

Tehoa robotiikasta

2.1 Hankintaohjeistus

Sisällys

INVESTOINNIN KANNATTAVUUDEN SELVITTÄMINEN	3
SOVELTUVUUDEN MÄÄRITTELY	5
KILPAILUTUSOHJEISTUS	6
HENKILÖSTÖN OSAAMINEN	8

INVESTOINNIN KANNATTAVUUDEN SELVITTÄMINEN

Investoinnin kannattavuuden määrittävät yrityksen tarpeet. On helposti todennettavissa että investointi robottiin on kannattava silloin kun yrityksen tuotanto painottuu pitkiin sarjoihin. Kun tuotannossa ajetaan läpi samaa kappaletta satoja tai jopa tuhansia kappaleita voidaan automaatiota hyödyntää tehokkaasti. Tangosta sorvattavissa kappaleissa päästään automaattisiin tuotantomenetelmiin varsin kustannustehokkaasti varustamalla CNC-sorvi tangonsyöttöautomaatilla ja kappaleen poimijalla. Menetelmä ei kuitenkaan toimi jos käytetään valmiiksi sahattuja aihioita, kuten usein on pakko tehdä. Usein käytetään myös valmiita valuaihioita tai polttoleikkeitä, näiden käsittelyyn tarvitaan joko ihmisen tekemää kappaleen vaihtoa tai robotilaitteita.

Kappaleen käsittelyyn soveltuvan robotin investointi on suuruusluokaltaan n. 50 000 - 100 000 euroa tai jopa reilusti yli kaikkine kuluineen ja koulutuksineen riippuen robotin koosta. Robotilla voidaan tehdä töitä ympäri vuorokauden ja viikonloput. Kuitenkin sillä edellytyksellä, että tämä oikeasti käy yrityksessä valmistettaviin tuotteisiin. Mikäli sarjakoot ovat pieniä, ei automaattista valmistusta voida tehdä pitkään, tarvitaan paikalle henkilö joka voi vaihtaa asetuksen ja käynnistää uuden työn. Tällöin öiden ja viikonloppujen työvuoroista tulee suunniteltua kalliimpia koska miehittämätön koneistus ei olekaan mahdollista. Lisäksi jatkuvasti vaihdettaviin asetuksiin menee arvokasta koneistusaikaa. Huomattava on että asetusten vaihtoon kuluu työstökoneella aikaa joka tapauksessa, käytettiinpä robottia tai ei. Tämän takia robotin on oltava hyvin helposti ohjelmoitavissa uuteen työhön, se ei saa lisätä merkittävästi ajankulua työn aloituksessa.

Esimerkkinä voi käyttää sarjakokoa 20 kpl jotakin sorvattavaa tuotetta. Asetuksen teko työstökoneella vie kokoneelta koneistajalta 30 minuuttia. Robotin ohjelmointi asetustöineen vie toiset 30 minuuttia. Kappaleen koneaika on kaksi minuuttia, yhteensä siis 40 min. johon lisätään asetus sekä robotin ohjelmointi, yhteensä aikaa menee 100 minuuttia aloittamisesta työn päättymiseen. Tässä tapauksessa on hukattu robotin asetukseen 30 minuuttia ja samalla koneella tapahtuvaa läpimenoa on hidastettu huomattavasti. Tällaisilla töillä robottiin tehtyä investointia ei voi pitää järkevänä.

Tilanne on aivan toinen jos vastaavan kappalemäärän valmistamiseen tarvitaan pitkää koneaikaa. Nykyaikana valmistetaan yhä vaativampia ja kalliimpia tuotteita joiden koneajat ovat pitkiä. Esimerkissä yhden kappaleen koneaika on 40 minuuttia ja määrä 20 kpl. Pelkästään koneistukseen kuluu tällöin aikaa yli 13 tuntia. Mikäli koneistaja saa asetuksen ja robotin ohjelmoinnin tehtyä tunnissa, kuluu sarjan valmistamiseen reilut 14 tuntia. Tässä tilanteessa koneistaja vapautuu tekemään muita työtehtäviä, esim. käyttämään muita työstökoneita tai valmistelemaan seuraavan työn aloitusta. Näin pitkä koneaika mahdollistaa myös kappaleen valmistamisen niin että robotti jää yövuoroon tai viikonlopuksi yksin, ilman henkilövalvontaa. Tämän tyyppisissä tilanteissa robottiin käytetty investointi voidaan kuolettaa alle vuodessa, jolloin se on hyvinkin kannattava.

Todellisuudessa tilanne vaihtelee hyvin paljon. Yrityksen tuotteissa on yleensä osa sellaisia, ettei niitä voi tai kannata valmistaa robotin avustuksella. Sarjakoko voi olla liian pieni, tai koneajat liian lyhyitä. Pitkää koneaikaa vaativilla kappaleilla robotilla voidaan lisätä solun läpimenoaikaa merkittävästi tekemällä tarvittavat viimeistelyt kappaleille työstökoneen sijaan robotilla. Robotti joutuu yleensä odottamaan työstökoneelta valmistuvaa kappaletta, tämäkin aika voidaan hyödyntää käyttämällä robottia apuna jäysteenpoistossa. Tilanne on sama myös sarjakokojen ollessa suuria, voi olla että kappaleen koneaika on lyhyt, mutta

tuotetta valmistetaan 5000 kpl:n sarjoissa. Mikäli koneelta saadaan 30 sekuntia koneaikaa pois sillä että robotti poimii kappaleen ja poistaa jäysteet, säästyy sarjassa aikaa yksi työviikko. Samalla on vapautettu yksi henkilö pois puuduttavasta kappaleenvaihdosta tekemään mielekkäämpiä työtehtäviä.

Tuotannon suunnittelulle robotisointi tuo omat haasteensa. Robottisoluun on ohjattava sellaiset työt että niiden tekeminen on kannattavaa robotilla. Samankaltaisten tuotteiden, tuoteperheiden hyödyntäminen työjonoissa helpottaa ja nopeuttaa asetuksen tekoa. Koneistajan on helppo vaihtaa työtä kun sorville käy samat työkalut, kappale käy samoihin sorvin leukoihin, eikä robottiin ole tarvetta vaihtaa tarttuvia.

Mikäli robotti on mahdollista sijoittaa niin että se palvelee kahta tai useampaa konetta, saadaan kannattavuutta parannettua entisestään. Tällöin solua voidaan ohjata niin että robotille saadaan aina kannattavaa työtä.

Kaikesta hyvästä suunnittelusta huolimatta voi käydä niin, ettei aiotussa koneistussolussa ole aina robotille sopivaa sarjatyötä. Robotti on liian suuri investointi seisomaan toimeettomana. Yksi mahdollisuus olisi miettiä voiko robotti olla siirrettävä. Tässä hankkeessa hankittiin kokemusta robotin siirrettävyydestä. Ylä-Savon ammattiopistolla oleva KUKA-robotti on tyyppiltään siirrettävä. Haasteena siirrossa on kuitenkin edelleen yrityksen oma laitekanta, tämä huomattiin tässäkin tapauksessa. CNC-sorvi johon robotti haluttiin asentaa, ei omannut robotti-interfacea, jolloin se oli rakennettava. Tämä on kallista, asennuksesta muodostuu helposti iso lisäkulu (tässä tapauksessa n. 10 000 €) kaikkine työineen ja osineen. Siirrettävä robotti ei voi myöskään olla kovin suuri. Lisäksi turvarakenteiden on oltava helposti siirrettävissä robotin mukana. Jotta turvaominaisuuksista ei tule liian hankalasti siirrettäviä ja säilytetään joustavuus layoutissa, on järkevää hankkia ns. turvarobotti. Kyseinen robottityyppi pärjää keveillä turvarakenteilla, mutta samalla hankinnan kustannukset nousevat huomattavasti. Robotin ympärille rakennettava ”rautahäkki” on huomattavasti edullisempi hankkia, mutta estää samalla järkevän siirrettävyyden.

Suoraa kaavaa kannattavuuden toteamiseen ei ole helppoa kehittää. Laskentaan vaikuttavat niin paljon yrityksessä valmistettavat tuotteet. Kuitenkin voi todeta että lähes kaikissa Ylä-Savon sarjatuotantoa tekevissä koneistavissa yrityksissä robotiikalla voidaan tehdä merkittäviä kustannussäästöjä, mikäli tuotanto ohjataan oikein robottisoluun. Tehtävien työvuorojen määrä vaikuttaa merkittävästi kannattavuuteen, robottia ei kannata hankkia yhteen vuoroon. Kahdessa vuorossa robotti-investoinnin saa kannattavaksi ja mikäli robottia käytetään kolmessa vuorossa sekä viikonloppuisin, on investointi maksettu takaisin alle vuodessa. Tällä hetkellä Ylä-Savon koneistavissa yrityksissä tehdään lähes poikkeuksetta työtä kahdessa vuorossa ja kiireellisimpinä aikoina joudutaan turvautumaan viikonloppuihin ja yövuoroon. Tämänkin perusteella voi todeta että robotille olisi töitä useimmissa alueen koneistavissa yrityksissä.

Automaattista kappaleenkäsittelyä puoltavia seikkoja:

- Kappalemäärältään suuret sarjat
- Pitkät koneajat
- Tuotteet eivät ole valmistettavissa tangonsyöttölaitteen avulla (sahatut aihiot, takeet, polttoleikkeet, valut)
- Lisäkapasiteetin hakeminen kolmannesta työvuorosta ja viikonlopuista
- Pula tekijöistä (osaajat vapautuvat kappaleenkäsittelystä vaativampiin tehtäviin)
- Koneajan lyhentäminen robotilla tapahtuvan viimeistelyn ja mahdollisen robottikoneistuksen avulla (viisteiden teko, purseiden poisto, pienet poraukset jne.)
- Luotettavuus, ei välttämättä nopeampi kuin hyvä koneistaja, mutta tekee työtä väsymättä ja tauoitta
- Työntekijöiden työssäviihtyvyys, pitkien sarjojen ja kappaleen viimeistely käsin on raskasta ja puuduttavaa työtä, tämän antaa mielellään robotin tehtäväksi
- Avain kilpailukyvyyn ja työpaikkojen säilyttämiseen

Automaattiseen kappaleenkäsittelyyn liittyviä haasteita:

- Tuotteiden soveltuvuus sarjatuotantoon, edelleen nykyaikainen sorvi varustettuna tangonsyöttöautomaatilla ja kappaleenpoimijalla on kustannustehokas ja todennäköisesti nopeampi kuin vastaavaa kappaletta tekevä robottisolu
- Tuotannonohjauksen haasteet, on kyettävä ohjaamaan robottisoluun sopivat tuotteet
- Lisääntynyt kapasiteetti saattaa yllättää, onko robottisolulle riittävästi töitä
- Henkilöstön osaaminen, vaikka nykyaikainen kappaleenkäsittelyrobotti on helposti opittavissa, koulutusta kuitenkin tarvitaan
- Koulutuksen saatavuus kustannustehokkaasti, koulutusorganisaatioiden osaaminen
- Työntekijöiden asenteet, uusi tekniikka koetaan vaikeaksi ja saattavat kokea robotin uhkana, viekö robotti koneistajilta työpaikat
- Olemassa olevan laitekannan soveltuvuus robotille (interface)

SOVELTUVUUDEN MÄÄRITTELY

Selvitettäessä robotin soveltuvuutta yritysten tarpeisiin nousee muutamia keskeisiä seikkoja esille. Kappaleenkäsittelykyky on keskeinen, miten raskaita kappaleita robotilla pitää pystyä käsittelemään. Tyypillisimmillään sorvattavat kappaleet ovat painoltaan alle 10 kg painoisia. Käsiteltävien kappaleiden fyysinen ulkomitta ja massa kannattaa selvittää huolella, ei ole kannattavaa hankkia robottia ns. varman päälle että se riittää varmasti mihin tahansa eteen tulevaan tilanteeseen. Aina siirryttäessä isompaan robottiin joudutaan hintaan lisäämään 20 000-50 000 €. On järkevää mitoittaa robotti sen mukaan mikä on jatkuva tarve. Mikäli robotilla tehdään jäysteenpoistoa ja mahdollisesti robottikoneistusta joudutaan hankkimaan järeämpi robotti kuin mitä kappaleiden paino edellyttäisi.

Robotin kappaleenkäsittelykyky ja ulottuvuus ovat keskeisiä seikkoja soveltuvuutta määritettäessä. Robotin on kyettävä käsittelemään solussa valmistettavat kappaleet niin, ettei kappaleen paino tai koko estä robotin käyttöä. Robotin on yletettävä työstökoneelle sekä lavapaikoille joihin on asetettu aihiot ja viedään valmiit kappaleet. Lisäksi robottia käytetään usein erilaisiin viimeistelytehtäviin. Käytännössä tämä tarkoittaa että ulottuvuuden on oltava vähintään kaksi metriä jolloin oikein sijoitettu robotti voi hoitaa

kaikki tarvittavat tehtävät. Ulottuvuuden ääri rajoilla tapahtuva jatkuva työskentely ei ole järkevää, robotin toistotarkkuus kärsii ja laitteeseen kohdistuu vipuvoiman takia suurempia rasituksia. Robotin ulottuvuus aiheuttaa ristiriidan hankintaa ajatellen. Usein pienempi robotti riittäisi liikuttamaan kappaleiden massaa, mutta ulottuvuuden takia on pakko hankkia suurempi robotti.

Mikäli tuotantotilojen tilaratkaisu sallii, yhdellä robotilla voidaan palvella useampaa työstökonetta. Tämä asettaa robotin ulottuvuudelle lisää haasteita koska ulottuvuutta tarvitaan yleensä enemmän.

Konenäkö on tuottavuutta lisäävä ominaisuus. Konenäön avulla robotti pystyy itse löytämään aihiot lavalta, jolloin aihioiden lavalle asettelu on nopeampaa. Ilman konenäköä joudutaan kappaleet asemoimaan lavalle hyvin tarkasti, jotta robotti osuu niihin. Tyypillinen häiriötila robotilla on se, ettei kappale olekaan aivan tarkasti paikassa missä sen ohjelman mukaan pitäisi olla. Tällöin robotti törmää aihioon tai ei löydä sitä ja solun toiminta pysähtyy.

Helppo ohjelmitavuus on myös keskeinen seikka. Mitä helpommin ohjelmointi tapahtuu, sitä nopeammin työ käynnistyy. Nykyaikainen parametrinen ohjelmointi nopeuttaa työn aloitusta. Ohjelmaa ei tarvitse rakentaa alusta loppuun saakka uudestaan, parametrissa ohjelmoinnissa kerrotaan robotille pelkästään muuttujat mitkä liittyvät uuteen työhön. Tällä tavoin robotti saadaan ohjelmitua uudelle työlle muutamissa minuuteissa. Toki kaikkea ei voida näin helposti toteuttaa ja robotin käyttäjän on sen takia tunnettava ohjelmoinnin perusteet riittävän hyvin.

Osaamisen puute on yksi robotisoinnin lisääntymistä rajoittava tekijä. Vaikka ohjelmointi on helposti opittavissa, ei osaajia tahdo löytyä riittävästi yrityksiin. Tämä on haaste koulutuksen järjestäjille, oppilaitoksilla on hyviä laitteita, kuitenkin robottiosaajia valmistuu oppilaitoksista yritysten tarpeita ajatellen liian vähän.

Soveltuvuuteen liittyviä keskeisiä seikkoja:

- Ulottuvuus
- Kappaleenkäsittelykyky
- Konenäkö helpottaa
- Käytön helppous ja parametrinen ohjelmointi
- Tuotantotilat, robotti tarvitsee tilaa
- Mahdollisuus käyttää useampaa konetta
- Osaajien saatavuus
- Mahdollisuus siirtoon toiselle koneelle

KILPAILUTUSOHJEISTUS

Yrityselämässä laitteiden hankinta on suoraviivaisempaa kuin julkisissa hankinnoissa. Yrityksissä haetaan edullista ratkaisua jolla saavutetaan riittävä taso yrityksen tarpeisiin nähden, edullisinta määrittelyiden mukaista vaihtoehtoa ei ole kuitenkaan pakko ottaa. Usein määrittely on tämän takia varsin väljää mikä voi aiheuttaa ongelmia tarjouksia vertailtaessa.

Julkisia hankintoja ohjaa lainsäätävä tarkasti. Hankintaa koskevan laitteen määrittelyt on tehtävä huolellisesti jotta tarjouksista saadaan vertailukelpoisia. Kilpailutuksen voittaa laite joka on tarjouspyynnön mukainen ja kokonaisedullisin ratkaisu. Hinta on tärkein yksittäinen seikka kilpailutuksessa. Mikäli määrittelyä ei ole tehty huolella, voi kilpailutuksen voittaa laite joka ei ole kyseiseen tehtävään soveltuva tai on joiltakin ominaisuuksiltaan vajaa. Tällöin ei ole mahdollista valita kalliimpaa laitetta joka olisi tehtävään paremmin soveltuva. Mikäli näin käy, voidaan todeta kilpailutuksen epäonnistuneen määrittelyjen osalta. Julkisista hankinnoista saatuja kokemuksia kannattaa hyödyntää myös yritysten omissa hankinnoissa, tällä saadaan aikaan helpommin vertailtavia tarjouksia.

Keskeisiä huomioitavia seikkoja kappaleenkäsittelyrobotin hankinnassa:

1. Hinta (erittelyineen vakio/lisäoptioiden hinta, mahdollinen hintakatto raamiksi, alv 0%)
2. Käsiteltävien kappaleiden koko (ulkomitat, paino)
3. Robotin nostokyky, oltava suurempi kuin suurimmat nostettavat kappaleet (kg)
4. Robotin liitettävyyden työstökoneeseen (I/O, PROFIBUS-väylä tai Ethernet IP-liitännät)
5. Tarttujat (kolmileuka-, kaksileuka-, magneettitarttijat)
6. Robotin ulottuvuus (m, oltava hiukan suurempi kuin suurin käyttöetäisyys)
7. Konenäkö (ominaisuudet, vaatimukset valaistukselle, hinta)
8. Mahdollisuus parametrin ohjelmarakenteen käyttöön (mahdollistaa nopean asetuksen teon)
9. Selvitys muista ohjelmointia ja asetuksen tekoa helpottavista välineistä (Esim. etäohjelmointi, käyttöä helpottavat lisälaitteet ja ohjelmat)
10. Mahdollisuus käyttää useammalla työstökoneella
11. Jäyteenpoiston vaatimat lisävarusteet (erittely laitteista, hinta)
12. Mahdollinen automaattinen työkalun vaihtosäiliö (vaihdettavien työkalujen määrä ja koko)
13. Osien asemointi- ja kääntöeline
14. Robottisolun turvakonstruktiot (Aidat, turvaskannerit jne, laitetoimittaja vastaa solun turvallisuudesta)
15. Olosuhteiden huomiointi, asennuspaikan vaikutus laitetoimitukseen
16. Etäohjelmointi mahdollisuus ja siitä muodostuva lisäkustannus
17. Mahdollisuus helppoon siirrettävyyteen, lisähinta siirrettävyydelle
18. Koulutukset (päivien määrä, lisäkoulutuksen hinta €/pv)

Näillä seikoilla saadaan rajattua kilpailutuksen kohde varsin tarkasti jolloin on mahdollista saada vertailukelpoiset tarjoukset. Yrityksen tarpeet määrittävät raja-arvot joiden mukainen laitteen on vähintään oltava.

Ylä-Savon koulutuskuntayhtymä on hankkinut Älykäs Tuotantosolu-hankkeessa kappaleenkäsittelyrobotteja kaksi kappaletta. Näiden kilpailutukseen on tehty laajaa selvitystyötä Savonia ammattikorkeakoulun ja alueen yritysten kanssa. Kilpailutusasiakirjat ovat julkisia ja näissä olevia määrittelyitä voidaan hyödyntää myös yritysten tekemissä hankinnoissa.

HENKILÖSTÖN OSAAMINEN

Henkilöstön osaaminen vaikuttaa tähän suoraan. Yrityksissä aiheuttaa epävarmuutta robottiosaajien saatavuus. Tämä hidastaa osaltaan yritysten investointihalukkuutta. Omaa henkilöstöä voidaan kouluttaa robotin käyttöön, mutta vie aikansa ennen kuin osaaminen on riittävällä tasolla, mikäli osaamista ei ole ennestään. Lisäksi henkilöstön kouluttaminen uuden teknologian käyttöön on iso lisäkulu yritykselle ja nostaa hankinnan kokonaiskustannuksia.

Koulutuksen järjestäjille tämä tuo omat haasteensa. Tosiasia on että robotin peruskäyttö ja ohjelmointi on jopa helpompaa kuin nykyaikaisen NC-työstökoneen. Siitä huolimatta yrityksissä koetaan että robottien käyttöaste on oppilaitoksissa alhainen ja koulutuksiin on saatava lisää tehoa jotta osaajien saatavuus voidaan turvata. Tällä hetkellä robottiosaajia ei valmistu riittävästi työmarkkinoiden tarpeisiin, myöskään koneistuksen opetussuunnitelmissa robotiikka ei tule kovin vahvasti esiin. Erilaisten EU-hankkeiden ansiosta oppilaitoksissa on jo hyviä robottiympäristöjä ja näitä ympäristöjä on saatava tehokkaaseen käyttöön.

Kaikilta opettajilta ei vaadita robotiikan huippuosaamista vaan rohkeutta ja kykyä opettaa robotiikan perusteita opiskelijoille. Myös opettajien työajan resursointi on nykyisessä taloustilanteessa vaikeaa, vähemmällä henkilöstöllä on ehdittävä tehdä enemmän ja robottien käytön opetus jää helposti kiireellisempien tehtävien jalkoihin. Useimmille opettajille riittää taso millä voidaan tarjota robotiikan perusteita opiskelijoille, mutta lisäksi tarvitaan pidemmälle edistyneitä opettajia jotka voivat viedä opetuksen pidemmälle ja tarjota yritysten robottiopeattoreille suunnattuja koulutuksia.

Tehoa robotiikasta hankkeessa siirrettävää robottia testattiin koulutusikäisessä kahdessa kohteessa, Kajaanin ammattiopistossa ja Savon koulutuskuntayhtymässä. Kokeilun tulokset olivat erittäin hyviä. Siirto oli toteutettavissa riittävän nopeasti. Opetettavat ryhmät olivat varsin suuria, eikä opetettavilla ollut robotiikasta lainkaan aiempaa kokemusta. Siitä huolimatta innostus ja mielenkiinto olivat suurta ja viesti opiskelijoilta oli selvä, robotiikan koulutusta tahdotaan lisää. Moni opiskelija oli sitä mieltä että robottiosaaminen parantaisi heidän mahdollisuuksiaan työmarkkinoilla.

Koulutuksen järjestäjien tulee kyetä tarjoamaan robottikoulutusta seuraavilla tasoilla:

1. Perustutkinto, robotiikan perusteet (Perustutkintoa suorittava saavuttaa tason jolla hän kykenee liikuttamaan robottia ja ohjelmoimaan yksinkertaisia kappaleenkäsittelyrutiineja)
2. Ammattitutkinto, robotiikan perusteet, (Ammattitutkintoa suorittava saavuttaa tason jolla hän kykenee liikuttamaan robottia ja ohjelmoimaan yksinkertaisia kappaleenkäsittelyrutiineja, tarpeen mukaan henkilökohtaiseen opetussuunnitelmaan räätälöity syvempi erikoistuminen robotiikkaan)
3. Erikoisammattitutkinto (Robotiikka ja automatisoitu kappaleenkäsittely, tehokäyttö tuotannossa)
4. Yrityksille räätälöidyt täsmäkoulutukset, erilaisten robottisovellusten hallinta (uusien henkilöiden peruskoulutus, jo robotiikkaosaamista omaavien lisäkoulutus yrityksen tarpeiden mukaisesti)

Näistä kohdat 3 ja 4 ovat haasteellisia koulutuksenjärjestäjille, oppilaitoksesta on löydyttävä opettajia jotka yltyvät myös tälle tasolle.