille, mutta muuten ainepaksuudelle ei käytännössä ole rajaa. (www.wikipedia.org/hitsaus)

Puikkohitsauksessa käytetään joko vaihto- tai tasavirtaa. Edulliset hitsausmuuntajat tuottavat vaihtovirtaa. Tasavirtaa tuottavat hitsausmuuntajat ovat olleet selvästi kalliimpia, mutta hintaero on tasoittumassa. Tasavirtaa on tuotettu muun muassa pyörivän moottori-tasavirtageneraattori -yhdistelmän avulla ja seleenitasasuuntaajilla. Nykyisin tehoelektronikalla toteutetut invertterit ovat suosittuja keveyden ja hyvien hitsausominaisuuksien vuoksi. (www.wikipedia.org/hitsaus)

Hitsauspuikko valitaan hitsattavan kohteen (aineen paksuus, materiaali) sekä hitsauskoneen (tasavirta, vaihtovirta) mukaan. Vaihtovirtakoneella ei voi hitsata kaikkia kohteita. Hitsauspuikon paksuus valitaan lähinnä aineen paksuuden mukaan. Hitsauspuikot voidaan luokitella kolmeen perustyyppiin päällysteensä mukaan: happamat, emäksiset ja rutiilipuikot. Tavallisten teräsrakenteiden hitsauksessa tasavirralla on emäksinen puikko yleisin. Rutiilipuikkoja käytetään joidenkin erikoisratkaisujen ohella hitsattaessa vaihtovirralla rakenneteräksiä. Hitsauspuikkoja on eri vahvuisia aina 1 millistä 4 milliin asti. (www.wikipedia.org/hitsaus)

3.5. ROBOTTIHITSAUS VS. KÄSIHITSAUS

Pyrittäessä hitsaavan tuotannon tehostamiseen siirtymällä käsihitsauksesta robotisoituun hitsaukseen, on otettava huomioon investoinnin kustannukset ja hitsausprosessin optimointi. Robottihitsausaseman investointikustannukset ovat moninkertaiset verrattuna manuaalisiin hitsauslaitteisiin. Robotisoidun hitsauksen kaariaikasuhdetta tulisi täten nostaa lähes 90 %, jotta investoinnista tulisi kannattava. (Hamilton Nicolas & Iso-Kuorti Juha, Tutkintotyö)

Hitsauksessa automatisointi mahdollistaa tasaisen laadun, mikäli hitsausparametrit ovat kohdallaan. Toisaalta taitava käsihitsaaja saa aikaan, olosuhteista riippuen, parhaimmillaan selvästi laadukkaampaa jälkeä. On myös sellaisia hitsauskohteita, joita robotilla ei ole mahdollista hitsata esimerkiksi vaikean sijainnin takia. Robotin heikkona puolena voidaan myös pitää sen standardisoitujen parametrien mukaista hitsaustyyliä. Robotti ei välttämättä havaitse railon seurannalla railossa esiintyviä tilavuuseroja tai muita vastavia, jotka käsihitsaaja pystyy havaitsemaan ja kompensoimaan hitsatessaan. Kuitenkin jos hitsausrailo on hyvin valmisteltu ja esikäsitelty ja parametrit ovat kohdallaan, saadaan hitsausrobotilla usein aikaan paremman näköinen ja parempilaatuinen liitos kuin manuaalisesti hitsaamalla. (Hamilton Nicolas & Iso-Kuorti Juha, Tutkintotyö)

3.6. SIMULOINTI JA KALIBROINTI

Robottijärjestelmiä suunniteltaessa voidaan järjestelmästä tehdä simulointimalli, jolla testataan järjestelmän toimivuus ja minimoidaan suunnitteluvirheet. Malliin voidaan sijoittaa erilaisia robotteja ja kappaleen hitsausta testata erilaisilla laitteistoilla. Simuloinnilla voidaan tarkastaa myös robotin ulottuvuus jokaiseen hitsiin, jolloin yllätyksiä ei tapahdu ylösajovaiheessa. Samalla selviää tahti aika hitsattavalle kappaleelle eri laitteistokokoonpanoilla. (Aalto, ym. 1999, 96.) Simulointimallia voidaan myöhemmin käyttää etäohjelmointiin, kun malli ensin kalibroidaan. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kun robottijärjestelmä on simuloitu suunnitteluvaiheessa, kappaleen hitsausohjelmat ovat jo valmiiksi tehtynä ja tuotannon ollessa täydessä vauhdissa ohjelmien muuttaminen onnistuu ilman tuotantoseisokkia.

3.6.1 Simuloinnin vahvuudet ja heikkoudet

Oikein käytettynä simulointiohjelma on erittäin hyvä työkalu tuotannon järjestelmien suunnittelussa. Monesti jonkin ongelman luonteesta tai ratkaisumahdollisuuksista syvällisemmän tiedon saanti on mahdollista ainoastaan simuloinnilla. Myös simuloinnilla on heikkoutensa ja ne tulee tiedostaa väärinkäsitysten ja virheiden välttämiseksi. Seuraavaksi on listattu vahvuuksia ja heikkouksia. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen. 1997, 328.)

Vahvuudet

- kokeilumahdollisuuksia on periaatteessa rajaton määrä
- vaihtelu pystytään ottamaan huomioon
- simulointimalli lisää ymmärrystä järjestelmän toiminnasta
- tuotantoa ei häiritä
- on edullinen
- animaatiosta tulos nähdään vakuuttavasti
- simuloitu malli on helpommin ymmärrettävissä kuin matemaattinen malli
- muutoksen tekeminen on kohtuullisen helppoa. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen. 1997, 328.)

Heikkoudet

- vaarana on, että todellisuus ja malli eivät vastaa toisiaan
- tulosten oikeellisuus on vaikea todistaa
- tulokset ovat usein epätarkkoja
- oleellisen tiedon erottaminen on tärkeää, koska simulointi tuottaa paljon informaatiota
- huolellisesti tehtynä tutkimus kuluttaa aikaa
- epäolennaisuuksiin takertuminen on vaarana
- tulosten ennakointi on vaikeaa
- optimiratkaisua ei välttämättä saavuteta, koska simulointi on kokeellinen menetelmä. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen. 1997, 328.)

3.6.2 Kalibrointi

Kalibroinnilla pyritään saamaan mallinnettu etäohjelmointisolu vastaamaan todellista solua mahdollisimman tarkasti. Kalibroinnilla voidaan korjata geometriset virheet eli robotin, oheislaitteiden ja työkalupaleiden oikeat sijainnit. Yleensä kalibroidaan vielä robotin nivelten nollakohtien poikkeamat ja työkalupisteet. Kun mallista halutaan todella tarkka, kalibroidaan lisäksi robotin nivelvarsien pituudet ja nivelten pyörähdysakselien kallistukset. Pienissä robottisoluissa voidaan kalibrointiin käyttää robottia mittalaitteena ja koordinaattimittalaitteella mitattua piikkimattoa, jossa on yleensä kolme tai useampi vastinpiikki. Kalibrointimittaukset tehdään ajamalla robotin kalibrointi- ja vastinpiikki vastinpiikkeihin. Isommissa soluissa, joissa robotti on esimerkiksi kiinni lineaariradalla, on helpompaa ja nopeampaa käyttää ulkoista mittalaitetta. Ulkoinen mittalaite on yleensä tarkempi ja sillä voidaan kerätä suurempi määrä mittauksia myös ympäröivästä solusta kohtuullisessa ajassa. Mittaustieto syötetään etäohjelmointi-ohjelman kalibrointifunktiolle, joka korjaa poikkeamat mallissa. Kalibrointifunktio antaa käyttäjälle palautteen kalibroinnin onnistumisesta virhemarginaaleina. Kalibroinnin tulos tarkastetaan vielä robotille tehtävällä tarkastusohjelmalla ajamalla robottia tarkastuspisteisiin.

(Aalto, ym.1999, 104–105.)

4 ROBOTIN OHJELMOINTI

4.1. ONLINE-OHJELMOINTI

Online-ohjelmointitavassa robottia tarvitaan ohjelmoinnissa, joten se ei voi olla tuotannossa mukana. Online-ohjelmointitapoja ovat opettamalla ohjelmointi, käsiohjaimella ohjelmointi, näyttämällä ohjelmointi ja konenäköpohjainen ohjelmointi.

(Malm 2008, 95.)

4.1.1 Opettamalla ohjelmointi

Robotin ohjelmointiin käytetään käsiohjainta. Ohjaimella robotti ajetaan haluttuun pisteeseen, joka tallennetaan muistiin. Sitten siirrytään seuraavaan pisteeseen.

(Malm 2008, 95.)

4.1.2 Käsiohjaimella ohjelmointi

Oliopohjaisessa ohjelmoinnissa käytetään valmiita ikoneita ohjelman teossa. Ohjelmointi voi olla myös valikkopohjaista tai tekstipohjaista, joka tosin vaatii ohjelmointikielen hallintaa. (Malm 2008, 95.)

4.1.3 Näyttämällä ohjelmointi

Robotille näytetään taluttamalla haluttu asema tai opetetaan haluttu liikerata. Maalausrobotit ovat yleisimpiä näyttämällä ohjelmoituja robotteja. Tämän ohjelmointitavan heikkoutena on liikeradan epätarkkuus. (Aalto ym. 1999, 78.)

4.1.4 Konenäköpohjainen ohjelmointi

Aluksi kohteesta otetaan kuva, jonka perustella konenäköjärjestelmä päättää itsenäisesti pisteensä. Riippuen järjestelmän itsenäisyydestä käyttäjä hyväksyy tai hylkää liikeradat ja makrot. (Malm 2008, 95.)

4.2. OFFLINE-OHJELMOINTI

4.2.1 Robottien mallipohjainen ohjelmointi (offline)

Ohjelmointi suoritetaan ilman tuotantorobottia, tuotannon ulkopuolisessa tietokoneessa käyttäen 3D graafista käyttöliittymää ja robotin ja sen oheislaitteiden simulointimalleja sekä hyödyntäen valmistettavan tuotteen suunnittelun 3D-muototietoa. (Robotiikka yleinen)

Robottien etäohjelmoinnilla eli offline-ohjelmoinnilla (OLP) tarkoitetaan ohjelmointiprosessin suoritusta muualla kuin itse robottisolussa. Koska robottia ei tarvitse pysäyttää ohjelmoinnin ajaksi, voidaan ohjelmointi suorittaa tuotantoa häiritsemättä. Etäohjelmointi parantaa tuotannon laatua, lisää joustavuutta ja lyhentää seisokkiaikoja. Offline-ohjelmointi antaa mahdollisuuden kappaleen valmistuksen simuloimiseen ennen varsinaiseen tuotantoon siirtymistä. Tällöin koekappaleiden määrä vähenee ja liikeradat voidaan tarkastaa ja tarvittaessa korjata etukäteen. Onnistunut etäohjelmointi vaatii valmistettavien osien mittatarkkuutta ja solun komponenttien tarkkaa layout-suunnittelua. (Robottien etäohjelmointi 2007, 5)

4.2.2 Tekstipohjainen etäohjelmointi

Ohjelmointi tehdään tietokonetta käyttäen. Tämä tapa mahdollistaa monimutkaiset ohjelmarakenteet, mutta vaatii ohjelmointikielen hyvää hallitsemista. (Malm 2008, 97.)

4.2.3 Etäohjelmoinnin työn kulku

Etäohjelmoinnin kulku voidaan esittää seuraavan karkean kaavan mukaisesti. Ensimmäisenä offline-ohjelmaan mallinnetaan tuotantosolu mahdollisimman tarkasti. Robotti otetaan yleensä ohjelman valmiista robottikirjastosta. Robottiin liitetään työkalu, ja robotin liikkeen kannalta oleelliset solun komponentit mallinnetaan. Seuraavaksi asetetaan robotin ja solun parametrit. Mahdolliset riippuvuudet, I/O-liitännät ja rekisteriarvot annetaan ohjelmalle. Lisäksi asetetaan työkalun keskipiste (TCP). (Takaneva Tero, tutkintotyö)

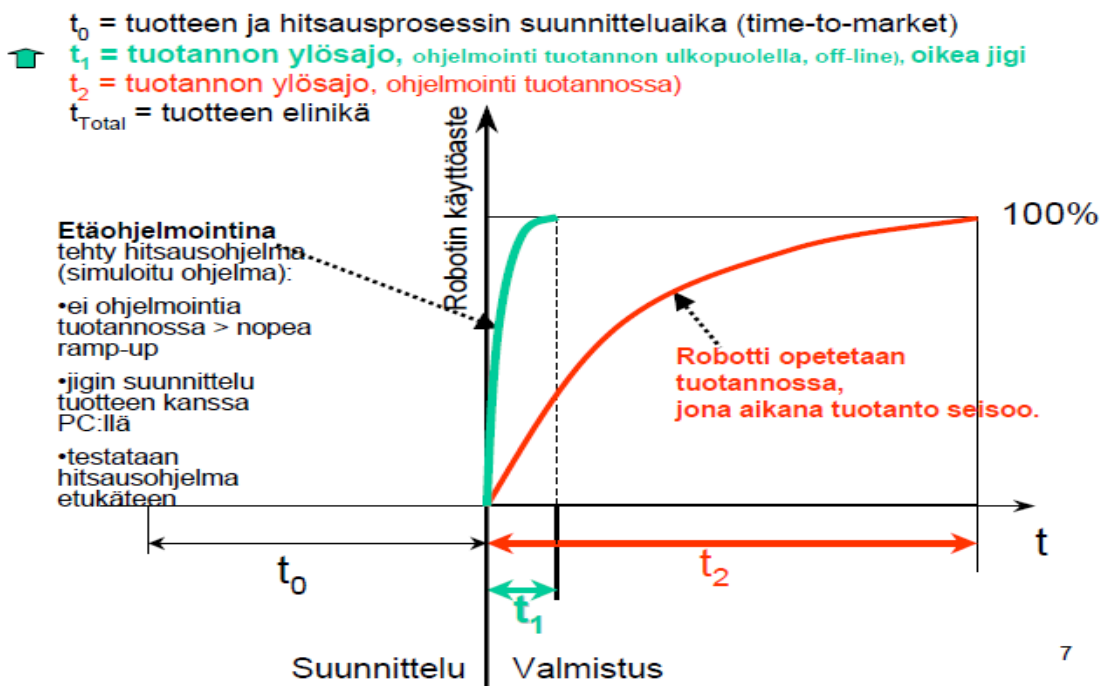
Seuraavassa vaiheessa ohjelmoidaan robotin pisteet ja liikeradat. Pisteiden paikat tulevat lähes aina työkappaleen mukaan, olipa työkappale kiinni jigissä tai robotissa. Pisteisiin ja liikeratoihin liittyvät prosessiparametrit annetaan ja kiihtyvyydet, lähestymisradat, toistot ym. määritellään. (Takaneva Tero, tutkintotyö)

Seuraavana voidaan suorittaa simulointi. Simuloinnissa tarkastellaan, pystyykö robotti suorittamaan annetut liikeradat. Simuloinnissa mahdollisesti esiintyvät viat tai liikeratojen epäpuhtaudet tulee korjata. Myös mahdollisten anturien ym. simulointi voidaan suorittaa ohjelmassa. (Takaneva Tero, tutkintotyö)

Offline-ohjelmoinnin hyviä puolia on se, että sillä voi suunnitella kokonaisia robottijärjestelmiä ja tehdä työn tutkimusta esim. tahtiaikojen sekä törmäysten tarkastelut.

Kun ohjelma on simuloitu ja testattu, voidaan generoida robotin ohjelma ja siirtää se oikeaan tuotantosoluun. Ohjelma on vielä testattava huolella tuotantosolussa, ennen kuin voidaan siirtyä lopulliseen tuotantoon. (Takaneva Tero, tutkintotyö)

\$ Tuotantoseisokkien poistaminen



KUVIO 10. Esimerkki kuinka etäohjelmoinnilla saadaan pudotettua tuotantoseisokkeja.

(www.delfoi.com)

4.3. ROBOTIN ETÄOHJELMOINTIIN KÄYTETTYJÄ OHJELMISTOJA

Offline-ohjelmia on saatavilla sekä robottivalmistajien omia tai ns. geneerisiä versioita. Eri robottivalmistajat tarjoavat omille robottimalleilleen sopivia ohjelmistoja. Geneeriset ohjelmistot saattavat tarjota useiden eri robottivalmistajien malleja ohjelmistossaan. (Robottien etäohjelmointi 2007, 8)

Robotin etäohjelmointiin on saatavilla robottimerkistä riippuen useita etäohjelmointiohjelmia. Yleensä robottivalmistajalla on saatavana oma sovellus robotin etäohjelmointiin, mutta nämä ovat yleensä hyvin suppeita sovelluksia ja soveltuvat vain valmistajan omille roboteille. Robottivalmistajien sovelluksista erimerkkeinä voin mainita Kukan KUKA Sim, Motomanin MotoSim EG, ABB:n RobotStudio. Robottivalmistajien sovellukset räätälöidään sovelluskohtaisesti asiakkaan tarpeisiin. Markkinoilla on myös saatavana yleissovelluksia joilla voidaan ohjelmoida useita eri robotteja eri valmistajilta, näistä on hyvä mainita Delmian sovellukset Igrip, Robotics V5 sekä V6. Yleissovelluksen hyvänä puolena on se, ettei sitä tarvitse muokata jos tuote tai sovelluskohde vaihtuu, vaan voidaan samalla ohjelmalla muokata solusta uusi malli ja kalibroida se vastaamaan todellisuutta. Näin voidaan käyttää samaa etäohjelmointisovellusta laajemmin hyväksi. Huonona puolena on se, että joudutaan hankkimaan laajasovellus, jonka kaikkia ominaisuuksia ei aina tulla hyödyntämään. Robottisimulointiohjelmistojen toimittajilla on pyrkimys räätälöidä asiakkaalle sopiva ohjelmisto (Delfoi), jotta sen käyttäminen olisi mahdollisimman yksinkertaista ja helppoa, sekä täyttäisi asiakkaan vaativat vaatimukset. (Luostari Kimmo ja Isokoski Janne, Tutkintotyö).

5 POHDINTA

Opinnäytetyön päätavoitteena oli tuottaa Tampereen ammattikorkeakoulun konelaboratoriolle Delmia V5-etäohjelmointiohjelmaan liitettyyn Delfoin hitsauskäyttöliittymään selkeä ohje. Ohjetta tullaan käyttämään muun oppimateriaalin tukena, ja robotiikan opiskelijat voivat tämän ohjeen avulla oppia perusteet kyseisestä ohjelmasta, ja saada alkutuntumaa offline-ohjelmoinnista yleisesti.

Työ edellytti syvällisempää perehtymistä Catia-pohjaiseen Delmia V5 R20- ohjelmaan, sekä Delfoin hitsauskäyttöliittymään. Ohjelman alkeet olivat minulle tuttuja Delfoin kurssilta.

Työn suurimmat haasteet olivat uuden ohjelman oppiminen ja kuvien piirtäminen Catia V5 r18 ohjelmalla niin että ne ovat simuloitavissa.

Käytännön huomiona totesin, että Catia-pohjainen sovellus vaatii pöytäkoneen toimiakseen toivotulla tavalla. Sovellus on turhan raskas esim. kannettavan tietokoneen pyörittäväksi, jolloin koko sovellus herkästi kaatuu. Sovelluksen käyttö vaatisi lisäksi minimissään 26” näytön, sillä pieneltä näytöltä katsottaessa ja tarkkaa työtä tehdessä silmät väsyvät nopeasti.

Satunnaisista sovelluksen käyttöön liittyvistä haasteista huolimatta koen, että olen saanut aikaan toimivan käyttöohjeen. Uskon, että tekemästäni ohjeesta tulee olemaan käytännön hyötyä opiskelijoille, ja se tulee tukemaan muuta kursseilla käytettävää oppimateriaalia toivotunlaisesti.

LÄHTEET

Aalto, H. & Lylynoja, A. 2005. Robottien offline –ohjelmointiprojektin toteutus. [PDF dokumentti]. [Viitattu 20.10.2011].

Saatavissa: http://www.delfoi.com/web/solutions/production/robotiikka/fi_FI/off-line/

Aalto, H. 2005. IGRIP UltraArc. [WWW-dokumentti]. Delfoi Oy.

[Viitattu 11.10.2011].

Saatavissa:http://www.delfoi.com/web/solutions/production/robotiikka/fi_FI/off-line/files/73872456328021977/default/UltraArc_lyhyt%20esitys3.pdf

Aalto, H., Heilala, J., Hirvelä, T., Kuivanen, R., Laitinen, M., Lehtinen, H., Lempiäinen, J., Lylynoja, J., Renfors, J., Selin, K., Siintoharju, T., Temmes, J., Tuovila, T., Veikkolainen, M., Vihinen, J. & Virtanen, A. 1999. Robotiikka. Vantaa: Talentum Oyj / Metallitekniikka

Bölmsjo, G., Loureiro, A. & Pires, J. N. 2006. Welding Robots. Lontoo: Springer.

Esab.fi

Saatavissa: <http://www.esab.fi/fi/fi/education/processes.cfm>

[Viitattu 11.10.2011].

Esko, M. (2009). Tutkintotyö: Hitsaus- ja koneistus FMS-järjestelmällä.

Seinäjoki: SEAMK

Hamilton, N. & Iso-Kuortti, J. (2002). Tutkintotyö: Etäohjelmoinnin hyödyntäminen ja kehittäminen raskaiden teräsrakenteiden robottihitsauksessa. Tampere: TAMK.

Howard B, Cary & Helzer, Scott C. *Modern welding technology*. Columbus, Ohio: Pearson Prentice Hall, 2005.

Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Metso, T. & Putkonen, K. 2001. Logiikat ja ohjausjärjestelmät. Vantaa: WSOY.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantjärjestelmät. 1. p. Porvoo: WSOY.

Robottiikka yleinen. Saatavissa: miniweb.lpt.fi/.../opetus/.../Robottiikka_yleinen.pdf

Ruukki.com

Saatavissa: <http://www.ruukki.com/Tuotteet-ja-ratkaisut/Terastuotteet/Metal-coated-coils-and-sheets/~media/Finland/Files/Terastuotteet/Ruukki-Kylm%C3%A4valssatut-ja-metallipinnoitetut-ter%C3%A4kset-Vastushitsausopas.ashx>

[Viitattu 11.10.2011].

Sfs.fi

Saatavissa: http://www.sfs.fi/julkaisut/sfs_julkaisut/sfs_kasikirjat/kk54.html

[Viitattu 11.10.2011].

Suomen robotiikkayhdistys Ry.(1999). Robottiikka.(<http://www.roboyhd.fi>)

[Viitattu 11.10.2011].

Takaneva T. (2010). Tutkintotyö: Levyntyöstökoneen robotisoitu palvelu.

Tampere: TAMK

Teknillinen Korkeakoulu 2008. Hitsausrobotit [viitattu 21.11.2011].

Saatavissa: https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/kon.../seminaari_hitsaus_pdf.pdf

Robottien etäohjelmointi; Seminaarityö, Teknillinen Korkeakoulu, Konetekniikan osasto.

Wikipedia. 2011. Vapaa tietosanakirja. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/hitsaus>.

[Viitattu 11.12.2011].

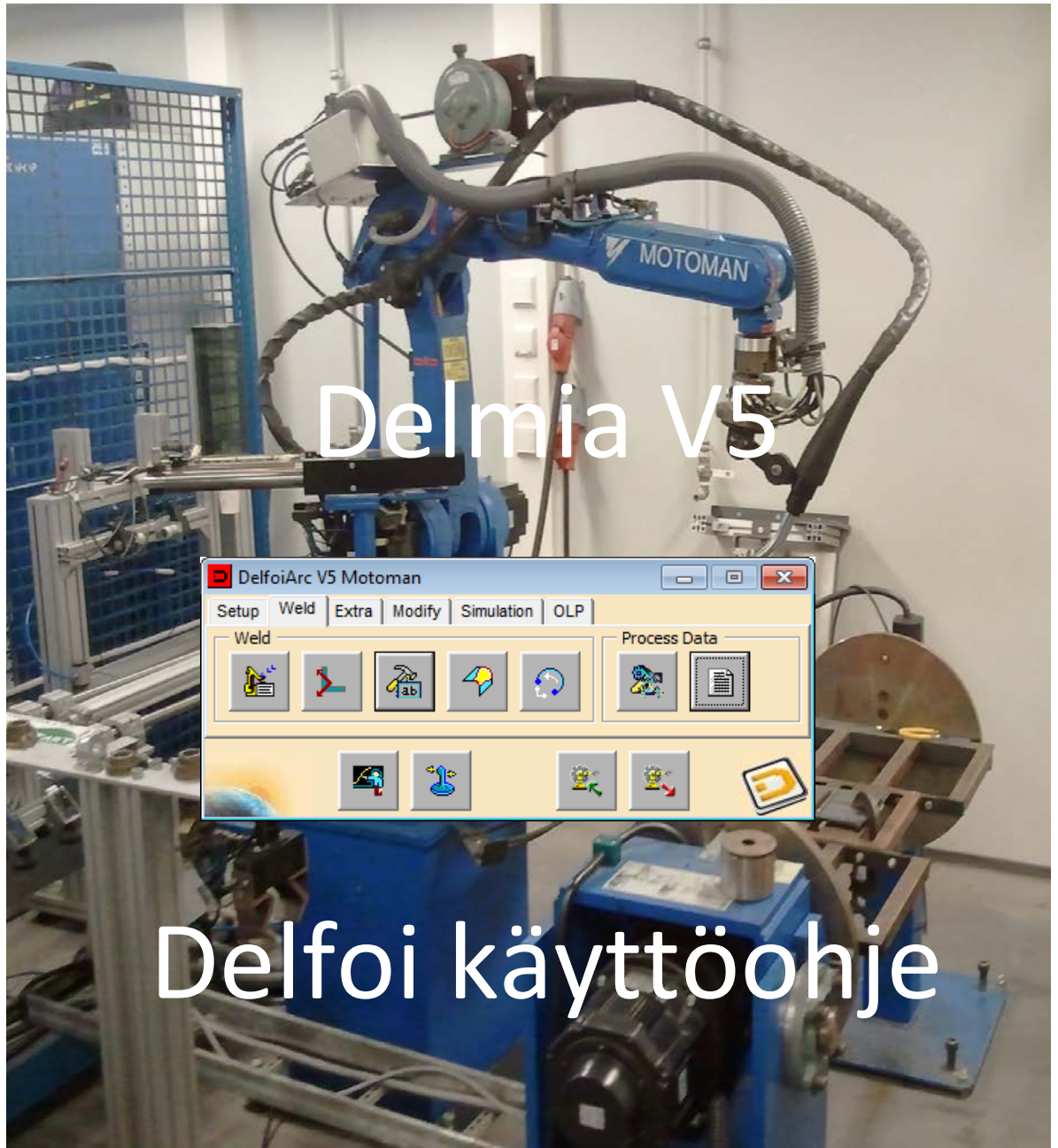
Ylihärsilä,M. (2010). Tutkintotyö: Robotisoidun hitsauksen etäohjelmointi.

Seinäjoki: SEAMK.

LIITTEET

Liite 1. Delmia V5 ohjelmaan Delfoin hitsauskäyttöliittymän käyttöohje

.



SISÄLLYS

1. OHJELMAN AVAAMINEN.....	41
2. YLEISKUVA VALMIISTA LÄHTÖTILANTEESTA	44
3. TIEDOSTOJEN AVAAMINEN	45
4. HIIREN TOIMINNOT.....	47
5. ONGELMIA?.....	48
6. HITSAUSKÄYTTÖLIITTYMÄN KÄYTTÖ	49
7. KAPPALEEN KIINNITTÄMINEN	51
8. KAPPALEIDEN SIIRTELYSTÄ	52
9. PERUSHITSAUS.....	54
10. "YLEIS" VÄLILEHTI	57
11. WELD VÄLILEHTI.....	62
12. EXTRA VÄLILEHTI	70
13. MODIFY VÄLILEHTI.....	73
14. SIMULATION VÄLILEHTI	76
15. OLP VÄLILEHTI.....	80

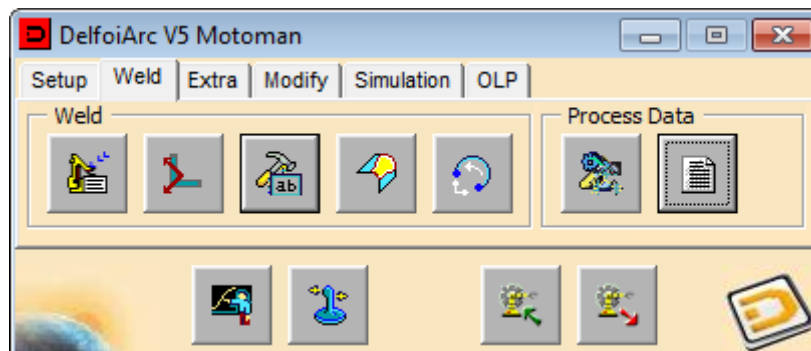
1 OHJELMAN AVAAMINEN



Tuplaklikkaa työpöydällä kuvaketta DELMIA V5.

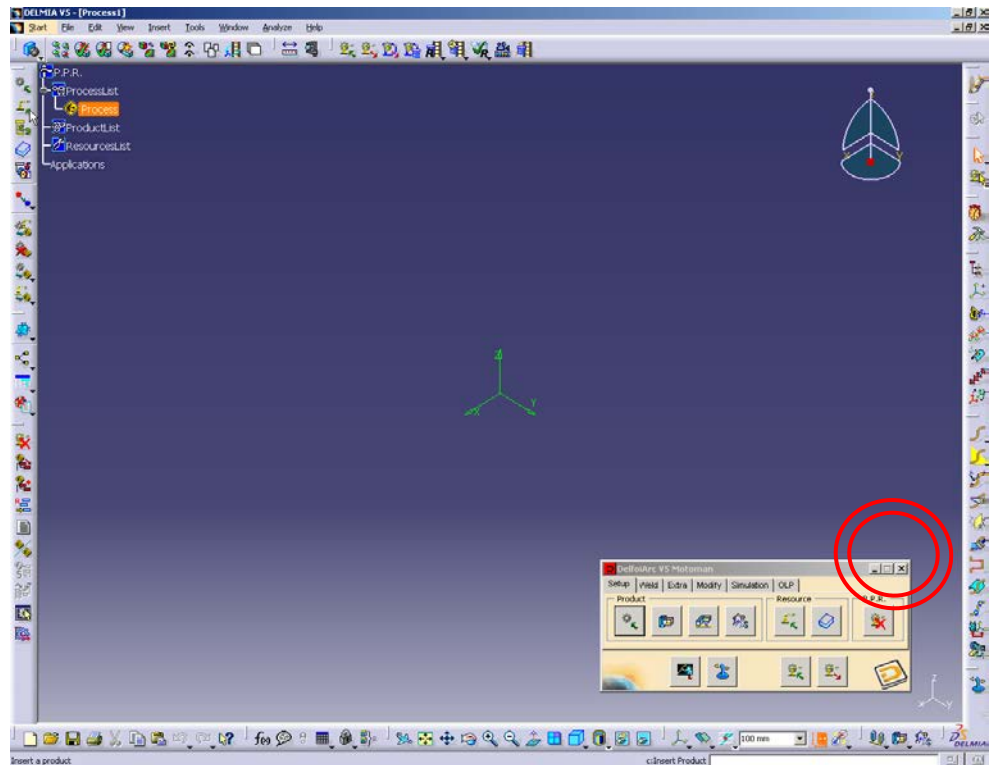


Kun ohjelma on auennut tuplaklikkaa työpöydällä kuvaketta delfoi_arc, josta aukeaa Delfoin hitsauskäyttöliittymä.

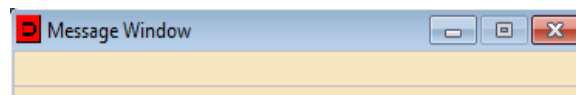


Tätä käyttöliittymää käytetään kaikissa Motoman hitsaussovelluksissa. Kaikki käyttöliittymän napit eivät välttämättä ole käytössä tässä sovelluksessa.

Ohjelman aloitusnäyttö näyttää seuraavalta:



Klikkaa Delfoi kuvaketta



ja ohjeikkuna

aukeaa hitsauskäyttöliittymän alapuolelle.

Tarvittaessa oletusasetusten muokkausohjeet

löytyvät kansioista X:\teachingmaterial\SeppoMäkelä\

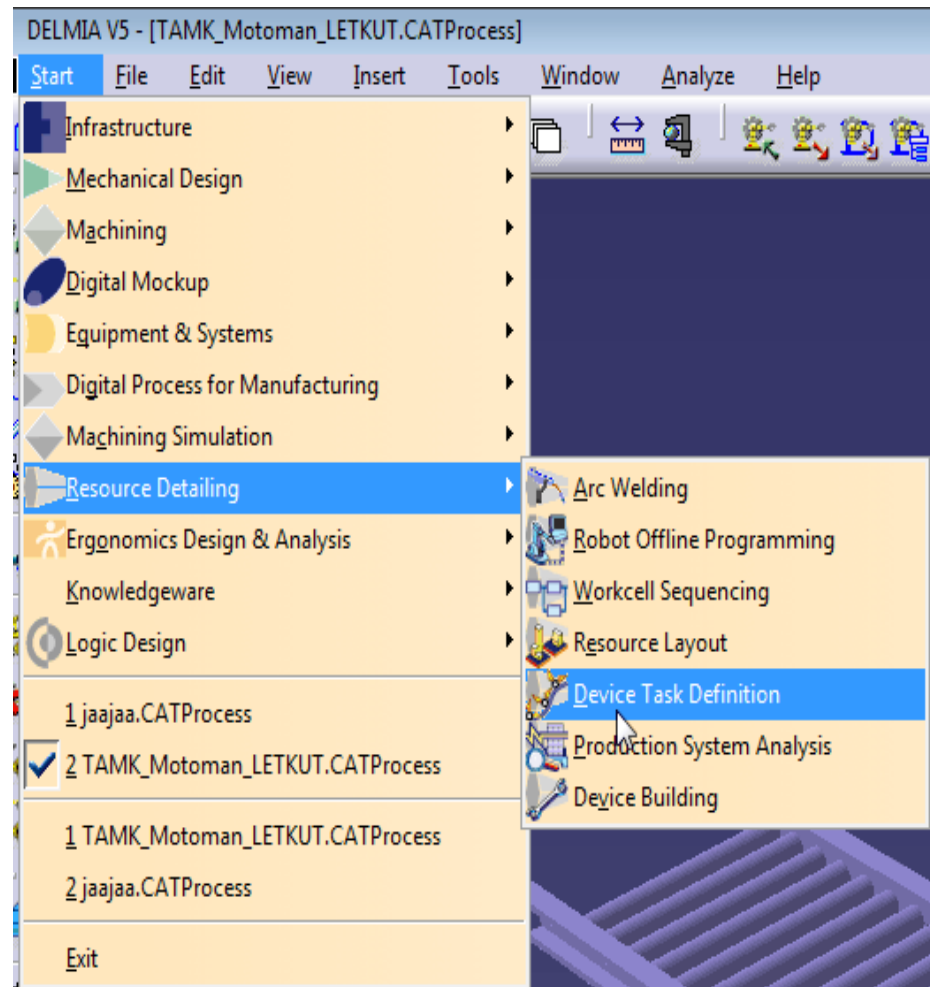
ROBO_V5\Delmia_V5_asetukset.pdf.

Ennen aloittamista varmista, että sinulla on avoinna oikea



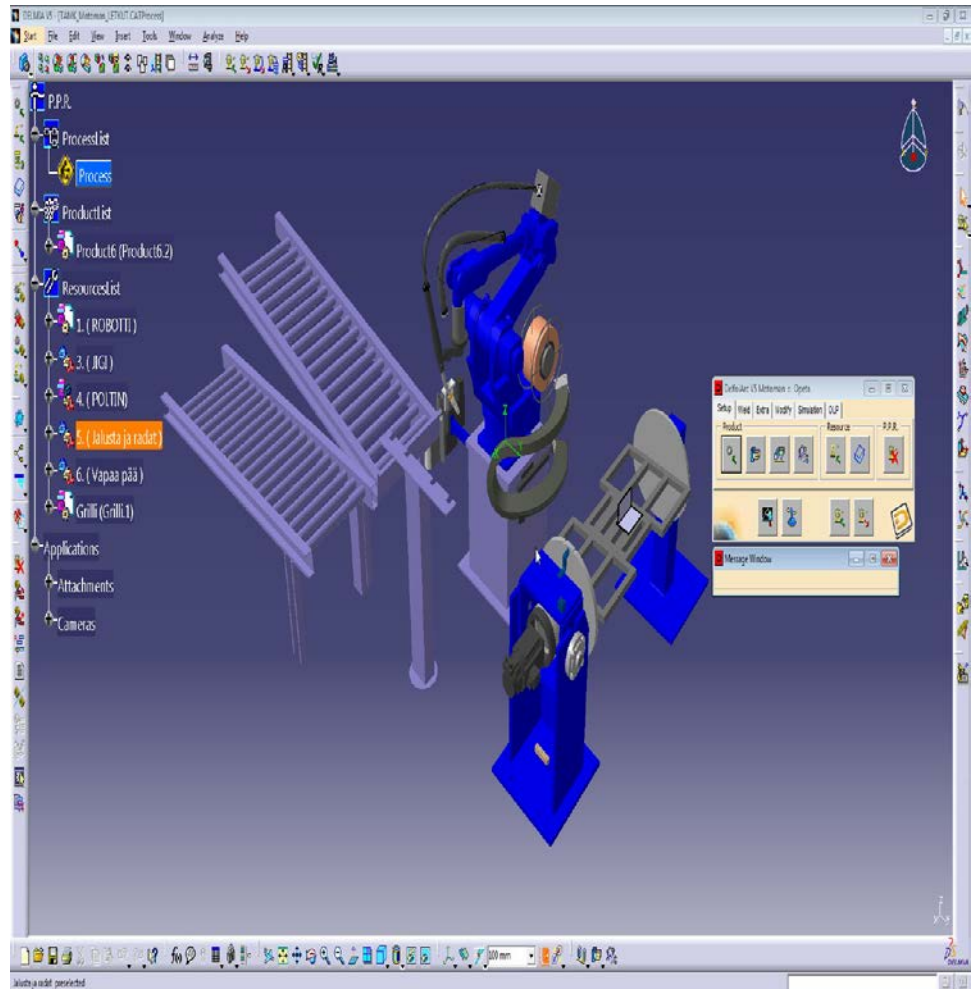
Workbench (Device Task Definition).

Start –Resource Detailing –Device Task Definition



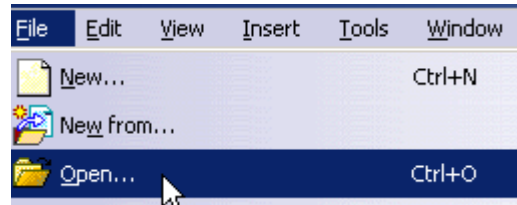
Käytettäessä Delmoi käyttöliittymää, pysytään pääsääntöisesti tässä workbench:ssä

2 YLEISKUVA VALMIISTA LÄHTÖTILANTEESTA

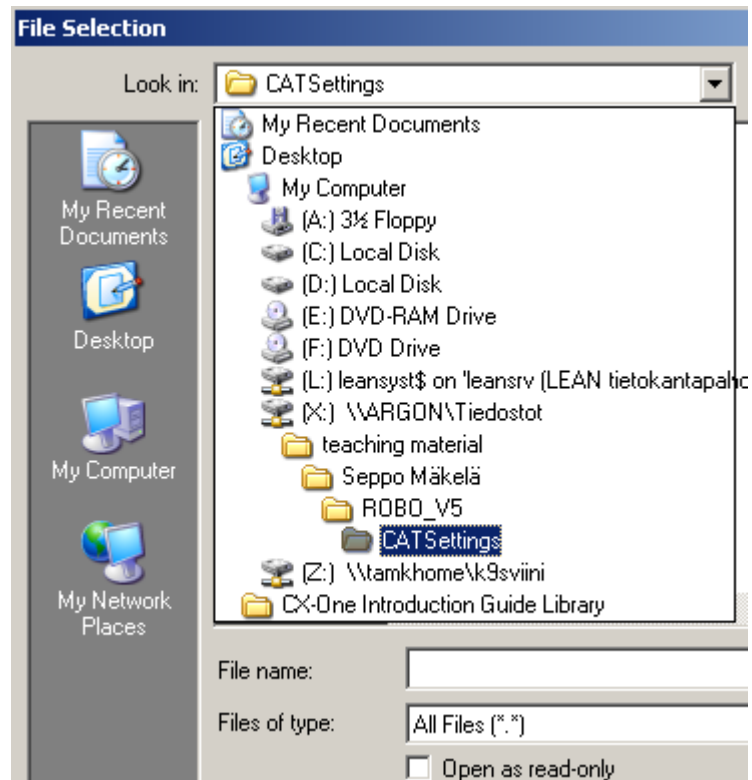


3 TIEDOSTOJEN AVAAMINEN

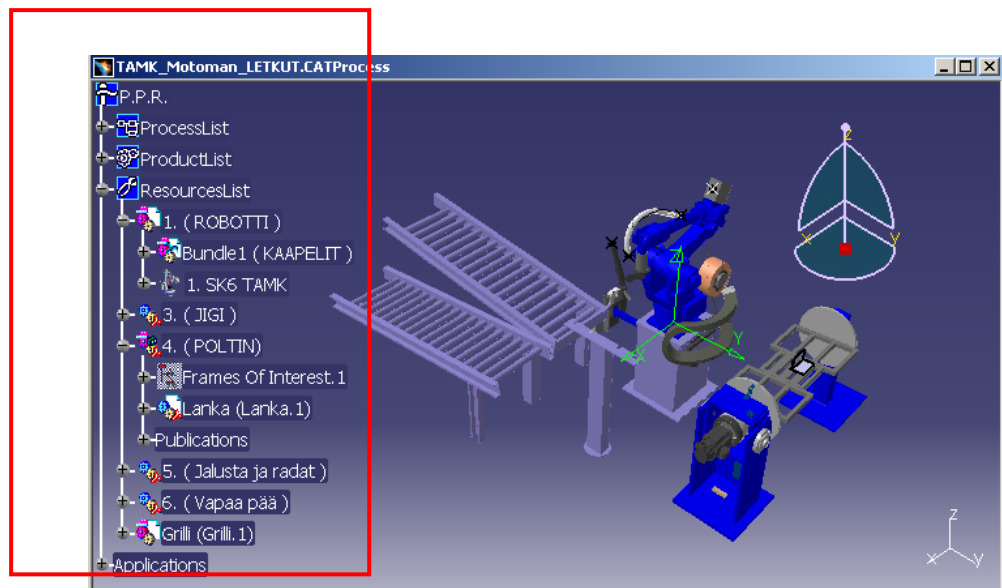
Tallennetut tiedostot avataan seuraavasti:



Valmiiksi simuloitu robottiympäristö haetaan ohjelmaan kansiota X:\teachingmaterial\SeppoMäkelä\VALMIS_START\TAMK_Motoman_LETKUT.CATProcess

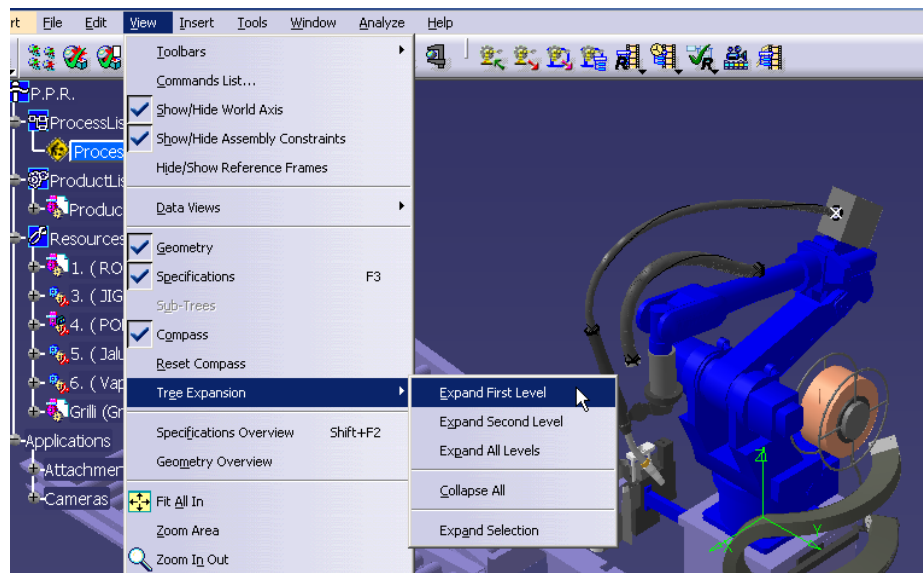


PPR-puu, josta puhutaan ohjeessa yleisesti. Puu suurenee ja pienenee kun painat ctrl + scrollaat hiiren ”keskinappia”.

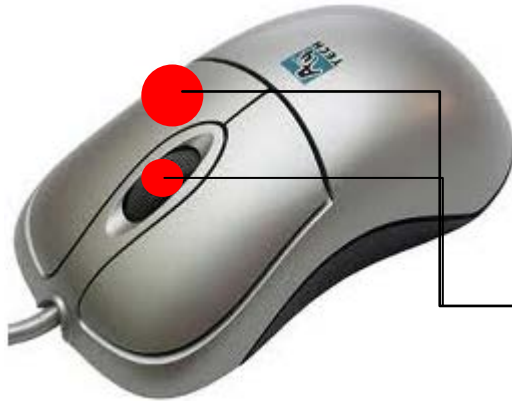


PPR-puun näkymä muutetaan selkeämmäksi valitsemalla ylävalikosta

View → Tree Expansion → Expand First Level



4 HIIREN TOIMINNOT



Paina ensin keskinappi pohjaan ja sen jälkeen paina oikea nappi pohjaan -> pystyt muuttamaan katselukulmaa



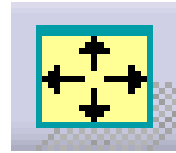
Paina keskinappi pohjaan ja näpytä oikeaa nappia -> pystyt zoomaamaan liikuttamalla hiirtä eteen ja taakse.



Paina keskinappi pohjaan -> pystyt liikuttamaan kohdetta vaaka- ja pystysuoraan.

5 ONGELMIA?


Näkymän palautus alavalikon Fit All In –kuvakkeella.



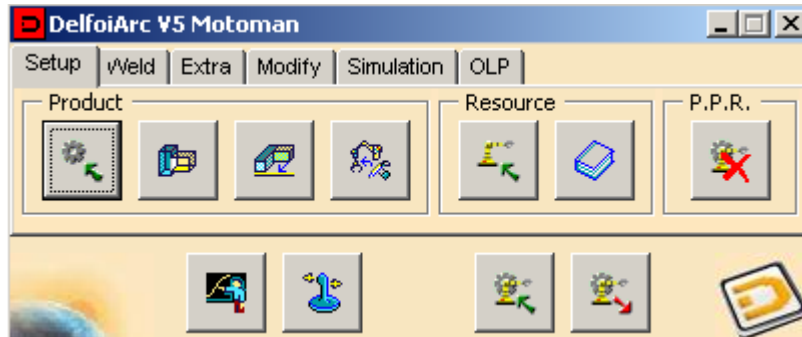
Yleisnappi ongelmatilanteisiin 😊 !

Muutamalla painalluksella saat ihmeitä aikaan.

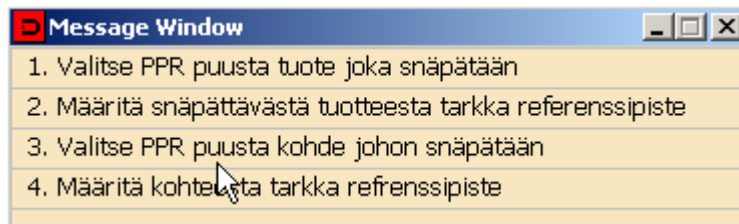


 DELMIA V5 - [TAMK_Motoman_LETKUT.CATProcess] (Not Responding)

6 HITSAUSKÄYTTÖLIITTYMÄN KÄYTTÖ

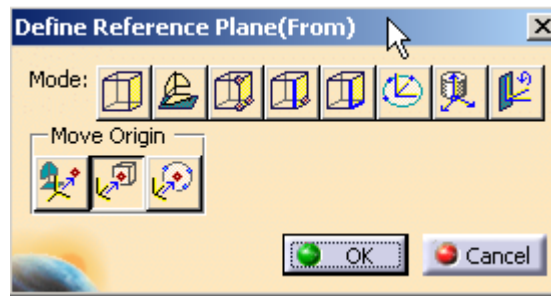


**Klikkaa snäp-
pää-painiketta
toimi annetun
infoikkunan
ohjeiden mu-
kaan**

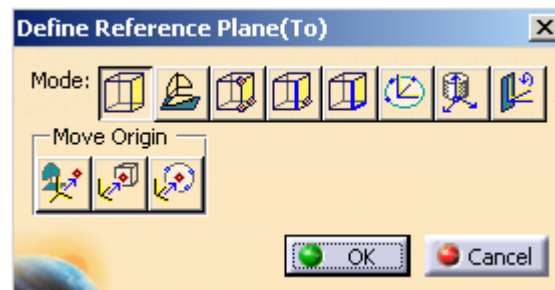


Vaihe 1:n jälkeen avautuu alla oleva ikkuna, josta valitse Move Origin –valikosta keskimäinen kuvake.

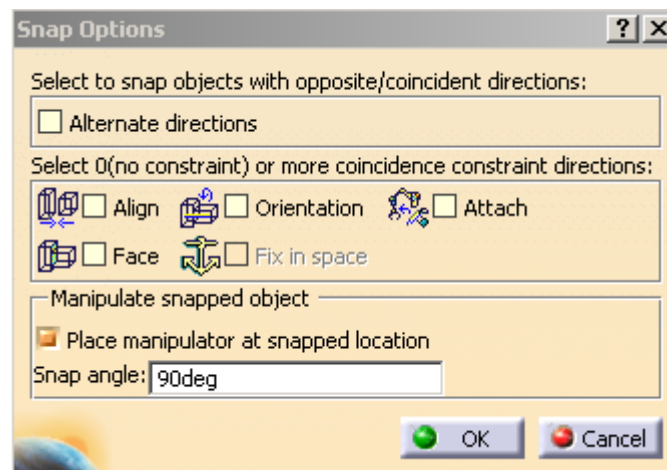
Valitse referenssipiste kappaleesta (vaihe 2). Paina OK



Vaihe 3, valitse PPR puusta kohde (JIGI) avautuu alla oleva ikkuna, josta valitse Move Origin –valikosta keskimäinen kuvake. Valitse referenssipiste jigistä. Paina OK.

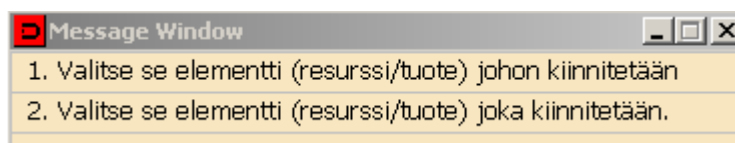
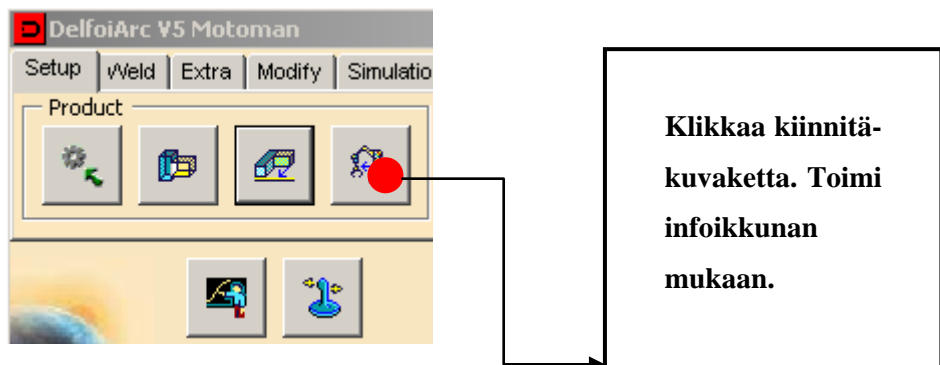


Avautuu Snap Options. Varmista, että valinta Place manipulator at snapped location on valittuna. Paina OK.



Kappaleen karkea paikoitus on tehty.

7 KAPPALEEN KIINNITTÄMINEN

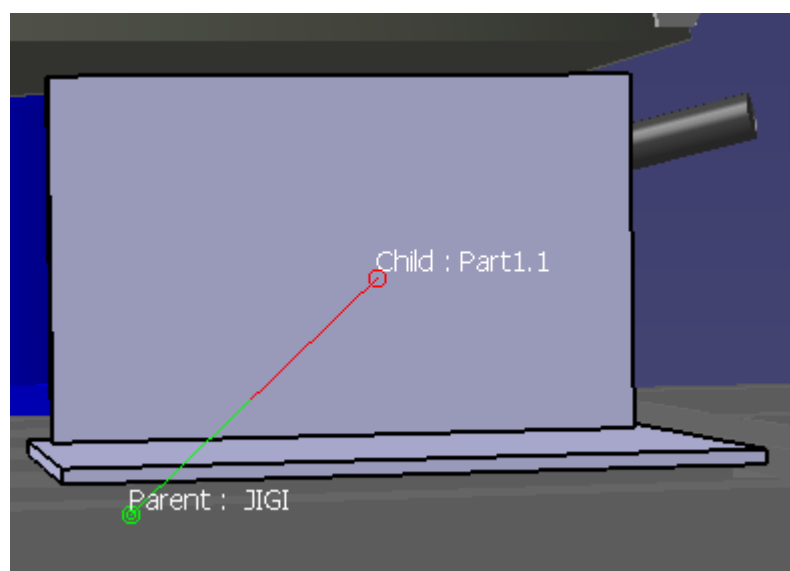


Vaihe 1, valitse JIGI PPR puusta.

Vaihe 2, valitse kappale PPR puusta



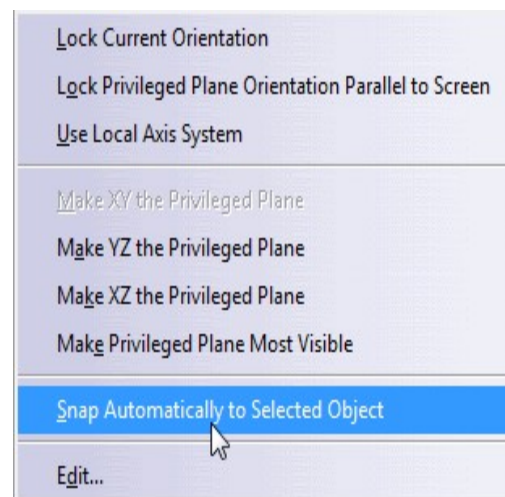
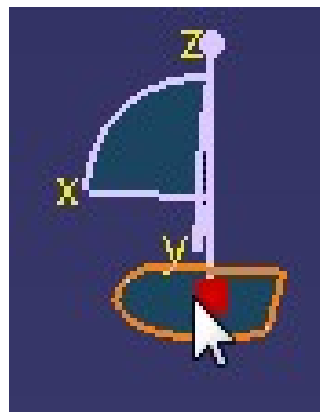
Paina OK, kappale on kiinnitetty



8 KAPPALEIDEN SIIRTELYSTÄ

Kappaleita voidaan manipuloida kahdella eri tavalla. Joko siirtämällä niitä käsin kompassin avulla tai käyttämällä Snap-toimintoa.

Klikkaa kompassin päällä hiiren oikealla napilla ja valitse Snap Automatically to Selected Object. Tämän jälkeen kompassi kiinnittyy aina valittuun geometriaan ja sitä voidaan manipuloida kompassin avulla.

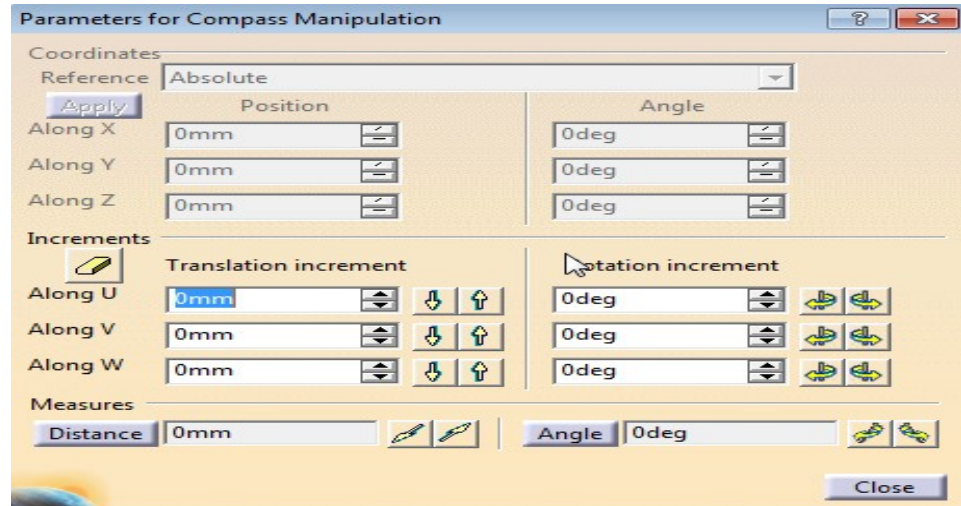


Kappaleen voit valita joko PPR-puusta tai valitsemalla jonkin geometrian kuvasta.

Huomaa, että mikäli valitset geometrian kuvasta, eivät kaikki kappaleen alikokoonpanot välttämättä liiku mukana. Tämän takia on suositeltavaa suorittaa valinta aina PPR-puusta.

Valitse ensin "hitsattava kappale". Tämän jälkeen valitse kompassi ja paina Edit.

Compass Manipulation-ikkunassa voidaan määrittää, mihin koordinaatteihin kappale halutaan siirtää. Valitsemalla halutut arvot X, Y ja Z:lle ja painamalla Apply, päivitetään kappaleen sijainti.



Increments-kohtaan voidaan määrittellä, kuinka suurin harppauksin kappaletta liikutetaan tietyn akselin suuntaisesti tai ympäri. Mikäli teet jotain muutoksia, jäävät nämä voimaan toistaiseksi.

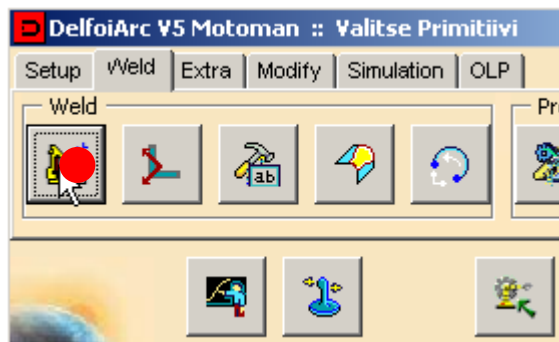
Kappaletta voidaan myös siirtää tarttumalla kompassiin ja siirtämällä sitä haluttuun suuntaan. Kappaleen koordinaatit päivittyvät sitä mukaan kun kappale liikkuu. Sinun ei tarvitse muuttaa mittayksikköjä mielessäsi, vaan voit kirjoittaa suoraan esim. "5m" ja ohjelma muuttaa sen automaattisesti ohjelman käyttämään oletusmittayksikköön.

9 PERUSHITSAUS

Valitse hitsauskäyttöliittymän Weld-välilehti. Klikkaa primitiivi eli parametrinen hitsi.

Primitiivi koostuu joukosta parametreja (mm. hitsausasento). Näiden parametrien ja tuotteen 3D geometrian avulla saadaan aikaiseksi hitsiratoja.

Primitiivi tekee lähestymis-, poistumis- ja hitsauspisteet. Asettaa liikenopeudet, liiketyypit ja prosessidatan. Laskee / asettaa ulkoisten akselien arvot.

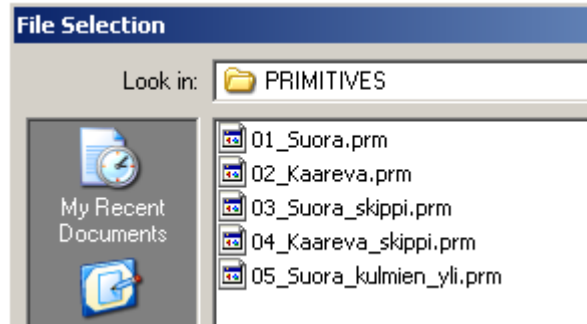


Toimi ohjeikkunan ohjeiden mukaan.

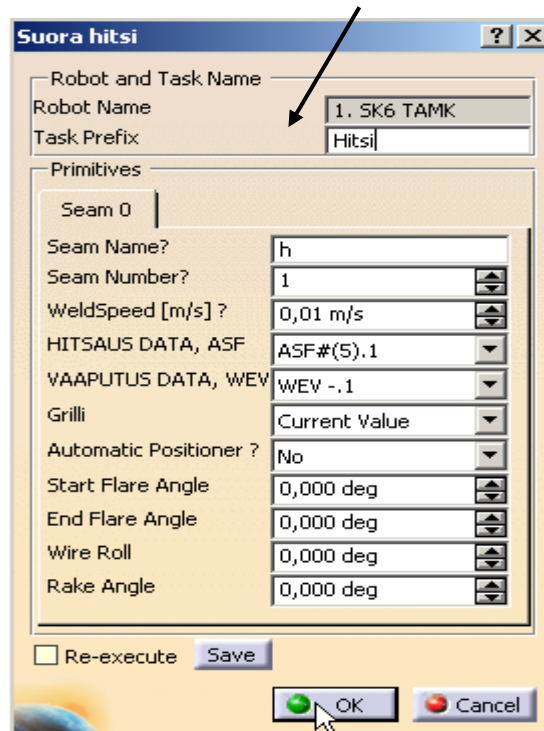


Vaihe 1, avautuu valintaikkuna

Vaihe 2, valitse primitiiviksi Suora.

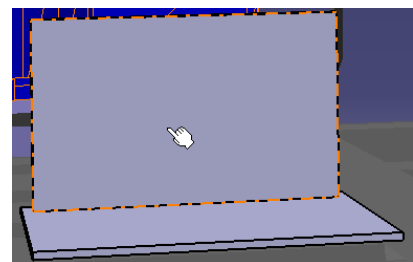


Avautuu alla oleva valikko. Nimeä hitsi. Paina OK.

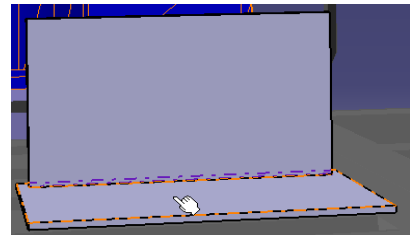


Seuraava ohje löytyy vasemmasta alakulmasta, mistä ohjeet yleisesti myös löytyvät jos esim. ohjeikkuna on "pimeänä".

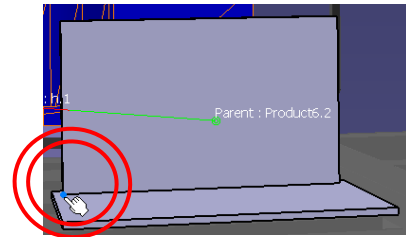
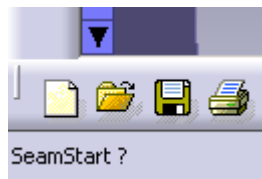
Valitse kappaleen seinämä.



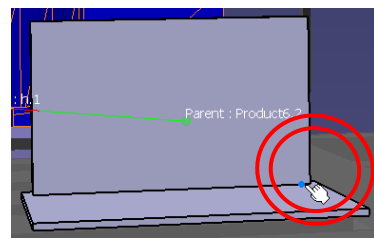
Valitse seuraavaksi kappaleen pohja.



Anna hitsaukselle aloituspiste.



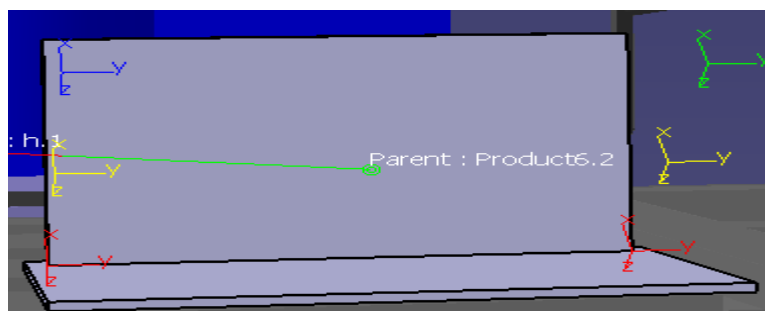
Anna hitsaukselle lopetuspiste.



Hitsausrata on määritelty.

Ohjelma olettaa että hitsit tehdään tietyistä suunnasta. Tästä syystä joissain tilanteissa pisteet generoituvat väärinpäin.

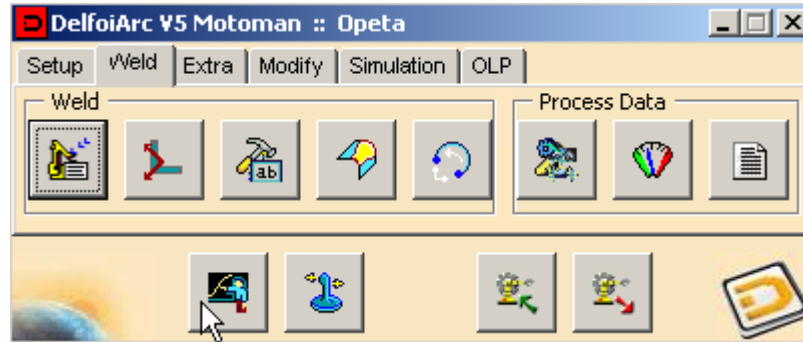
Käytä Wire roll toimintoa muuttamaan polttimen pyörähdyskulmaa. Wire roll = Langan ympäri kierto.



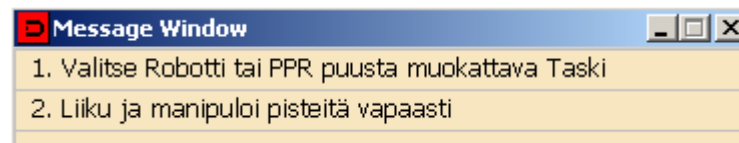
10"YLEIS" VÄLILEHTI



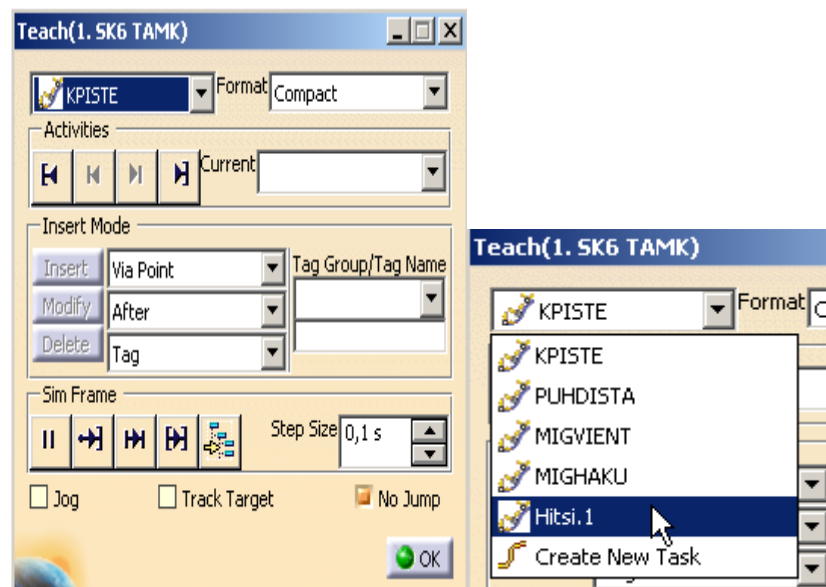
← Valitse hitsauskäyttöliittymästä Teach/"Testaa"-kuvake



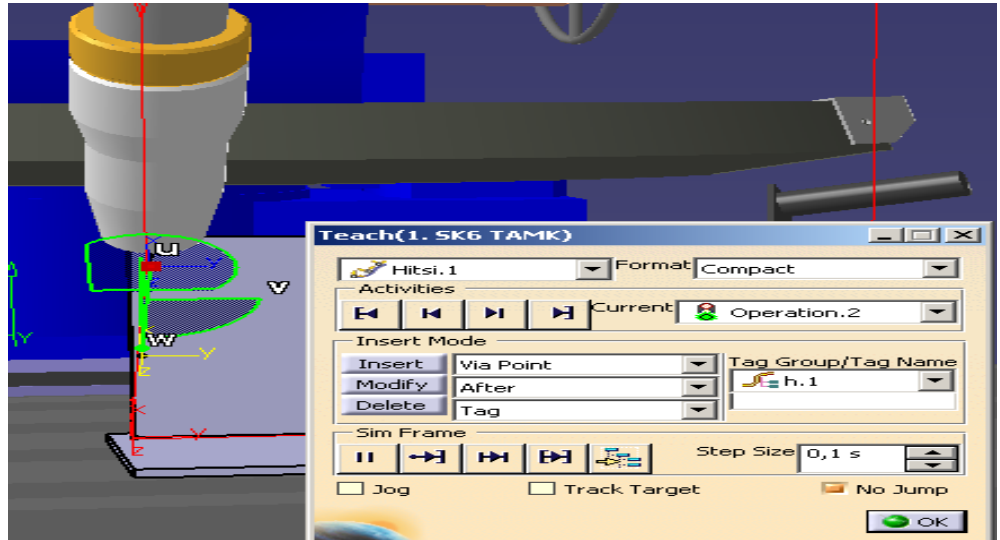
Toimi ohjeikkunan ohjeiden mukaan.



Vaihe 1:n jälkeen ilmestyy alla oleva ikkuna. Hae nimeämäsi hitsi.



Hitsin valittuasi ilmestyy alla oleva ikkuna.



Valitse robotti ja paina Teach.

Teach-ikkunassa voit tarkastella luotua robottiohjelmaa ja muokata sitä (Robot task).

Activities-kohdassa voit liikkua askeleittain robottiohjelman läpi.



Klikkaa Start position -> siirto hitsauksen aloituspisteeseen.

Insert Mode-kohdassa voit muokata kyseistä robottioperaatiota. Voit myös luoda uusia operaatioita robotille.

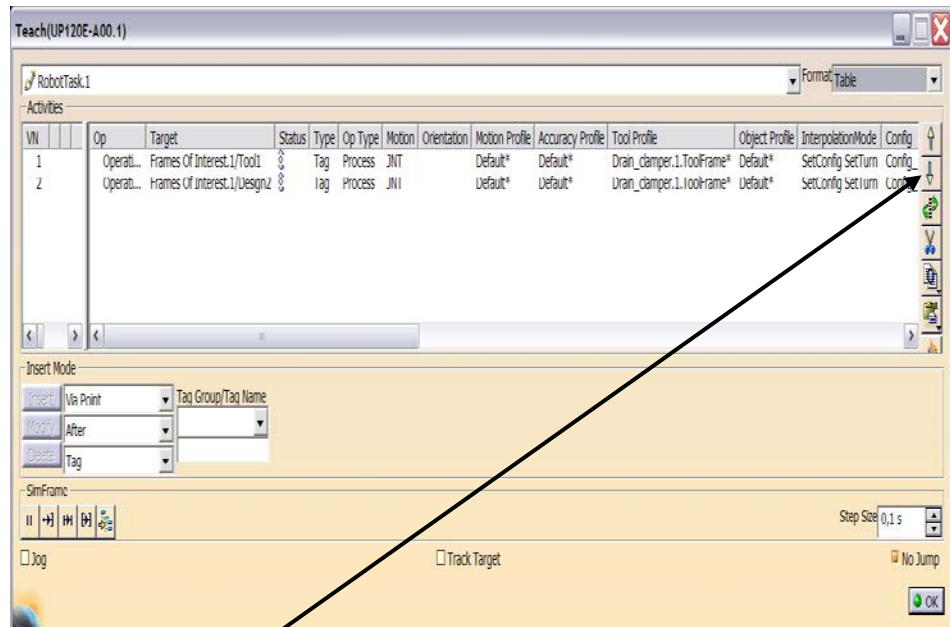
Sim Frame-kohdassa voit ajaa koko ohjelman läpi katkeamatta.



Klikkaa Continue play -> robotti käy hitsausradan läpi.

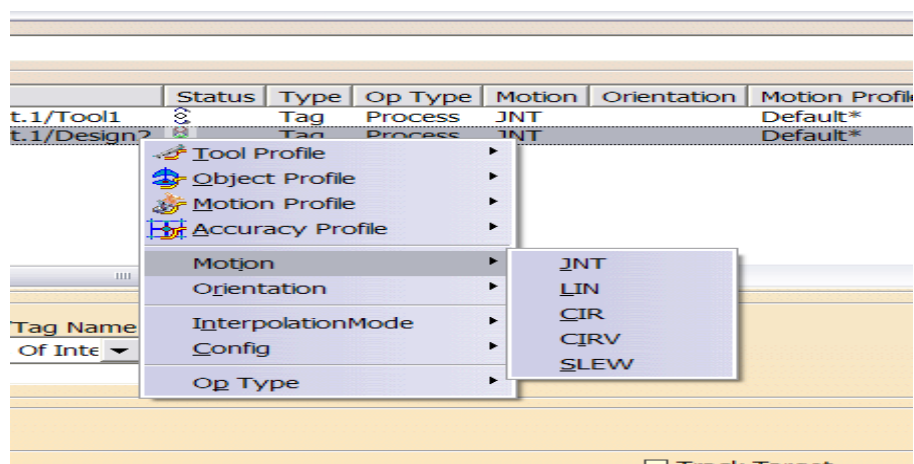
Step Size:a muuttamalla saadaan muutettua simuloinnin toistonopeutta.

Mikäli pisteet ovat väärässä järjestyksessä tulee niiden järjestyksestä muuttaa. Valitse Format-valikosta Table. Tämän jälkeen sama Teach-ikkuna aukeaa näyttäen tarkempia tietoja robotiohjelmasta.



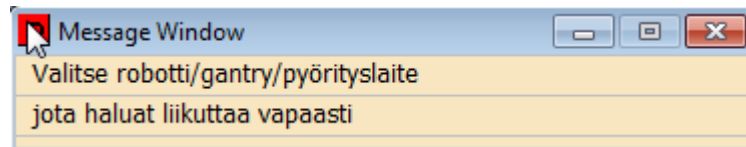
Operaatioiden järjestystä voidaan muuttaa valitsemalla ensin operaatio aktiiviseksi ja tämän jälkeen siirtämällä sitä ikkunan oikeassa laidassa olevilla nuolilla.

Valitsemalla operaatio aktiiviseksi ja painamalla hiiren oikealla napilla, voidaan muokata operaation liiketyyppiä, työkalupistettä sekä muita asetuksia.

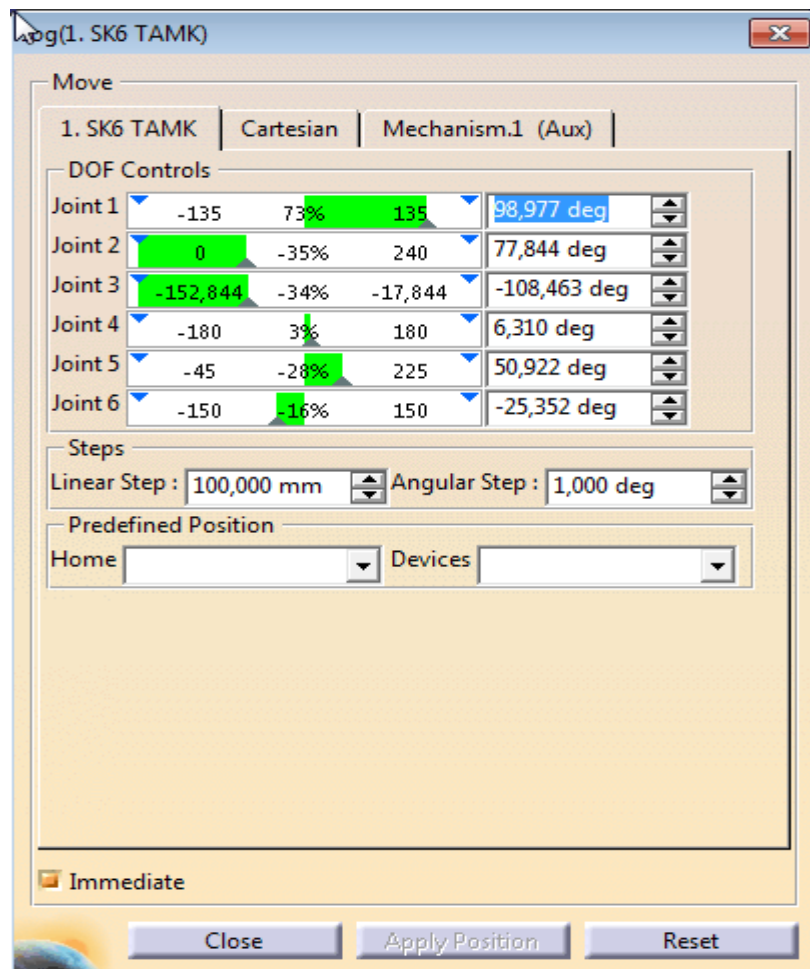




← Jog eli robotin liikuttaminen. Robotin niveliä voidaan "manipuloida" eli liikutella Jog-toiminnolla.



Jog-ikkunassa on esitetty kaikki robotin nivelet, sekä niiden arvot. Robotin työkalupiste on esitetty geometriassa kompassin muodossa. Robottia voidaan liikuttaa tarttumalla kompassiin tai muuttamalla nivelten arvoja Jog-ikkunassa.



Robotille voi olla määritelty Home-positioita, joihin on tallennettu robotin jokin tietty asento.

Cartesian-välilehdeltä löytyy tietoa mm. työkalupisteen koordinaateista sekä robotin konfiguraatioista.



← Save Initial State

Kun kaikki resurssit ja tuote on tuotu oikeille paikoilleen, voidaan tallentaa niiden aloituspaikka eli Initial State.



← Mikäli jossain vaiheessa liikutat kappaleita ja haluat palata alkuun. Paina Restore Initial State –painiketta.

Mikäli tuot lisää resursseja tai geometrioita muista tallentaa Initial State uudestaan.

11 WELD VÄLILEHTI



←Valitse primitiivi (käsitelty aikaisemmin ohjeessa).



←Visualisoi Task

Tehtyäsi primitiivin valinnan ja annettuasi robotille hitsausradan pääset visualisoimaan eli muuttamaan hitsausradan eli taskin ymmärrettävämpään muotoon eli tästä tähän.

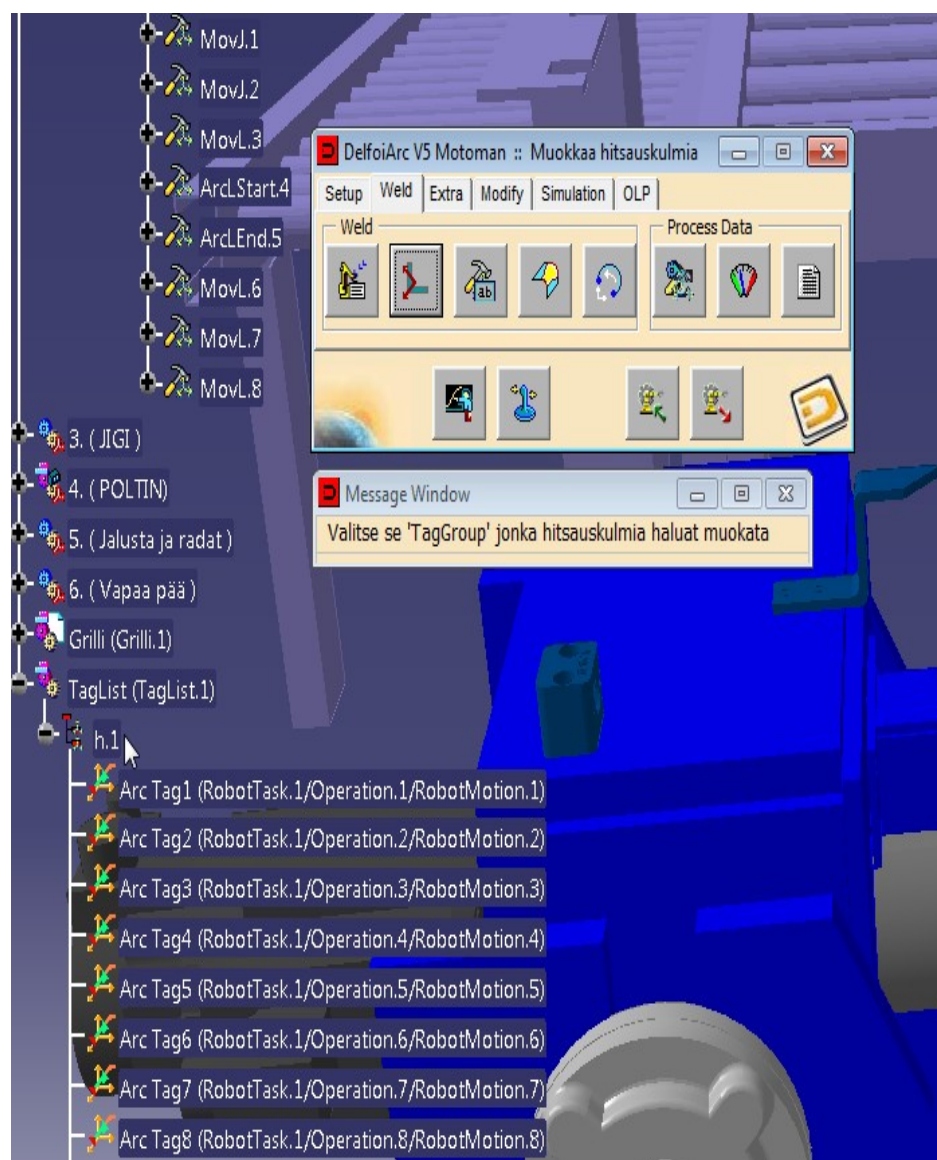




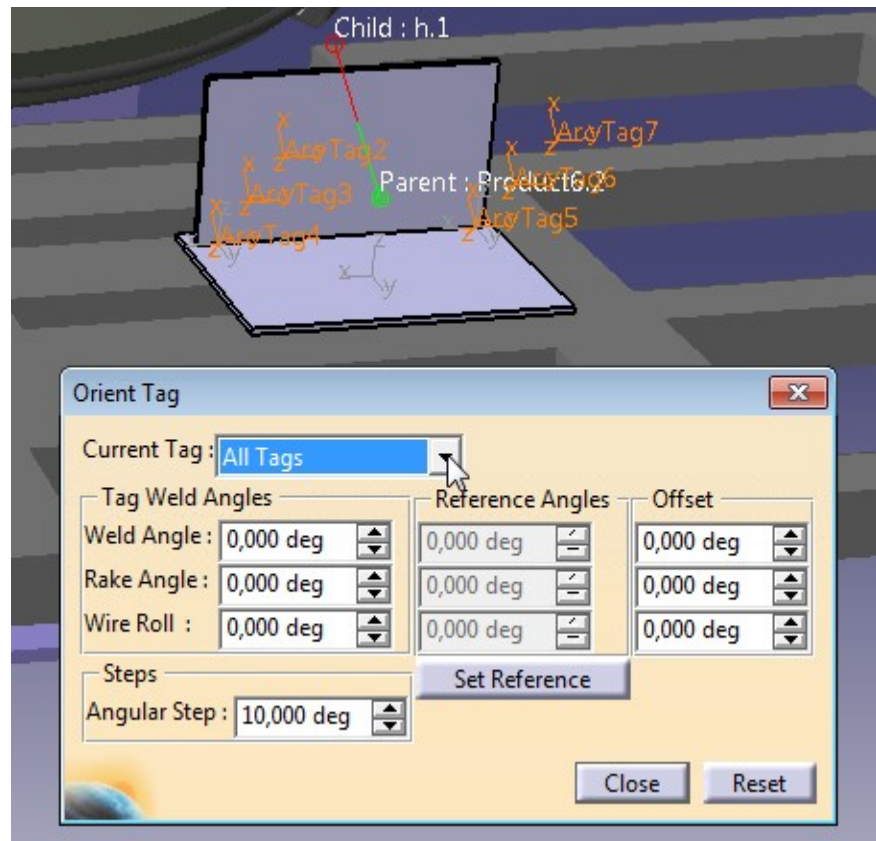
←Muokkaa hitsauskulmia

Hitsauskulmia pääsee muuttamaan kun primitiivi on asetettu ja "taski" mielellään visualisoitu.

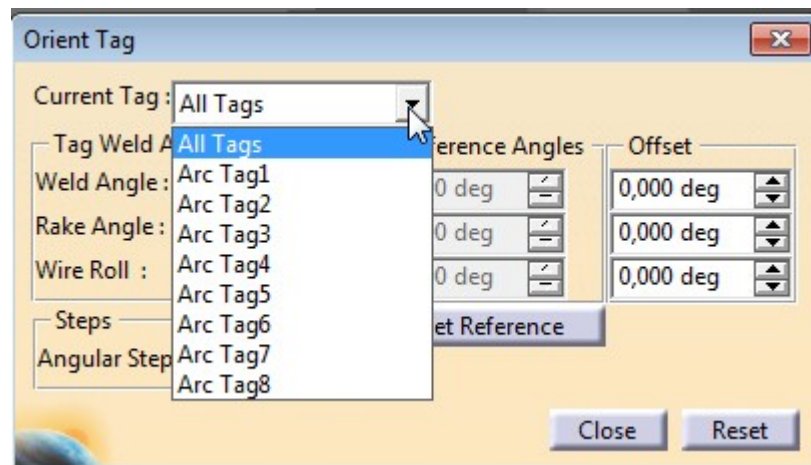
Paina muokkaa hitsauskulmia ja etesi avautuu seuraavat ohjeet. Valitse TagListin alta omaa hitsausrataasi vastaava "ohjelma" eli tässä tapauksessa h.1



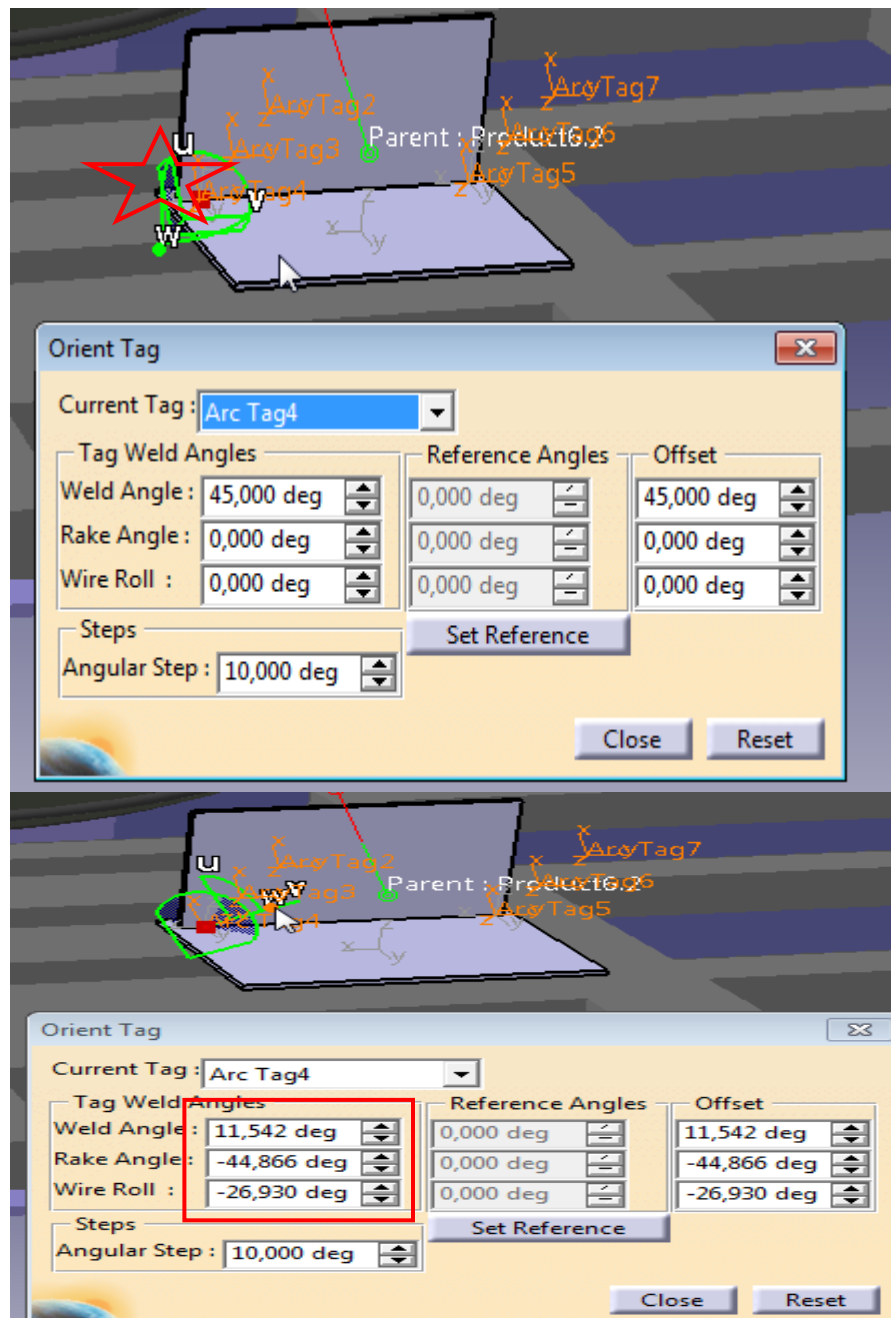
Valittuasi h1. ohjelman aukeaa seuraava ikkuna, jossa kyseisen ohjelman radat ovat määriteltynä ja muokattavissa.



All Tags valikon alta löytyy tagit joita voi muokata.



Valitaan esim. tag4, joka on hitsin aloitus.



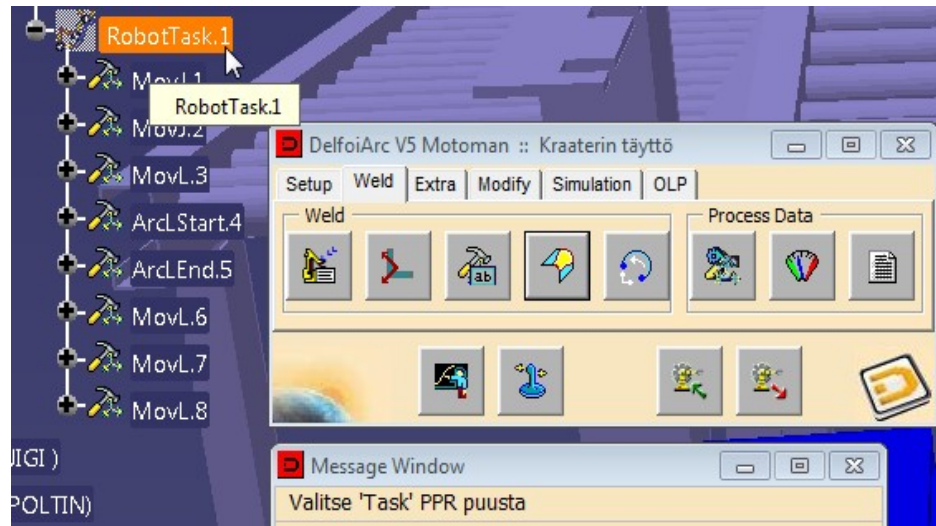
Tarttumalla kuvassa olevan koordinaatistotyökalun päästä ja liikuttelemalla sitä haluttuun suuntaan tai manuaalisesti arvoja vaihtamalla tapahtuu seuraavaa eli hitsauskulmat muuttuvat.

Close → Muuttamasi kulmat tallentuvat ja voit käydä tarkistamassa ne Teach-toimintoa käyttäen.

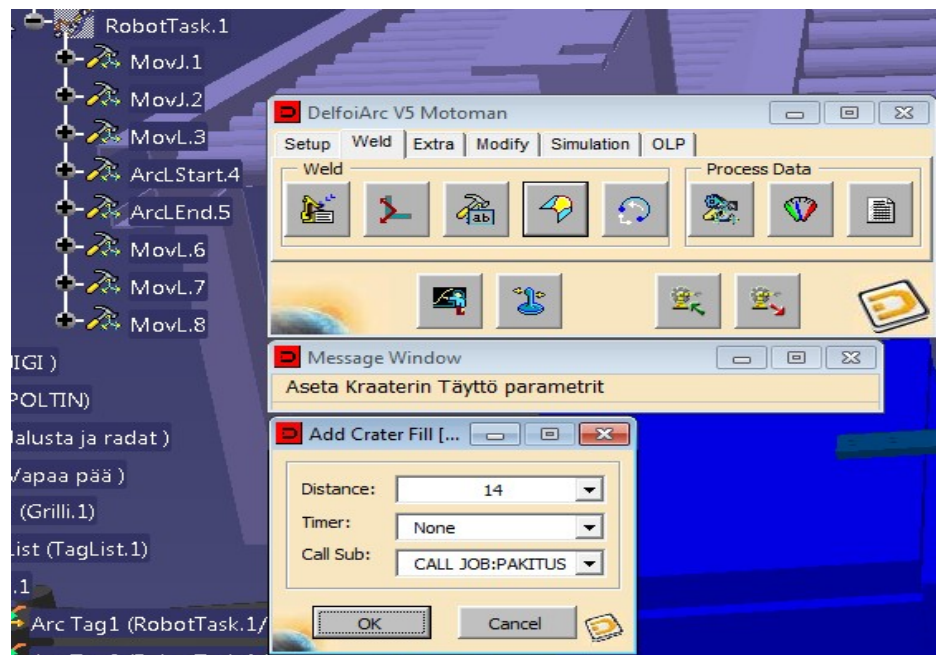


← Kraaterin täyttö

Valitse kraaterin täyttö ja aukeaa seuraava ikkuna.



Valitse task ja aukeaa seuraava ikkuna.

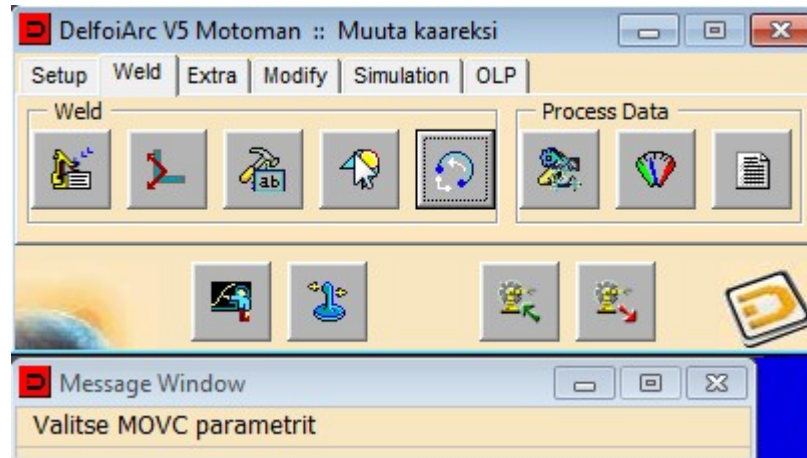


Valittavasi on kolme mahdollista muuttujaa → Etäisyys, ajastin tai aliohjelman kutsu. Tee valinnat ja paina OK!

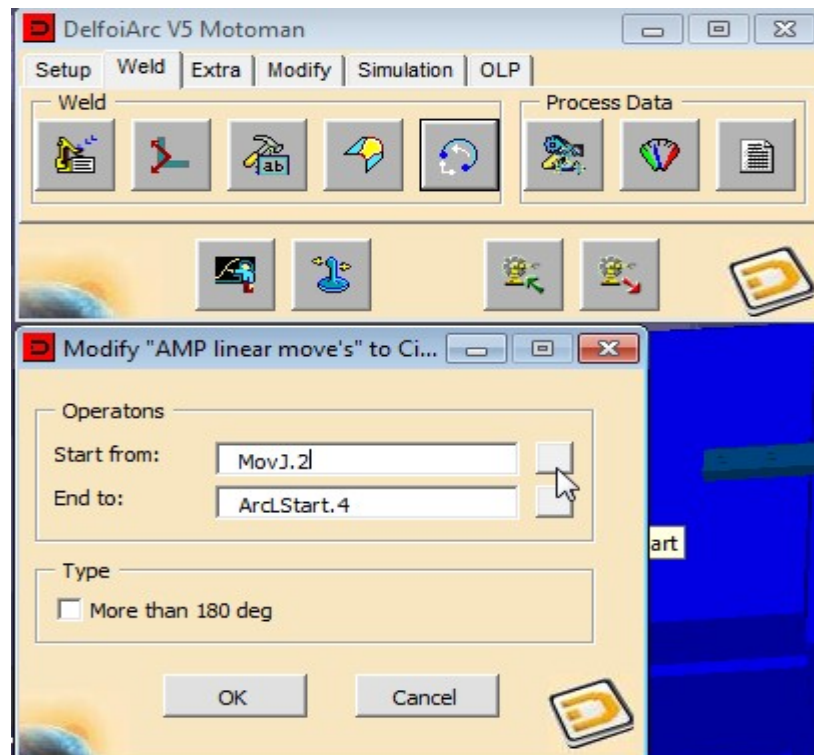


← Muuta kaareksi

Valittaessa jokin hitsisauma tai sen osa muutettavaksi kaareksi, kysyy ohjelma TaskListiltä muutettavaa tai muutettavia arvoja.



Valitse osat joiden väli (eli alku ja loppu) jotka muutetaan kaareksi ja paina OK!





← Muuta prosessiparametrejä

The screenshot shows the DelphiArc V5 Motoman software interface. On the left is a task list tree with 'RobotTask.1' selected. In the center, the 'DelfoiArc V5 Motoman' window is open, displaying a 'Weld' tab with various icons. Below it, a 'Message Window' displays the text: 'Valitse Task jonka prosessiparametrejä haluat muokata'. In the foreground, the 'Assign User Profiles to Operations' dialog box is open, showing a table for assigning user profiles to operations.

	ARCwithTable	ARCwithWeaveTable	ARCwithMRCtableCAF	ARCOFFwithCallJob
MovJ.1	None	None	None	None
MovJ.2	None	None	None	None
MovL.3	None	None	None	None
ArcLStart.4	ASF#(5).1	None	None	LOPETUS.1
ArcLEnd.5	None	None	None	LOPETUS.1
Pakitus.5	None	None	None	None
MovL.6	None	None	None	None
MovL.7	None	None	None	None
MovL.8	None	None	None	None

At the bottom of the dialog box, there are 'View' buttons under each column and 'Assign' and 'Close' buttons at the bottom right.

Halutessasi muuttaa hitsausprosessissa käytettäviä parametrejä, niin toimi ohjeikkunan ohjeiden mukaan → Alasvetovalikoista löytyy kaikille liikkeille mahdolliset muuttujat. Muutettuasi arvoja muista painaa alareunan Assign-nappia!



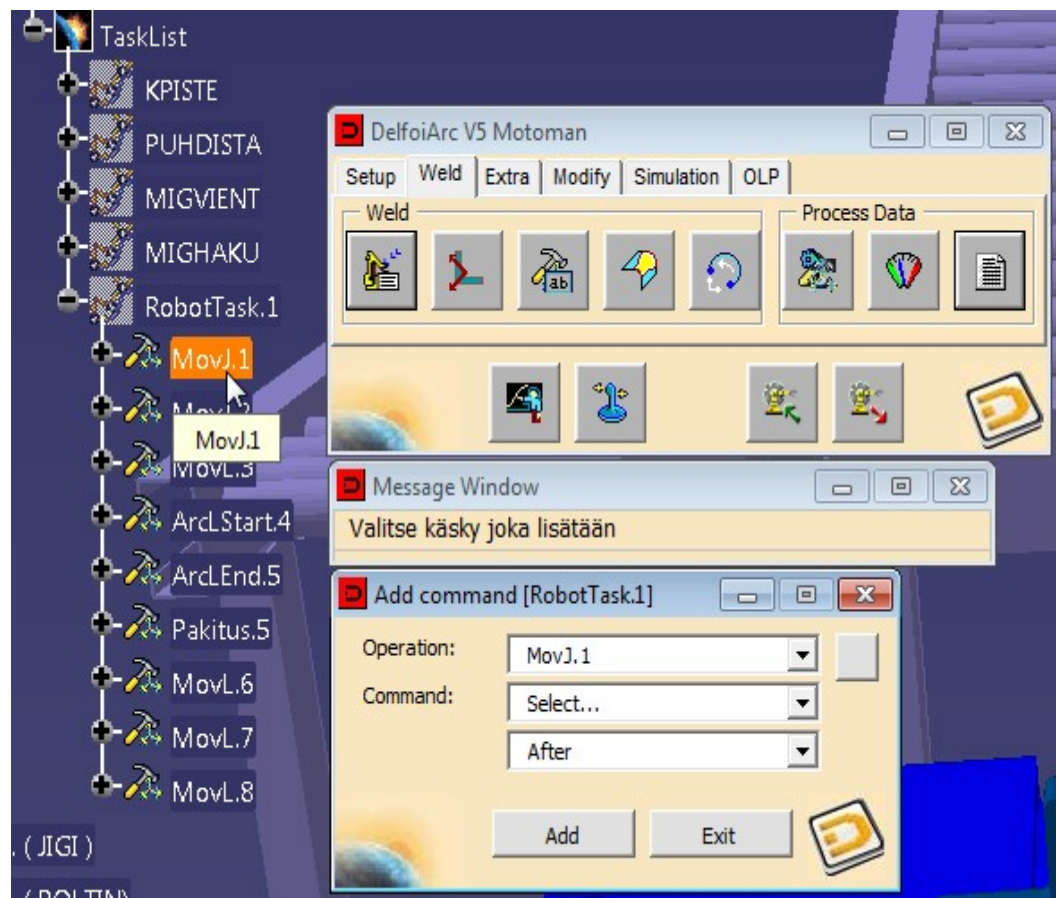
← TOOLS PALETTE

Avaa Catian valintaikkunan. (Ei käyttöä tässä sovelluksessa.)



← Lisää käskyjä

Halutessasi lisää käskyjä esim. tapahtuvaksi ennen tai jälkeen jonkin operaation ja se voi olla jokin aliohjelma joka alasvetovalikosta löytyy.



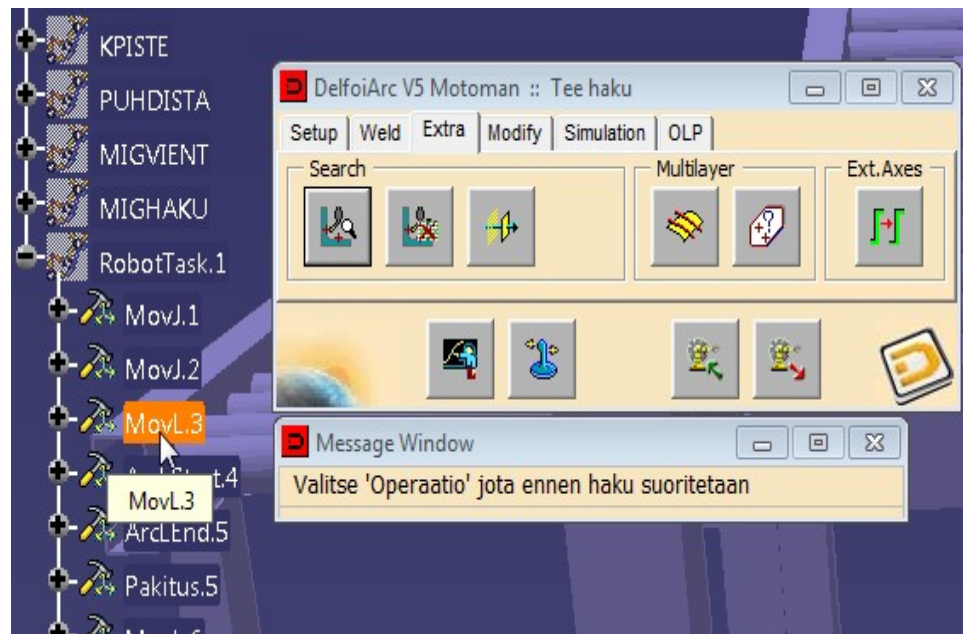
12 EXTRA VÄLILEHTI

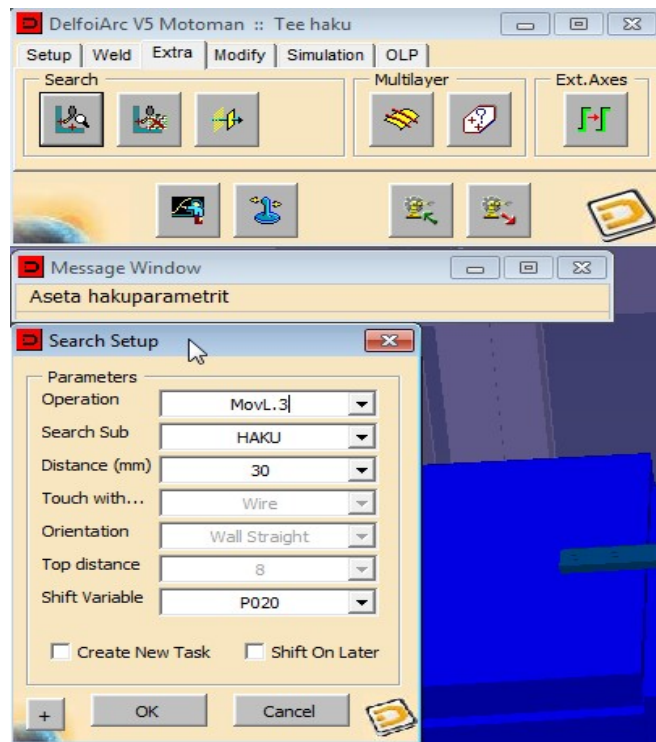


← Railonhaku

Hitsauspäällä tapahtuva toimenpide joka poistaa mahdolliset kohdistusvirheet.

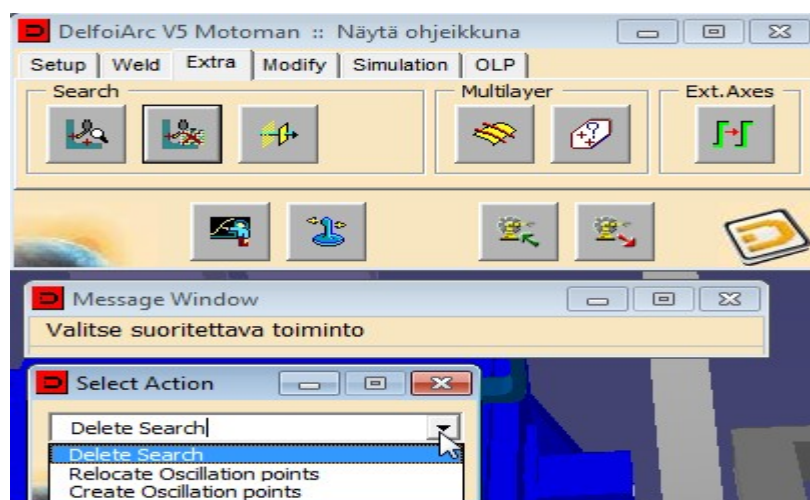
Toimi apuikkunan antamien ohjeiden mukaan. → Valitse hakuohjelma → Aseta etäisyys → Muuttuja johon hakutulos tallennetaan → Paina OK! → Tarvittavat pinnat → Radat luodaan operaatioille → VALMIS.





← Poista railonhaku

Poistettaessa railonhaku tulee ohjeikkunaan kolme mahdollista toimintoa eli koko haun deletointi, pisteiden uudelleen asettelu sekä niiden luonti.





← Lisää

Muistipaikkojen lisäys tapahtuu seuraavasta napista.



← Monipalko ja sen valinta

Tätä toimintoa käytetään monipalkohitsien tekemiseen.

(Ei käsitellä tässä ohjeessa.)



← Monipalon muokkaus

Tätä toimintoa käytetään monipalkohitsien muokkaamiseen.

(Ei käsitellä tässä ohjeessa.)



← Ulkoiset akselit

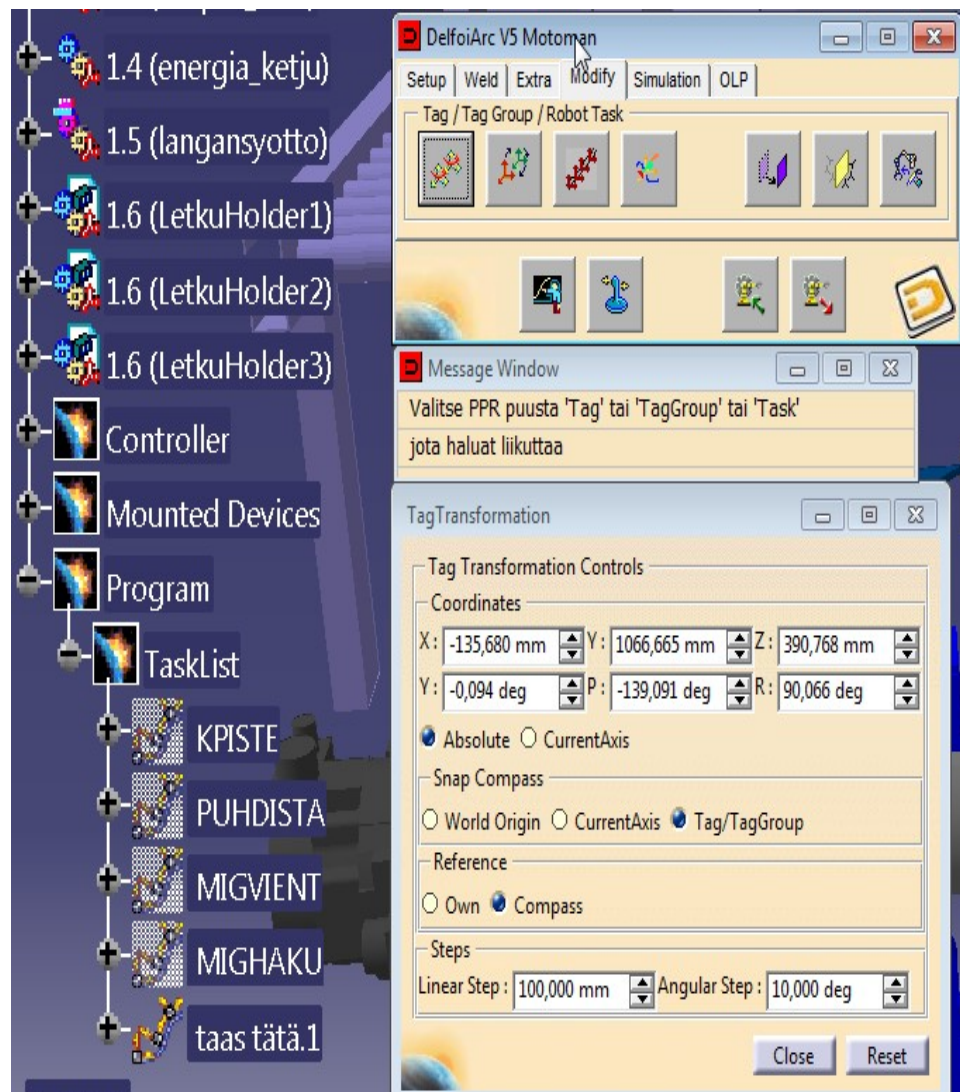
Kyseinen nappi ei ole käytettävissä tässä sovelluksessa.

13 MODIFY VÄLILEHTI



← Liikuta pisteitä

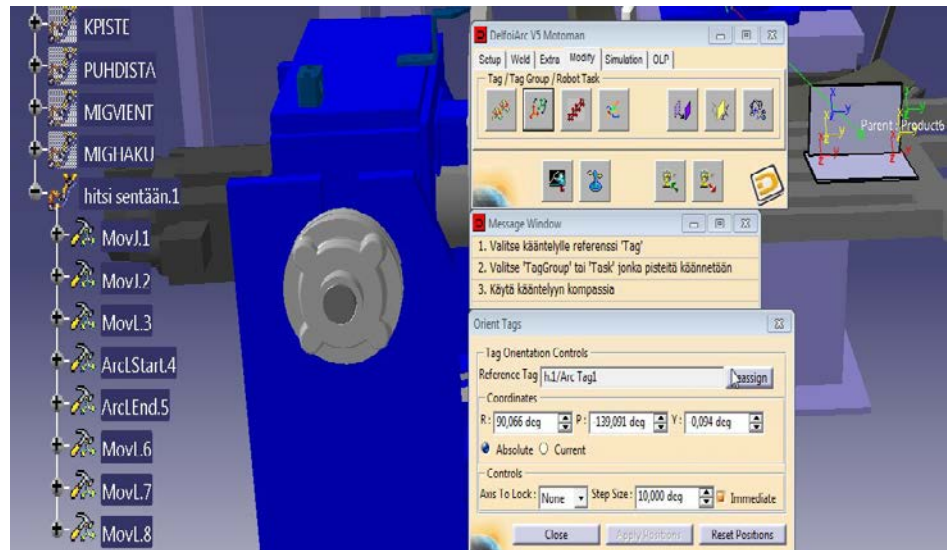
Pisteiden liikuttaminen tulee esim. silloin kyseeseen kun jokin hitsirata on vaikka muutaman millin pielessä tai piste on kulmassa, josta saattaa aiheutua polttimen törmäys.





← Käännä pisteitä

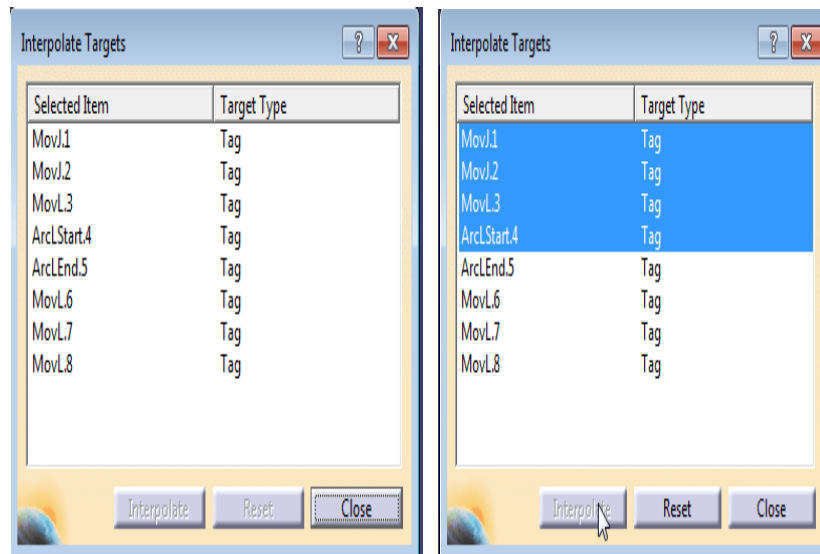
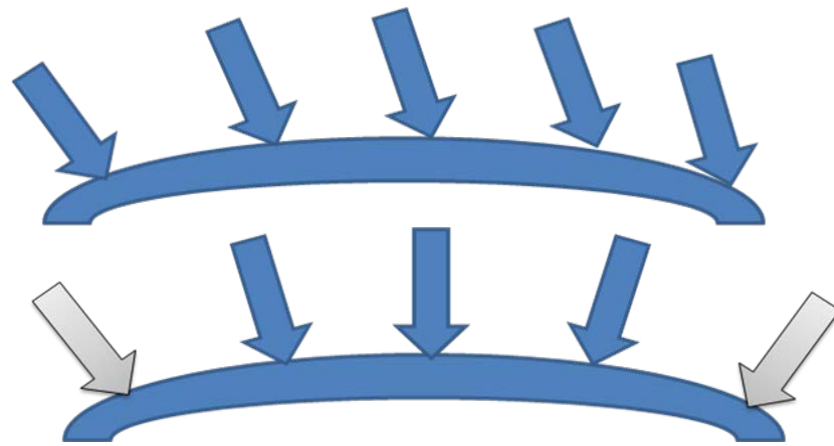
Tällä toiminnolla voit käännellä yksittäisiä pisteitä. Pisteiden paikkaa ei muuteta.



← Interpoloi pisteitä

Laajoissa kaarissa on tarpeen kääntää poltinta liikkeen edessä. Käskeyn valitaan taski ja sieltä käännettävät eli interpoloitavat pisteet. Ohjelma laskee käännettävien pisteiden väliin jouhean siirtymän.





← Siirrä Task

Kun task siirretään niin ensiksi valitaan siirrettävä task → Sitten valitaan pinnat jolle task siirretään → Ohjelma laskee taskin siirron → Valmis



← Peilaa Task

Peilaus nimensä mukaisesti antaa kopioida olemassa olevan taskin ja mahdollistaa sen siirron eri akseleiden mukaiseen paikkaan esim. hitsattavan kappaleen vastakkaiselle puolelle samoilla hitsiarvoilla.

14 SIMULATION VÄLILEHTI

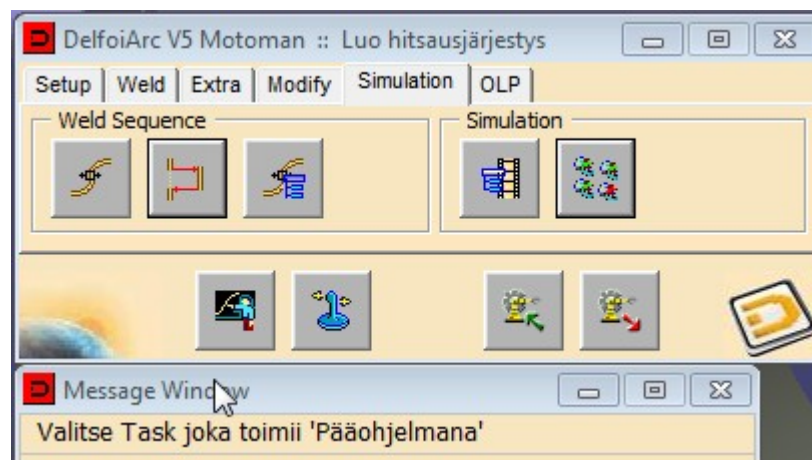


← Luo pääohjelma

Valitse robotti → PPR puuhun syntyy uusi Robot Task
 Valitse uusi taski hiiren oikealla napilla ja
 valitse Properties → Nimeä

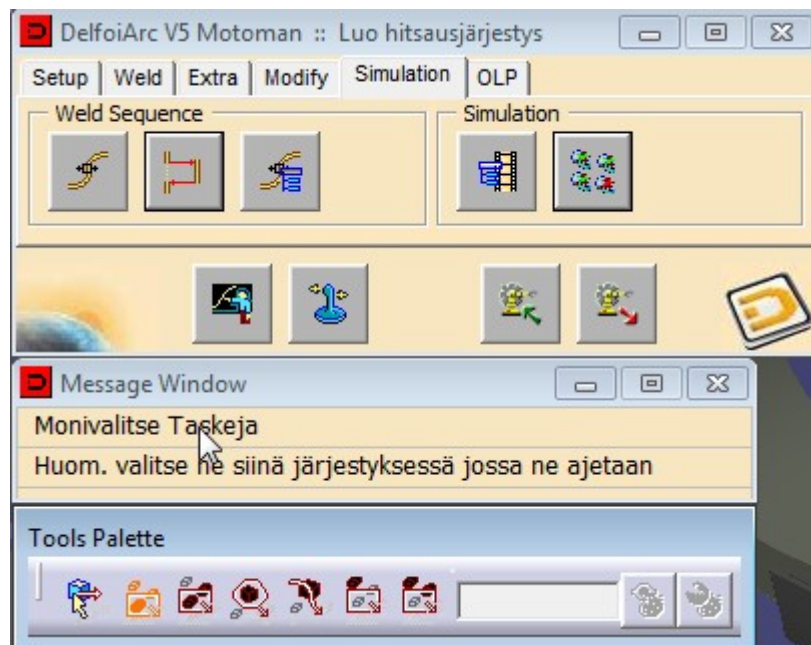
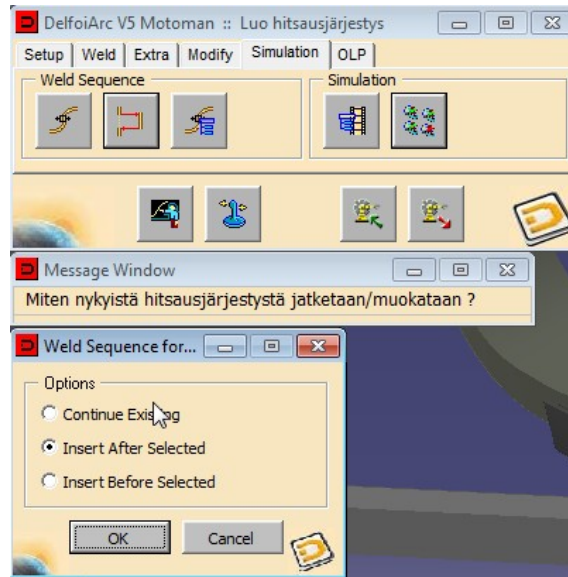


← Luo hitsausjärjestys



Toimitaan ohjeen mukaan → Valitaan pääohjelma

Ohje kysyy miten jatketaan? Jatketaanko vanhasta, asetetaanko valittua ohjelmaa ennen vai valitun jälkeen?



Valitaan ajettavat hitsit.



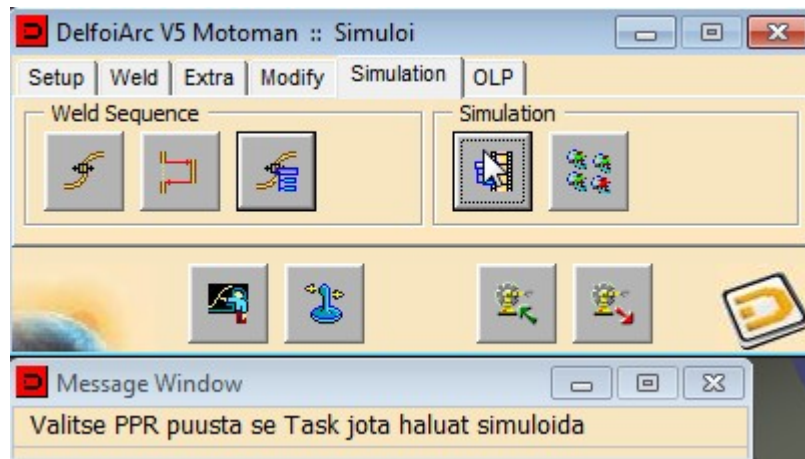
← Aseta task aliohjelmaksi

Pääohjelman alla voidaan käyttää samaa taskia aliohjelmana useita kertoja jos sille on tarvetta esim. puhdistus. Toimitaan ohjeikkunan antamien tietojen mukaan.



← Simuloi

Ohjelmaa voi simuloida eli koeajaa milloin vain.

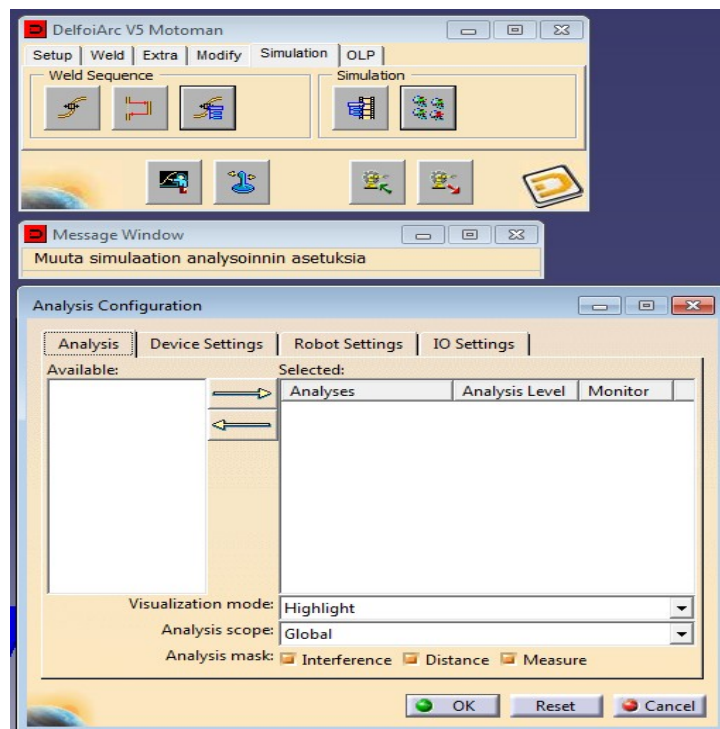


Valitaan taski PPR-puusta → Simuloidaan ja katsotaan kuinka robotti toimii annetulla ohjelmalla.



← Simuloinnin asetukset

Käytetään työkaluna kun halutaan tutkia robotin nopeuksia, kiihtyvyyksiä ja törmäystarkasteluita.



15 OLP VÄLILEHTI



← Alaslataa eli postprosessoi

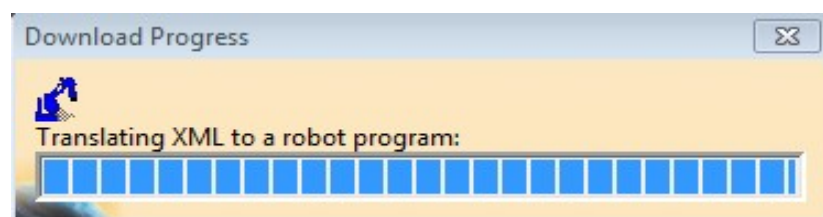
Valitse pääohjelma PPR-puusta

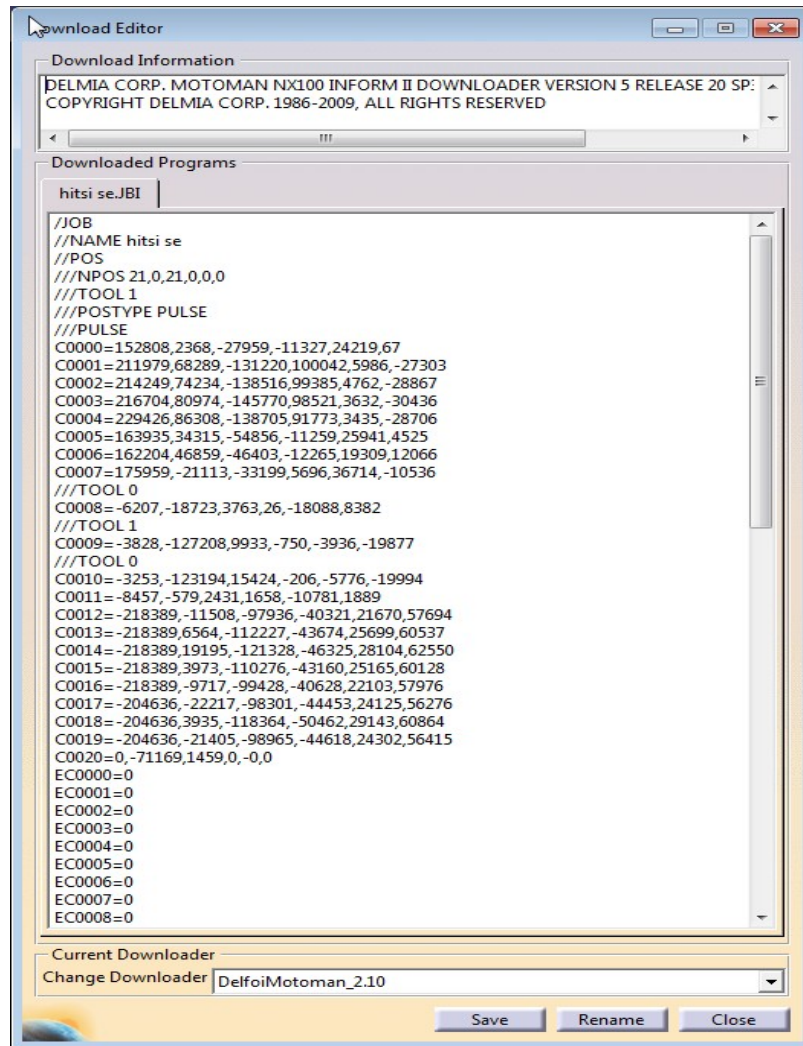
Valitse postprosessointi →



Tee kuvan mukaiset valinnat

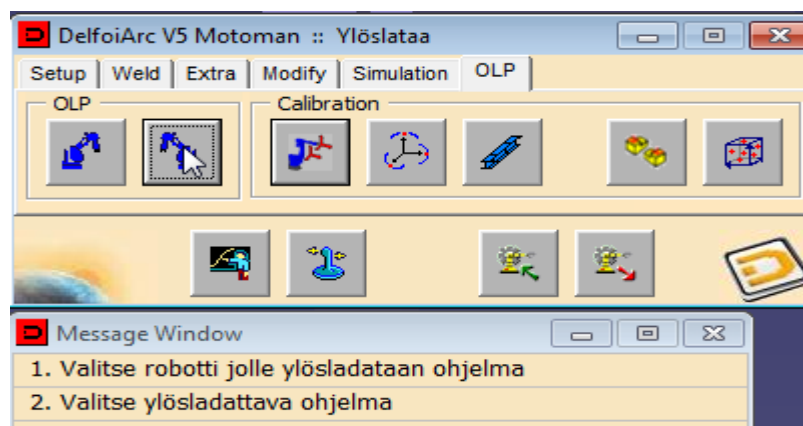
Paina OK!





←Ylöslataa

Päinvastainen prosessi kuin Alaslataus.





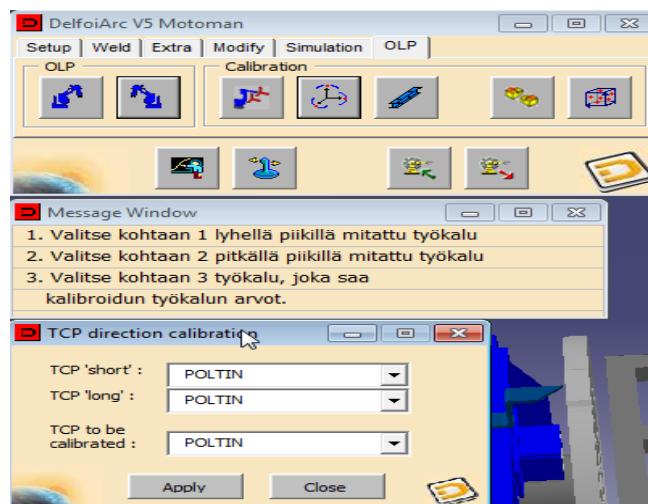
←TKP kalibrointi

Tämä on ylläpitotoiminto, jolla ylläpidetään ja opetetaan uusia työkalupisteitä.



← TKP Suunnan kalibrointi

Tämä on ylläpitotoiminto, jolla ylläpidetään ja opetetaan uusia työkalupisteitä.



← Radan suunnan kalibrointi

Ei käytössä tässä järjestelmässä.



← LS kalibrointi

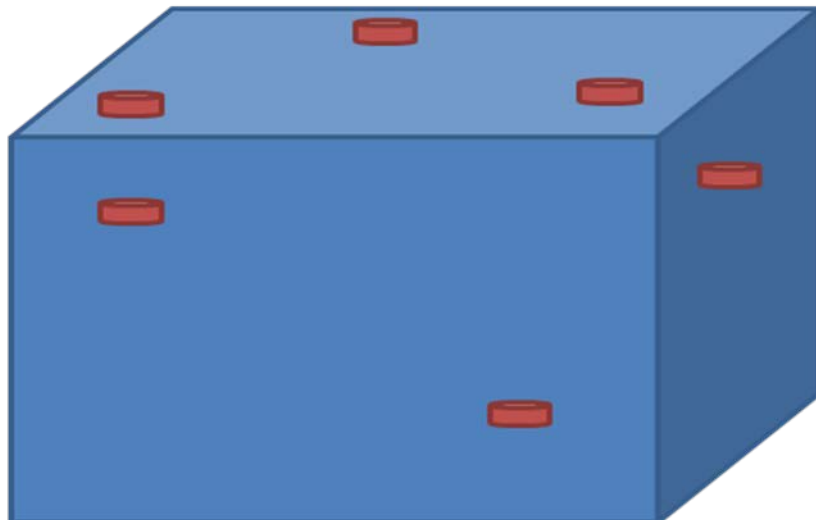
Least Square kalibrointi. Oikeasta hitsattavasta kappaleesta kerätään tunnistettavia pisteitä vähintään neljä. Samat pisteet tehdään vastaaviin paikkoihin ohjelmassa. Toiminto laskee pienimmän neliösumman menetelmällä sovitteen reaali- ja simuloinnin välille. Simuloinnissa oleva kappale siirtyy laskennan mukaan.



← 6P kalibrointi

Oikealla robotilla kerätään kuusi pistettä pinnoilta seuraavasti:
Kolme pistettä pääpinnalle → Kertoo tason

6-piste kalibrointi



Kaksi pistettä sivulle → Lukitsee sivusuunnan

Yksi piste pätyyn → Lukitsee päädyn