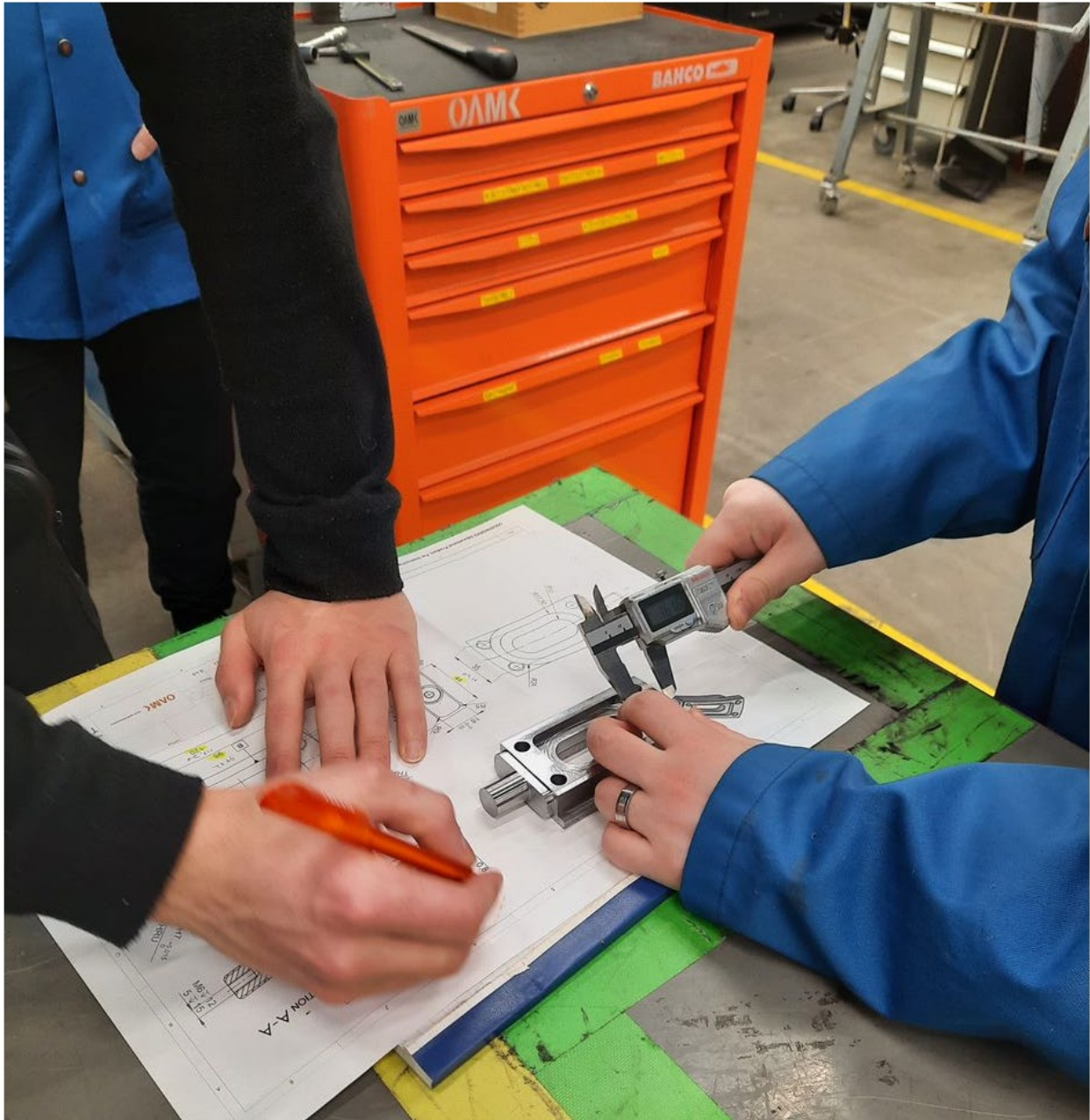


OAMK_KONE WITH PASSION

vuodesta 1894



Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan tutkinto-ohjelma

2021

Sisällysluettelo

- 3** Alkusanat
- 4** Innovointi etäaikana – haaste ja mahdollisuus
- 6** Nostolaite Pentik Oy:n tehtaalle
- 8** Kuinka trampoliineja testataan?
- 10** Yhteistyörobotiikalla automaatiota ohjelmistotestaukseen
- 13** Robotiikan lyhytkoulutuksen tuotekehitysprojektit
- 15** Yhteistoimintarobotin käyttö ovirunkojen hitsauksessa
- 17** Interaktiiviset kojeet tekevät tieteestä hauskaa
- 19** InnoOk-osuuskunnan toiminnan kehittäminen
- 21** Power BI:lla tehokkuutta raportin muodostamiseen
- 23** Globaalin toimitusketjun hallinnassa selkeät prosessit ja kommunikointi ovat avainasemassa
- 25** Kauneutta kotiin – design-kynttilöitä Posiolta

Julkaisija	Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan tutkinto-ohjelma
Julkaisuvuosi	2021
Toimituskunta	koulutuspäällikkö Helena Tolonen tutkintovastaava Timo Väyrynen koulutuspäällikkö Kimmo Rantapirkola lehtori Tuija Juntunen
Kannen kuva	lehtori Tomi Tuononen
ISSN	2490-2020 (verkko) 2490-2012 (painettu)

Alkusanat

Sähkö- ja automaatiotekniikan ja konetekniikan osasto on tehnyt aktiivista yhteistyötä alueemme yritysten kanssa jo pitkään. Yhteistyömme tavoitteena on toisaalta tukea opiskelijoidemme ammatillista kasvua ja toisaalta tarjota alueemme yrityksille riskittömiä mahdollisuuksia uusien teknologioiden soveltamiseen ja kokeilemiseen yrityksen omassa toiminnassa. Samalla yrityksillä on myös hyvä mahdollisuus katsastaa, tulisiko opiskelijoistamme osaavia ammattilaisia yrityksen henkilöstöön.

Alueemme yrityselämän tarpeet ohjaavat monilla tavoin sekä opetustamme että TKI-toimintaamme. Yritys-yhteistyön avulla voimme kehittää opetuksemme sisältöjen ajanmukaisuutta ja antaa opiskelijoillemme niitä perusvalmiuksia, joita he tulevaisuudessa tarvitsevat ja joita yritykset toivovat uusilla osaajillaan olevan. Tätä yhteistyötä haluamme tämän lehden avulla esitellä.

Tähän lehteen kootut artikkelit edustavat sisällöllään konetekniikan tutkinto-ohjelman yritys-yhteistyötä ja sen tuloksia. Opinnäytetyöt, opiskelijoiden pienryhmissä tekemät tuotekehitysprojektit, erikoistumisopintojen ja TKI-hanketyön puitteissa tehdyt yritysprojektit antavat kuvan tekemästämme työelämä- ja yritys-yhteistyöstä.

Olemme järjestäneet syksyisin Konetekniikan Pitching -tapahtuman, jossa yrityksillä on mahdollisuus esitellä toimintaansa ja tarjota opiskelijoillemme tärkeiksi katsomiaan kehityskohteita. Kehityskohteiden toteutuksessa opiskelijoiden tukena on aina koulutusosastomme asiantuntijaryhmä, joka kohteen mukaan koostuu sekä opettajista että laboratoriohenkilöistä. Opiskelijat valitsevat itse, mihin projektityöhön he haluavat lähteä toteuttajiksi, ja mielenkiintoisista projekteista tietysti kilpaillaan tiiviisti. Yrityslähtöisessä kehityskohteessa on kuitenkin aina erittäin positiivisena tekijänä se, että opiskelijat pääsevät ratkomaan todellista ongelmaa tai parantamaan olemassa olevaa todellista ratkaisua. Tämä todellinen tarve ja haaste motivoi opiskelijoita hyviin suorituksiin, ja samalla yritykset saavat mahdollisuuden tutustua mahdollisiin uusiin työntekijöihinsä.

Koulutusosastomme järjestää myös yrityksiä palvelevaa alueen elinkeinorakennetta uudistavaa ja jatkuvaa oppimista mahdollistavaa erikoistumiskoulutusta. Oulun ammattikorkeakoulun konetekniikan tutkinto-ohjelmassa olemme järjestäneet esimerkiksi robotiikan ja joustavan automaation erikoistumiskoulutuksia, joiden tavoitteena on antaa opiskelijoille valmiudet joustavan automaation suunnitteluun, käyttöönottoon ja käyttämiseen yritysten toiminnassa. Yksi tavoitteistamme näissä koulutuksissa on, että opiskelijat työllistyvät koulutuksessamme hankkimansa osaamisen avulla.

Konetekniikan opetussuunnitelman kehittäminen on tapahtunut sekä ammattikorkeakoululain määrittelemiä tehtäviä että myös alueemme teollisuuden tarpeita silmällä pitäen. Lisäksi konetekniikan opinnoissa opinnäytetyöt tehdään lähes poikkeuksetta teollisuuden toimeksiannosta.

Yritys-yhteistyö, joka lähtee aidosti yritysten tarpeista ja on sovitettu koulutusohjelmamme tarjoamiin mahdollisuuksiin, hyödyttää kaikkia osapuolia, niin yrityksiä kuin oppilaitosta ja opiskelijoitakin, parhaalla mahdollisella tavalla. Kehittyköön ja lisääntyköön tämä yhteistyö myös tulevaisuudessa. Antoisia lukuhetkiä yritys-yhteistyöstä kertovien artikkelien parissa.

Innovointi etäaikana – haaste ja mahdollisuus

Tässä artikkelissa kerrotaan kevätlukukaudella 2021 etäopetuksena toteutetusta konetekniikan opintokokonaisuudesta Innovative Product Development. Aiemmin kokonaisuus on toteutettu ainoastaan lähiopetuksena, ja etäopetukseen siirtymisessä oli ratkaistava useita kysymyksiä aina tuotteen ideointivaiheesta messuesittelyihin asti.

Innovative Product Development on Oulun ammattikorkeakoulun (Oamk) konetekniikan opiskelijoille suunnattu opintokokonaisuus, jossa yhdistetään tuotekehitys, 3D-suunnittelu, liiketoiminnan suunnittelu ja englannin kielen opetus kokonaisuudeksi, jossa kehitetään opintojen aikana uusi innovaatio. Käytännön toteutuksen kannalta tämä tarkoittaa, että tutustumme aluksi luoviin suunnittelumenetelmiin ja niiden avulla opiskelijat alkavat ideoida **omien ideoittensa pohjalta uutta tai jopa uusia** tuotekonsepteja.

Ideoiden pohjalta käynnistetään tuotekehitysprojekti, jonka toimivuus tai joskus jopa toimimattomuus todennetaan fyysisen prototyypin ja sen testaamisen avulla. Samalla opitaan myös tuotekehitysprosessi käytännössä ja muun muassa projektisuunnittelun sekä seurannan tärkeys.

Tässä artikkelissa kerrotaan, miten keväällä 2021 kokonaan etäopiskeluna toteutettuna prosessi erosi aiemmin lähiopetuksena toteutetusta.

Etäluovuus

Luova työskentelyprosessi on vahvasti yksilöllinen kokemus. Osalla ihmisistä luovat ajatukset syntyvät ryhmässä ja ryhmän vuorovaikutuksen avulla. Osalla taas luovuus vaatii aikaa ja itsenäistä rauhaa miettiä ongelmaa. Kontaktiopetuksessa ohjaava opettaja on läsnä ryhmän toiminnassa ja pystyy huomioimaan ryhmän toimintaa luovassa työssä. Ohjaaja pystyy huomaamaan ryhmädynamiikan ryhmän toiminnassa sekä ohjaamaan ideointiprosessia kohti hyödyllisiä innovaatioita.

Etäopetuksessa ideointi toteutettiin verkko-opetus työkalu Zoomin pienryhmätiloissa eli Breakout roomeissa, joissa ohjaava opettaja kävi vuorollaan mukana ryhmien ideointitapahtumissa. Kuten lähiopetuksessakin, myös etäopetuksessa ryhmät pääsivät vauhtiin hyvin eritasoisesti. Osalla ryhmistä ideoita syntyi lähes liukuhihnalta, osalla taas vauhtiin pääseminen oli hankalampaa. Näiden vähemmän idearikkaiden ryhmien ohjaaminen oli haastavaa etänä verrattuna lähiopetukseen. Lisäksi se, että on tavannut henkilön kasvotusten,

auttaa huomattavasti luovassa toiminnassa. Keskelle ryhmille kuitenkin saatiin kelpo ideat.

Projektin hallinta etäopetuksena

Ideointitilaisuuden jälkeen aloitettiin projektien toteuttaminen. Ensimmäinen vaihe oli luonnollisesti projektisuunnitelman tekeminen. Toteutus tehtiin etänä samalla konseptilla kuin lähiopetuksessakin, eli ensin alkuopastus kaikille yhteisesti ja sitten työstämistä jatkettiin pienryhmätiloissa eli Breakout roomeissa.

Kokemuksen mukaan projektinhallinta etänä toimi jopa paremmin kuin lähiopetuksessa. Projektisuunnitelmien työstäminen toimi hyvin, ja katselmointipalaverit sujuivat mallikkaasti. Lisäksi kaikki opiskelijat tuntuivat keskittyvän työn alla olevaan tehtävään paremmin kuin lähiopetuksessa. Lisäksi projektin aikana oli helppo seurata opiskelijoiden osallistumista. Myös 3D-suunnittelun ohjeistuksessa etäopetusympäristö toimi hyvin.

Prototyyppien valmistus etäopetusaikana

Olellaisena osana projektia on ollut prototyyppien valmistus. Etäopetus, kokoontumisrajoitukset sekä uudet yliopiston kanssa yhteiset valmistustekniikan tilat aiheuttivat omat haasteensa. Osalla projektiryhmiä oli omia mahdollisuuksia valmistaa prototyyppijä, osa käytti valmistustekniikan laboratoriotiloja ja osa toteutti proof-of-concept-prototyyppinsä hyvinkin luovasti. Melkein kaikki ryhmät saivat kuitenkin jonkinlaisen prototyypin valmiiksi.

Esittely etäopetuksena

Aiemmin projektin tulokset on esitelty messutapahtumassa, jossa messuvieraat pääsevät tutustumaan projektien pystyttämiin messuständeihin. Messut on järjestetty osana kansainvälistä opettajavaihtoviikkoa, ja näin ollen ne ovat olleet kansainväliset ja esittelykielenä on ollut englanti. Samoin kaikki esittelymateriaalit on tehty englannin kielellä.

Etäopetuksessa esittelyt toteutettiin Zoomissa siten, että kukin ryhmä oli omassa pienryhmätilaansa eli Breakout roomissaan ja vierailijat kävivät

vierailemassa ryhmissä kyselemässä tuotteista ja kuulemassa esityksiä. Päävalikossa (Main meeting) oli vastaanottaja eli 'aulaemäntä', joka toivotti vieraat tervetulleiksi, esitteli toimintakonseptin ja ohjasi vierailijoita tarvittaessa pienryhmätiloihin.

Saadaksemme englantia puhuvia vieraita kutuimme kansainvälisiä partnereitamme eri maista osallistumaan etämessuillämme.

Esityksiä varten tehtiin interaktiivinen diapohja ja ryhmän jäsenille jaettiin roolit, joiden mukaan he valmistautuvat esittelemään tuoteprojektin. Opiskelijat ohjeistettiin esittelemään myös prototyyppi kameran välityksellä. Messujen lopuksi vieraat äänestivät parhaan tuotteen, joka palkittiin.

Kokemuksia

Innovaatioprojektin toteutus etäopetuksena toi omat haasteensa. Luovan työn ohjaus ilman lähi-kontaktia oli haastavaa, mutta toisaalta "suoraviivaiset" insinööritehtävät, kuten dokumenttien laatiminen tai 3D-mallinnuksen opettaminen toimivat etänä jopa paremmin kuin lähiopetuksena. Varsinkin dokumenttien katselmointipalaverit olivat huomattavan tehokkaita verrattuna aiempiin toteutuksiin.

Etänä toteutettu esittelytilaisuus toimi yllättävänkin hyvin, mutta silti siinä oli heikkoutensa. Esittelyssä käytettyjen pienryhmätilojen eli Breakout roomien kuormitus oli epätasaista, ja niissä esiteltiin enemmänkin projektia jatkuvana diaesityksenä kuin aiona vuorovaikutteisena messutapahtumana. Myös englannin kielen käyttö tahtoi välillä unohtua, jos kaikki paikalla olleet vieraat puhuivat suomea.

Syksyllä 2021 aloitetuissa projektiopinnoissa olemme päätyneet käyttämään hybridimallia, jossa osa opetuksesta on lähiopetusta (johon voi osallistua myös etänä) ja osittain kokonaan etänä. Hyväksi toimintamalliksi on osoittautunut, että projekteilla on yhteinen Teams-alusta, johon on rakennettu jokaiselle projektille oma suljettu kanavansa. Tällä kanavalla tehdään projektikohtainen keskustelualue sekä tallennetaan projektin tuottamat dokumentit. Tyypillinen projektitunnin kulku on sellainen, että tunnit aloitetaan Zoomissa, jatketaan sieltä Teamsiin ja tunnin lopuksi tavataan vielä Zoomissa koosteen merkeissä.

Hybridiopetustapaan toteutetaan myös kevään 2022 Innovative product development -opintojakso. Mikäli korona sen suo, projektien tulokset esitellään jonkinlaisessa lähitapahtumana toteutetavassa messutapahtumassa.



Vote the best product, link in chat: <https://link.webropolsurveys.com/S/ZE2ADABFF54A984B>

Koneautomaation opiskelijoiden innovoimat ja etämessuilla esittelemät tuotteet

Nostolaite Pentik Oy:n tehtaalle

Pentik on Posiolla toimiva keramiikkatehdas. Tuotannossa prosessoitavia tuotteita varastoidaan hyllykössä, jossa on useita tasoja. Puolivalmiit tuotteet kerätään kapeiden vanerilevyjen päälle ja levyt tuotteineen työnnetään hyllykköön.

Hyllykön alin taso on vain hieman lattian tasoa korkeammalla, ja korkein taso sijaitsee noin keskipituisten suomalaisen henkilön pään korkeudella. Tämä aiheuttaa epäergonomisia työasentoja ja -tapoja, joita tulisi helpottaa.

LiftBooster-projektin tavoitteena oli kehittää mekaaninen laite automaattisella taakan kevennyksellä. Laitteella voisi nostaa tai laskea tuotteet ergonomiselle työskentelykorkeudelle, ottaa levyt pois hyllystä sekä palauttaa takaisin hyllyyn

Työergonomia voi aiheuttaa päänvauria.

Haasteet ja ratkaisut

Suurimmaksi haasteeksi projektissa muodostui levyjen poimiminen hyllystä ja lastaaminen takaisin. Toisena haasteena oli, kuinka levyihin tartutaan. Haasteet muodostuivat pääasiassa vaatimuksesta, ettei hyllyihin ja levyihin saanut tehdä muutoksia ja että keramiikkatuotteilla oli paljon variaatioita. Näiden seurauksena levyillä ei ole tiettyä absoluuttista paikkaa hyllyssä, ja siksi täysin automaattinen laite olisi vaikea toteuttaa.

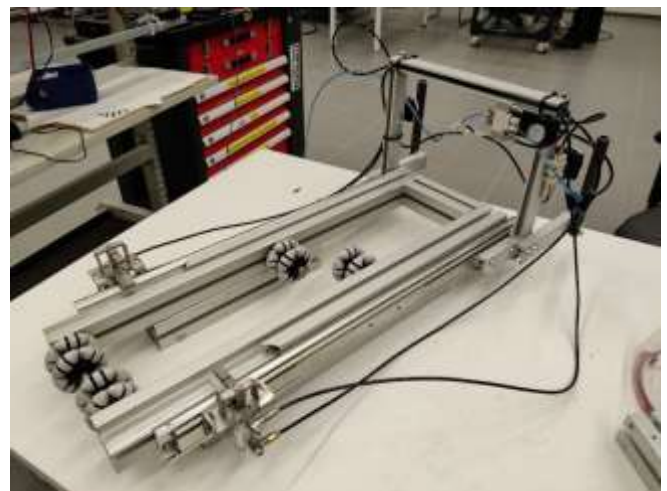
Ratkaisussa päädyttiin kompaktisylinteristä valmistettuun tarttujaan. Tarttuja ottaa kiinni levyjen reunoilta pneumatiikan avulla. Leukoja ohjattiin painonapeilla ja levyt vedettiin rullien päälle kiskojen ja alumiiniprofiilista valmistetun rungon avulla (kuva 1).



Kuva 1. Protoon valmistettu tarttuja

Prototyyppi valmistettiin ja testattiin Oamkin tiloissa, sillä käytössä oli Pentikiltä lainaan saadut hylly ja levyt. Ensimmäisellä testikierroksella käytössä olivat valmiit saatavilla olevat rullat, jotka löytyivät koululta. Näiden rullien kanssa proto ei toiminut oikein, koska rullien halkaisija oli liian suuri.

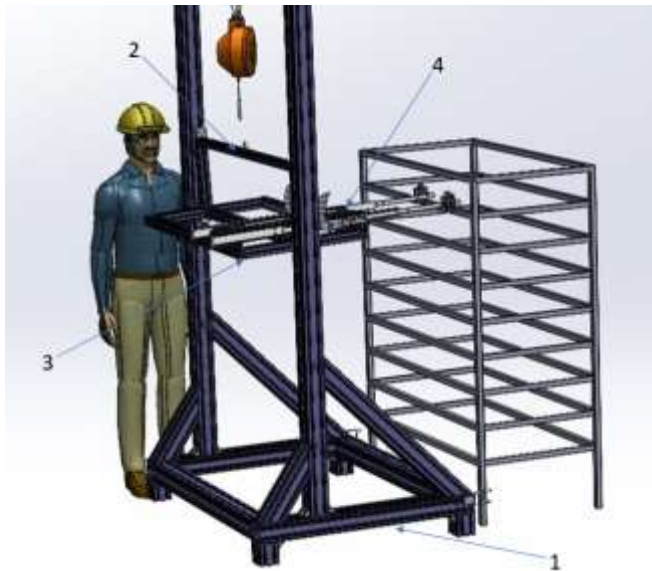
Seuraavaa testausta varten suunniteltiin rullat itse ja ne 3D-tulostettiin koulun laitteistolla. Proof of concept -tason testaus suoritettiin onnistuneesti toisella testauskierroksella. (Kuva 2.)



Kuva 2. Projektissa valmistettu prototyyppi; kuvassa väärin kokoiset rullat

Protossa automaattiseen kevennykseen käytettiin Indevan teollisuuskevennintä. Keventimen toimintaa testattiin yhtenä osana nostolaitteprototyypin testiä. Keventimen testaus onnistui, vaikka täydellistä nostolaitteen runkoa ei ollut valmistettu. Kevennin tunnistaa taakan määrän, jolloin avulla keventimen liikuttelu ylös alas on vaivatonta.

Laite suunniteltiin lineaarisiksi, ja se liikkuu x-, y- ja z-tasoissa. Tiukan aikataulun vuoksi laitteeseen ei kuitenkaan ehditty valmistaa runkoa, jossa ylös-, alas- ja sivuttaisliikkeet olisivat olleet mukana. Tätä toiminnallisuutta ei välttämättä edes tarvinnut testata, sillä ainoastaan tarttujan toiminnallisuudesta ei ollut varmuutta. (Kuva 3.)



Kuva 3. Kokoanpanomalli suunnitellusta laitteesta

Jatkokehitys

Vaikka protosta saatiin toimiva, havaittiin proton testausvaiheessa muutamia parannuskohteita. Selvin parannuskohde oli kiskojen avonaisuus. Tehtaalla on paljon keramiikkapölyä, ja kiskojen avonaisuus mahdollisesti tuottaa ongelmia, koska pöly voi jumittaa kiskojen liikkeen. Ratkaisu tähän olisi valmistaa muovista kiskolle pölysuoja ja varmistaa, että laitteen toiminnalliset osat puhdistetaan säännöllisesti.

Toinen parannuskohde on tartunnassa syntyvä vaikea ja kurotteleva asento. Tämän pystyy ratkaisemaan pidentämällä kahvoja tai muuttamalla laite yksikahvaiseksi ja kääntämällä kahvan asento pystyasennosta vaakatasoon. Ongelma voidaan korjata jatkosuunnittelulla. Kolmas esille nouseva parannuskohde liittyi tuotteen viimeistelyyn. Esimerkiksi kiskoja tulisi lyhentää, sillä ne menevät tartuntavaiheessa hyllyn reunojen alle ja haittaavat laitteen toimintaa.

Monien vaiheiden jälkeen projekti oli ihan onnistunut. Vaikka kokonaan valmistaa protoa ei saatukaan rakennettua ajan loppumisen vuoksi, toi projekti varmasti tutkimus- ja kehittämisarvoa yritykselle. Prototyyppi saatiin toimimaan ja käytettävyys pystyttiin toteamaan. Kuten kunnon tuotekehitysprojektiin kuuluukin, parannuskohteita löydettiin.

Kuinka trampoliineja testataan?

Oulun ammattikorkeakoulun (Oamk) tuotekehityskurssilla suunnitelimme yritystoimeksiantona Acon Oy:lle laitteiston ja ohjausjärjestelmän yrityksen trampoliinien sykliseen käyttöttestaukseen. Laitteistosta oli tarkoitus valmistaa myös toimiva prototyyppi, mutta kuten oikeissakin projekteissa joskus käy, ei pienten suunnitteluvaiheiden ja aikataulun peittämisen vuoksi tähän vaiheeseen harmillisesti päästy.

Acon Oy on erilaisiin vapaa-ajantuotteisiin kuten trampoliineihin, pelipöytiin, leikkikeskuksiin sekä pihapeleihin erikoistunut yritys. Acon panostaa vahvasti tuotteidensa tuotekehitykseen ja soveltaa kehitystyössään modernin koneensuunnittelun analyysi-, mallinnus- ja testausmenetelmiä. Acon onkin tarjonnut opiskelijoillemme mielenkiintoisia mekaniikka- ja laitesuunnitteluun liittyviä opiskelijaprojekteja.

Aconin tarjoamat projektiaiheet ovat hieno esimerkki teknillisen mekaniikan teorian ja koneensuunnittelun modernien menetelmien soveltamisesta hyvin raikkaaseen, ehkäpä tavallisuudesta poikkeavaan, tuotevalikoimaan ja ovat omiaan havainnollistamaan koneinsinöörin laaja-alaista tehtäväkenttää.

Laatutietoiselle yritykselle tuotetestaus on merkittävä osa suunnittelu- ja valmistusprosessia. Aconilla on jo ennestään käytössä erilaisia laitteita trampoliinien josten ja jousituksen testaamiseen sekä patjojen staattiseen kuormittamiseen, mutta kokonaisuuden käyttöttestaus ei toistaiseksi ole ollut mahdollista. Sopiva haaste Oamkin projektiharjoituksen aiheeksi siis.

Laatutietoiselle yritykselle tuotetestaus on merkittävä osa suunnittelu- ja valmistusprosessia

Lähtötilanne ja alustava suunnittelu

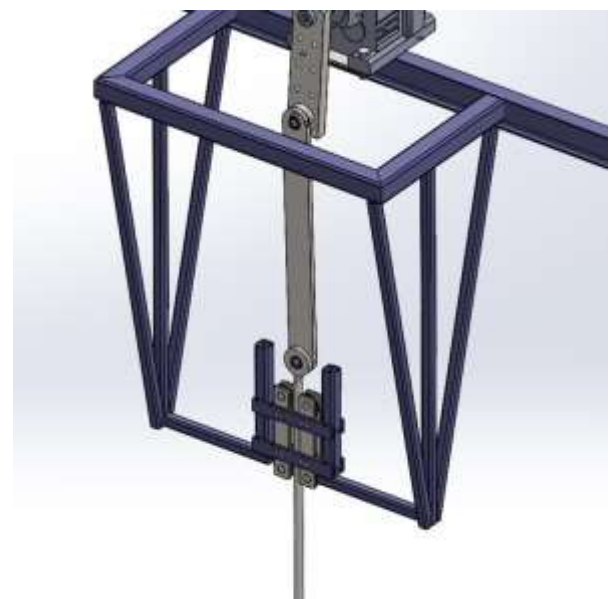
Projektin alussa sovittiin tilaajan kanssa ne vaatimukset, jotka projektissa tulisi saavuttaa. Päätaivoitteena oli toimivan testauslaitteen ja ohjausjärjestelmän suunnitelma ja toimivan prototyypin valmistus olemassa olevaa painamaterian runkoa hyödyntäen. Lisäksi haluttiin ratkaisu trampoliinin patjaa painavan paininjalan mitta-anturidatan tallennukseen ja datan käsittelyyn.

Mekaanisesti laitteiston perusvaatimukset olivat kohtuullisen yksinkertaiset, eikä ohjausjärjestelmäkään aiheuttanut suunnitteluteknisesti suurta

päänvaivaa. Haasteeksi muodostuikin melkoisen suuri voimantuottotarve, sillä trampoliineja haluttiin testata ankarimpiakin mahdollisia käyttötilanteita varten. Myöskään antureilta tulevan mittadatan tallennuksesta ja käsitelystä ei projektiryhmän jäsenillä ollut kokemusta.

Esisuunnitteluvaiheessa päädyttiin voimansiirron osalta pneumaattiseen ratkaisuun, jossa paineilmasylinterillä olisi painettu trampoliinin patjaa halluttuun syvyyteen. Korkeussäätö olisi toteutettu muuntamalla sylinterirungon asemaa suhteessa patjan pintaan. Paineilmasylinterin etuina olisivat olleet edullisuus, pieni koko ja keveys sekä turvallisuus, sillä liikkuvia osia olisi ollut hyvin vähän.

Ongelmaksi kuitenkin muodostui ääritestaustilanteiden suuri voimantarve, joka olisi edellyttänyt massiivista, 8 m³/min, ilmantuottoa. Pneumaattinen ratkaisu ei muista hyvistä puolistaan huolimatta ollutkaan toteuttamiskelpoinen, ja suunnittelussa jouduttiin palaamaan takaisin esisuunnittelussa painavana ja vaarallisempaan pidettyyn kampi-luistimekanismiin, jossa sähkömoottorin pyörivä liike muutetaan lineaariseksi.



Kampi-luistimekanismi moottoriin asennettuna. Suunniteltu runko kaipaa vielä vahvistamista ja se tullaan sijoittamaan omaan runkoonsa.

Suunnanmuutos

Uudistuneeseen suunnitteluprosessiin palattiin joululoman jälkeen. Suuri yli 7 kN:n voimantarve oli suunnitteluteknisesti haastava myös sähkömoottoria käyttäen, sillä moottorin tehontarve oli noin 15 kW, joka vaihteen kanssa tarkoitti yli 300 kg:n kokonaisuutta ilman runkoa. Mekanismin suunnittelutyö oli hyvässä vaiheessa talvilomaan mennessä, mutta olemassa olevan rungon hyödyntäminen lisääntyneen painon vuoksi osoittautui kohutuullisen haastavaksi. Talviloman jälkeen toimeksi-antajan toimesta ehdotettiin, että suunnittelutyön painopiste siirrettäisiin ohjausjärjestelmän suunnitteluun ja Acon suunnittelisi laitteiston tarvitseman rungon itse.

Ohjausjärjestelmän osalta suunnittelutyö oli tehty pitkälti jo esisuunnitteluvaiheessa, joten varsinaisiin töihin päästiin onneksi heti, sillä tässä vaiheessa töille oli aikaa enää muutama viikkoa ennen vappua ja lukukauden päätöstä. Ohjausjärjestelmä testattiin ja toteutettiin Oamkin Beckhoffin opetuslaitteistolla ja anturipaketeilla. Valitettavasti voima-anturidatan tallennusta ei puuttuvien lisenssien ja voima-anturin takia pystytty täysin testaamaan käytännössä.

Kehitysehdotuksia

Sattuneiden suunnitteluvirheiden takia aivan kaikkia toimeksi-antajan asettamia tavoitteita ei pystytty täyttämään. Testauslaitteiston mekanismi ja ohjausjärjestelmä saatiin suunniteltua lähes valmiiksi, mutta valmista prototyyppiä ei päästy valmistamaan. Lopullinen suunnittelutyö ja järjestelmän käyttöönotto olisi mahdollista tehdä esimerkiksi opinnäytetyönä. Projektiryhmän jäsenet haluavat kiittää Aconia ja ohjausryhmän jäseniä sujuudesta yhteistyöstä ja mahdollisuudesta tällaisen projektin suunnitteluun ja toteutukseen.

Yhteistyörobotiikalla automaatiota ohjelmistotestaukseen

Leanin ja robotiikan täydennyskoulutuksen ryhmän projektityönä oli automatisoida lukitusjärjestelmän ohjelmiston testaus robotisoimalla. Robottisolun täytyi testata viisi esiohjelmoitua avainta viidessä eri avainlukijassa ja lukea lukijoiden relesignaalit ja ledien värit sekä kirjoittaa saadut tulokset reaaliajassa Excel-taulukkoon. Robotisointi toteutettiin Universal Robots UR10e -cobotin, Sensopart V20-ALL-P2-W12 -konenäkökameran ja Robotiq Hand-E -tarttujan avulla.

Koulutuksella osaamista leaniin ja robotiikkaan

Leanin ja robotiikan täydennyskoulutus alkoi loka-kuussa 2020. Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittaman ja Oulun ammattikorkeakoulun (Oamk) toteuttaman koulutuksen tavoitteena on täydentää opiskelijan osaamista leanin ja joustavan automaation aihepiiristä.

Koulutus on jaettu kahteen osioon, joista ensimmäisessä perehdytään siihen, mitä tuotannossa kannattaa automatisoida ja miten se tehdään. Toisessa osiossa toteutetaan projekti, jossa suunnitellaan ja toteutetaan kollaboratiivinen robottisolukohdeyritykseen. Ensimmäinen osio antoi hyvän pohjan projektin tekemiseen, jonka suunnittelu aloitettiin vuoden 2020 lopussa ja varsinainen projekti tammikuusta toukokuuhun 2021.



Koulutuksessa käytetty UR10e-robotti

Projektin tavoitteet

Projektin tavoitteena oli toteuttaa yhteistoiminnallinen robottisolukohde, jossa robotti toimii testauksen opeeraattorina. Robotti testaa uuden ohjelmiston toiminnan lukitusjärjestelmässä käyttämällä esiohjelmoituja avaimia avainlukijan avaimenlukualueella. Avainlukijasta menee signaali avainmoduulille, josta saadaan reletieto otettua robotin sisään-tuloon. Tuloksena robotti lukee moduulin releen avulla hyväksyntäsignaalin ja tarkastaa ovilukijan ledin värin. Tulokset lähetetään tietokoneelle Excel-taulukkoon.

Esisuunnittelu

Esisuunnittelussa kokonaistoiminto eli robottisolun toiminta kokonaisuudessaan jaettiin jäsentelykaavion avulla osatoimintoihin ja niille etsittiin ratkaisuvaihtoehtoja. Osatoimintojen ratkaisuksi löydettiin useita vaihtoehtoja, joista valittiin paras esiarvioinnilla ja pisteytyksellä.

Robotisointi jaettiin seuraaviin **osatoimintoihin** ja niihin saatiin paras ratkaisu pisteytyksellä:

1. **Avainjigi** on yksinkertainen, ja siinä avain on valmiiksi lukuasennossa, mikä helpottaa robotin käyttöä ja ohjelmointia.
2. **Robotin tarttujaksi** valikoitui mekaaninen tarttuoja, joka soveltuu hyvin myös robottisolun laajentamiseen. Tartunta tapahtuu avaimen sauvasta.
3. **Avainlukijat sijoitetaan** vaakatasoon vanerilevyn kiinnitettyyn testaussysteemiin. Avainlukijat ovat ruudukkomuodossa vanerilevyllä.
4. **Avaimen käyttö lukijoissa** tapahtuu robotilla, koska kyseessä on robotisointiprojekti.
5. **Robotille signaali releen statuksesta** saadaan suoraan kytkemällä rele robotin sisään-tuloihin.

6. **Ledin statuksen lukeminen** tapahtuu konenäkökameralla.

7. **Tulosten kirjaaminen Exceliin** saadaan toteutettua Robotiqin valmiilla Data Logging -ohjelmalla, joka on käynnissä robottiin kytketyllä tietokoneella.

Esisuunnittelun aikana saatiin koottua fyysinen testiympäristö Oamkin robotiikkalaboratoriossa, jossa muutamia eri vaihtoehtoja pystyttiin kokeilemaan käytännössä. Esisuunnittelun aikana suunniteltiin myös alustava layout robottisolulle. Valittu ratkaisuvaihtoehto esitettiin toimeksiantajalle esisuunnittelun katselmoinnissa, joka hyväksyttiin pienillä muutoksilla. Esisuunnittelun katselmoinnissa päätettiin, että testilayoutiin sisällytetään Universal Robotsin UR3e -robotti ja sen pöytälayout, mutta prototyyppi toteutettaisiin koululta löytyvällä UR10e-robotilla.

Yksityiskohtainen suunnittelu

Yksityiskohtaisen suunnittelun aikana projekti-ryhmä alkoi testata valittua ratkaisuvaihtoehtoa ja sen komponentteja tarkemmin. Vaativimpana komponenttina oli tässä vaiheessa konenäkökamera ja ledin värin tunnistus, koska esisuunnittelun aikana kaikki muut komponentit saatiin pääosin toimimaan.

Tarttujaksi valikoitui yksityiskohtaisen suunnittelun aikana Robotiqin Hand-E-malli, koska siinä tarttujan sormien liike on suoraviivainen. Lisäksi Hand-E on halvempi, kuin toinen Robotiqin mallivaihtoehto 2F-85.

Robotin ohjelmointi aloitettiin mahdollisimman yksinkertaisesti ja ensimmäisestä testiversiosta jätettiin konenäkö kokonaan pois. Robotin ohjelma saatiinkin toimimaan nopeasti pelkällä relesignaaliilla.

Tulosten kirjaamiseksi Excel-taulukkoon valittiin valmis Data Logging -ohjelma, joka kirjasi robotin lähettämät tiedot CSV-tiedostoon verkkoyhteyden kautta. Excel-taulukkoon tiedot saatiin Excelin sisäisellä työkalulla. Ongelmaksi muodostui verkkoyhteyden käyttö, koska yhteyden ollessa päällä ei CSV-tiedostosta pystynyt lukemaan robotin kirjoittamia tietoja. Ratkaisu löytyi, kun verkkoyhteys ohjelman loppuksi katkaistiin, minkä jälkeen tiedot pystyttiin lukemaan. Tämän vuoksi ohjelman alkuun lisättiin komento yhteyden muodostamiseksi uudelleen.

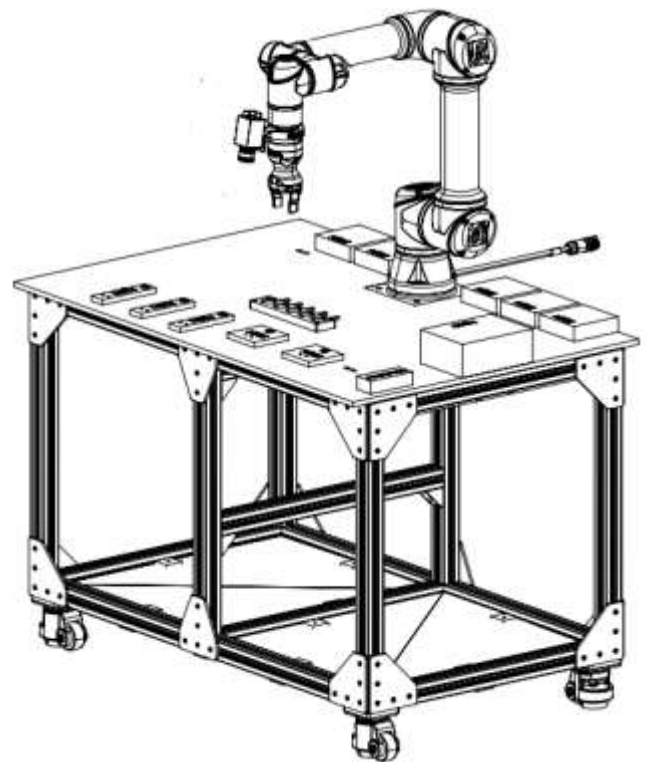
Yksityiskohtaisen suunnittelun aikana pystyttiin molempia konenäkökameravaihtoehtoja testaa-

maan rinnakkain, koska Oamkillä oli Sensopartin kamera valmiiksi ja SICKin kamera saatiin lainattua useaksi viikoksi.

Ulkoisen valaistuksen, ledien kirkkauden vaihteluiden sekä vihreän ja punaisen ledin valon intensiteetin vaihtelun aiheuttamat haasteen ledien tunnistuksessa saatiin ratkaistua, kun kameran tarkennuspiste säädettiin todella epätarkaksi. Tämän ansiosta avainlukijoiden ledien valo hajosi kameran linssiin yhdeksi tasaiseksi värialueeksi ja ledien lukeminen onnistui ilman ulkoista suojaa normaalissa huonevalaistuksessa. Sensopartin kamera valittiin lopulliseen kokoonpanoon, koska SICKin kameralla ei saatu värin tunnistusta luotettavaksi eikä kameran kommunikaatiota robotin kanssa ollut valmiiksi olemassa.

Ledien lukemisessa saatiin läpimurto, kun kameran tarkennuspiste säädettiin todella epätarkaksi.

Esisuunnittelun aikana tehtyjä mallinnuksia tarkennettiin yksityiskohtaisen suunnittelun aikana. Esimerkiksi robotti vaihtui UR3e-mallista UR5e-malliin ja solun layoutia optimoitiin UR5e-mallille sopivammaksi.



Robottisolun pääkokoonpanopiirustus

Prototyyppi ja testaus

Prototyyppiä alettiin rakentaa jo esisuunnitteluvaiheessa, kun asiakas toimitti testiympäristön kou-

lulle. Robottina käytettiin koulun labran Ventionin alumiinirunkoiseen pöytään kiinnitettyä Universal Robotsin UR10e-mallia. Viiden avaimen jigii tulostettiin 3D-tulostimella.

Testiympäristö kiinnitettiin pöydän kokoiseen vanerilevyyn. Prototyypissä koulun Sensopart-kamera kiinnitettiin robotin käsivarteeseen, kuten aiemmassa kuvassa on esitetty. Toimiva prototyyppi katsoi toimintaa koulun laboratoriotiloissa. Prototyyppi täytti kaikki sille asetetut vaatimukset pienten täydennysten jälkeen. Prototyypin testiohjelmalla yhteen testiajona (10 kierrosta) kului aikaa noin 38 minuuttia, mutta ohjelmaa optimoimalla se saadaan lyhennettyä noin 30 minuuttiin. Yhteen testikierrokseen kuului viiden avaimen käyttäminen viidessä eri lukijassa ja ottamalla niiden tulokset ylös.

Miten yritys hyötyi projektista?

Projektin tuloksena saatiin rakennettua yhteistoiminnallinen robottisolun, jossa UR10e-robotti toimii ohjelmistotestauksen operaattorina ja käyttää esiohjelmoituja avaimia avainlukijoissa. Projektissa valmistunut robottisolun nopeuttaa ohjelmistotestausta ja poistaa testaajan tekemät inhimilliset virheet. Tyypillisesti robottisolun tehdään perinteisen kappaletuotannon automatisoimiseksi, mutta tässä projektissa kyse oli ohjelmistotuotannon automatisoimisesta.

Koulutuksen yhtenä osa-alueena oli lean-filosofia, joka toteutui projektissa hukkan poiston kautta. Hukka vähenee, kun testaus nopeutuu ja virheet poistuvat.

Myös henkilöstön resurssit säästävät tuottavampaan tekemiseen, kun monotonisen testaustyön tekee robotti. Näin työn ergonomia ja työtyytyväisyys paranevat.

Kun testausta automatisoidaan, joudutaan samalla standardisoimaan asioita, mikä on myös osa lean-periaatteita. Hyvänä asiana voidaan myös mainita, ettei testaus ole sidottu etäkäyttömahdollisuuden takia enää työntekijän fyysiseen paikkaan. Robotin kapasiteetista tämän projektin testi vie vain murto-osan (30 min/päivä), joten sen käyttöastetta voidaan käyttää myös muuhun työhön. Yrityksellä onkin jo suunnitelmia robotille sen työtehtävien laajentamiseksi.

Mitä tästä opittiin?

Koulutuksen aihealueet olivat ryhmän jäsenille osittain ennestäänkin tuttuja, joten niiltä osin koulutus oli hyvää kertausta. Uutena asiana molemmille tuli tuotantoautomaatioon liittyvät opinnot, kuten anturitekniikka, ohjausjärjestelmät ja ohjelmointi. Yhteistoiminnallisesta robotiikasta oli toisella ryhmän jäsenellä aikaisempaa kokemusta, mutta koulutus syvensi huomattavasti tätä osaamista.

Yritysprojektin aikana työtehtävät jaoutuivat pääosin osaamistauksen mukaan, mikä nopeutti tekemistä mutta samalla heikensi uuden oppimista. Projektissa oppimisen kannalta hyödyllisimmät osa-alueet ovat olleet robotin ohjelmointi ja robotisolun rakentaminen suunnitelman mukaan, joissa projektiryhmän henkilökohtainen osaaminen kehittyi eniten. Kokonaisuudessaan oppimista on lisännyt myös tuotekehitysprojektin tekeminen tietyn prosessin mukaisesti. Projektin toteutusta on tukenut eniten opintojakso Yhteistoiminnallinen robotiikka, ohjelmointi ja käyttökoulutus.

Robotiikan lyhytkoulutuksen tuotekehitysprojektit

Oulun ammattikorkeakoulun (Oamk) lyhytkoulutus koostuu robotiikan perusteista sekä robotiikkaprojekteista. Projektiryhmän tavoitteena oli toteuttaa robottisolun, jossa yhteistoimintarobottia ja konenäkökameraa hyödyntämällä varmistetaan kappaleiden laatu ja lajitellaan ne sen mukaan.

Robotiikan lyhytkoulutus

Robotiikan lyhytkoulutus on joulukuussa 2020 alkanut Opetus- ja kulttuuriministeriön rahoittama ja Oamkin toteuttama koulutus. Tavoitteena on oppia tunnistamaan teollisuusrobottien tyypit, oppia tuntemaan robottisolujen yleisimmät työtehtävät ja opetella yhteistoimintarobottisolujen käyttämistä. Koulutukseen sisältyy 5 opintopisteen kokonaisuus Robotiikan perusteet ja 25 opintopisteen Tuotekehitys. Robotiikan perusteissa opiskelijat saavat pohjatietoa roboteista ja oppivat robottien peruskäyttämisen. Tuotekehityksen harjoituksissa laajennetaan kertynyttä osaamista ja sovelletaan opittuja taitoja robottisolun käyttöönoton suunnitteluun ja toteutukseen.

Yhteistoimintarobotit eli cobotit

Cobotti-nimitys on lyhennys kollaboratiivisesta robotista, joka tarkoittaa suomeksi tavoitteellista yhteistyötä robotin ja ihmisen välillä.

Perinteisiin robotteihin verrattuna cobotit on pyritty suunnittelemaan niin, etteivät ne aiheuta vaaraa cobotin lähellä työskenteleville ihmisille.

Toteutukset vaihtelevat hieman valmistajan mukaan, mutta yleisesti voidaan sanoa, että cobottien liikenopeus on perinteisiä teollisuusrobotteja pienempi ja niissä on törmäyksen tunnistus, jota voidaan varmistaa erilaisilla turvajärjestelmillä. Turvallisuuden lisäksi coboteissa on pyritty panostamaan helppoon käyttöönottoon ja ohjelmointiin, jolloin ohjelmointi voidaan usein suorittaa yrityksen oman henkilökunnan voimin pienellä opastuksella.

Cobottien hyödyntäminen tarjoaakin yrityksille monia etuja verrattuna perinteisiin robotteihin. Tärkeintä ovat tietenkin kustannukset. Pieni kuorma, tyypillisesti alle 20 kg, mahdollistaa kevyen rakenteen, joten cobotti voidaan siirtää

helposti toiselle työpisteelle eikä tarvita kalliita kiinnityksiä.

Koska työpisteessä ei tarvitse käyttää erillistä aidattua aluetta ja koska ohjelmointi on helppoa, käyttöönottoon liittyvät kustannukset ovat kohtuullisia. Tämä mahdollistaa robotiikan tuomisen myös sellaisiin kohteisiin, joissa perinteisen robotin käyttö ei ole taloudellisesti järkevää.

Robotiikkaprojektit

Koulutuksessa toteutettiin neljä erilaista projektia. Kaikki projektit tehtiin Oulun ammattikorkeakoulun laiteilla ja koulun laboratoriotiloissa. Tehtävänannon mukaiset haasteet voi kuitenkin hyvin kuvitella oikeiksi teollisten tuotantolaitosten ongelmiksi, joihin kaivataan uusia ratkaisuja yhteistoimintarobotin avulla.

Kokoonpanorobottisolussa toteutettiin kahden robotin yhteistyöllä kappaleen kokoaminen. Ensimmäinen robotti kuljettaa pohjan ja kannen työstöpaikalle. Toisen robotin työkalulaippaan on kiinnitetty teollisuusruuvinväännin, joka liittyy yhteen kannen ja pohjan. Tehtävässä oli tärkeää varmistaa kahden robotin saumattoman ja turvallisen yhteistyön toteutuminen.

Koneistusrobottisolussa automaattisorvi ja robotti toimivat yhteistyössä. Sorvattava aihio kuljetetaan robotilla sorvin pakkaan. Yhteistoimintarobotti antaa sorville käskyn hoitaa kappaleen työstö. Kun kappaleen työstö on valmis, robotti noutaa valmiin kappaleen pakasta ja toimittaa eteenpäin.

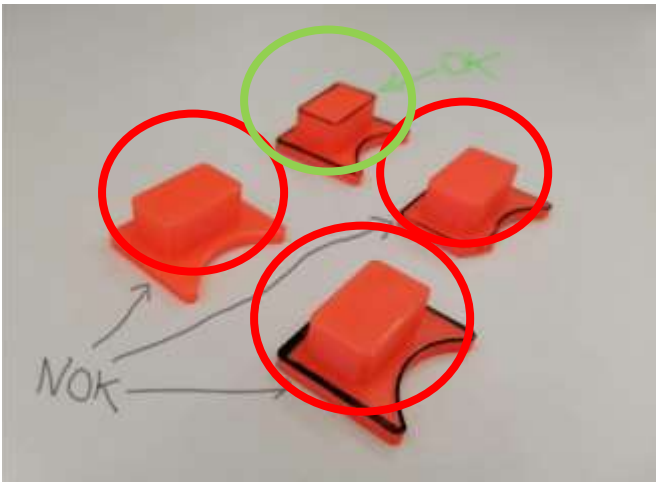
Hitsausprojektissa toteutettiin kahden kappaleen, kulmapalan yhden sauman hitsaus ja T-palan kahden sauman hitsaaminen robotin avulla. Käyttäjä kiinnittää kappaleet hitsauspöytään ja valitsee painonapilla ohjelman hitsattavan kappaleen mukaan. Robotti hitsaa kappaleen ohjelmoidun työstöradan mukaisti. Hitsauksen jälkeen robotti odottaa käyttäjän valintaa siitä,

onko työ tehty tai jatketaanko toisen sauman tekemiseen.

Yhteistoimintarobotti ja kamera laadunvarmistuksessa

Kappaleen laadunvarmistus tapahtuu kameran ja robotin yhteistyöllä. Tehtävänannossa haluttiin automatisoida kappaleiden laadunvarmistus.

Kappaleiden joukossa on niin hyviä kuin huonojakin ja kaikki tarkistetaan, ennen kuin kappale jatkaa pidemmälle tuotantoprosessia. Laatu-testin läpäisee kuvassa 1 vihreällä ympyröity kappale, jossa tutkittavat piirteet ovat ehjiä.



Kuva 1. Laaduntarkistusta odottavat kappaleet

Projekti toteutettiin Universal Robotsin yhteistoimintarobotilla, johon on verkkokaapelilla kytketty Visor V20 -konekameran. Robottiin kytketään tarttuja, ulkoiset I/O-laitteet, optinen anturi kappaleiden syöttöpaikalta ja painonappi robotin ohjelman käynnistämistä varten.

Yhdellä muuttujan arvolla robotti osaa lajitella hyväksytyt ja hylätyt kappaleet oikeisiin laatikoihin. Tehokasta!

Robotti on kiinnitetty solun työpöytään, jolla työskentely tapahtuu. Sormitarttuja hakee kappaleet syöttölaatikolta ja vie ne kuvauspaikalle. Tämän jälkeen robotti siirtyy odotuspisteeseen odottamaan konekameran tulosta kappaleen laadusta.

Kappaleiden lajittelu on toteutettu tallentamalla muuttujaan konekameran tulos. Hyväksytyt kappaleet antavat State-muuttujalle arvon True, jolloin robotti osaa viedä kappaleen oikeaan paikkaan.

Työkiertoa jatketaan niin pitkään kuin syöttöpaikalla riittää kappaleita tarkistettavaksi. Kuvassa 2 on laadunvarmistuksen valmis solu.



Kuva 2. Laaduntarkistusrobotti

Koulutuksen yhteenveto

Robottiin lyhytkoulutus on jaettu robottiin perusteisiin ja tuotekehitykseen. Robottiin perusteissa (5 op) käytiin läpi yleisesti eri robottityypit, lisälaitteet, kytkennät, koordinaatit ja ohjelmoinnin perusteet. Lisäksi harjoiteltiin yhteistoimintarobottien käyttämisestä Oamkin robottikalabrassa.

Tuotekehityksessä (25 op) painopiste oli ratkaista pienryhmissä annettuja tuotantoon liittyviä kokonaisuuksia. Koronan aiheuttamien rajoitusten vuoksi suurin osa tehtiin etätyöskentelyä. Toteutus antoi myös hyvän mahdollisuuden hyödyntää etätyökaluja, UR:n tarjoamaa robottisimulaattoria sekä oppia tekemään yhteistyötä tilanteessa, jossa oltiin fyysisesti erillään suurimman osan aikaa.

Opintojen ollessa loppusuoralla voidaan todeta, että on oikeastaan hämmästyttävää, miten paljon voi oppia puolessa vuodessa. Vaikka kiusaus olisi panna kaikki oppijoiden erinomaisuuden piikkiin, on paljolti kyse kuitenkin korkeatasoisesta opetuksesta ja robottien käyttäjäystävällisestä ohjelmointitavasta. Kukaan ei ole alallaan koskaan valmis, mutta koulutus on antanut hyvät valmiudet jatkaa eteenpäin.

Yhteistoimintarobotin käyttö ovirunkojen hitsauksessa

Tämä artikkeli perustuu Oulun ammattikorkeakoulun järjestämään Leanin ja robotiikan täydennyskoulutuksen puitteissa toteutetun yrityslähtöisen tuotekehitysprojektin tuloksiin. Yhteistyöyrityksenä toimi PP-Fasadi Oy, jolla oli kiinnostusta robotisoidun hitsauksen mahdollisuuksista teräksisten ovirunkojen tuotannossa.

Projektin tavoitteena oli hyödyntää Jansenin hitsauspyöröpöytää teräksisten ovirunkojen jiirien hit-saamiseen yhteistyörobotilla. Toiveena oli laadun paraneminen ja työstöajan lyheneminen käsin hit-saukseen verrattuna. Työ helpottuisi kääntelyn vä-hentämisen myötä, mikäli voitaisiin hitsata kaikki saumat peräkkäin ilman kiinnitysheftausta ja väli-hiontaa.

Projektin aikana perehdyttiin robottisolun suunnit-teluun ja turvallisuustekijöihin. Merkittävässä osassa projektia oli UR10e-yhteistyörobotin ohjel-mointi ja MIG-hitsaus Kempin A7-hitsauslaitteis-tolla.

Robottihitsausta testattiin, työstöarvoja optimoitiin ja robotin liikeratoja hiottiin Oulun yliopiston hit-sauslaboratoriossa. Projektin lopussa suunnitellun ja toteutetun hitsaussolun toimintaa demonstroitiin yrityksen tiloihin rakennetulla hitsaussolulla.

Robotti määrittää hitsattavan nurkan si-jainnin tunnustelemalla.

Projektin käytännön toteutus

UR10e-yhteistyörobotissa on sisäänrakennettu voima-anturi, jonka tehtävänä on tunnistaa robotin mahdolliset törmäykset. Robotiq on kehittänyt me-netelmän, jossa se hyödyntää robotin voima-antu-ria kappaleiden asemoinnin kartoittamisessa. Ro-botti käy koskettamassa kappaleen reunaa kol-mesta kohdasta, ja näistä kosketuspisteistä robotti määrittää kappaleen asemoinnin ja sijainnin pis-teavaruudessa.

Kun robotti tietää kappaleen asennon, se osaa tehdä ohjelmoidut toiminnot, kuten hitsauksen oi-keaan kohtaan kappaletta. Kappaleen paikoituk-sen määrittävä ja työstöt sen mukaan tekevä oh-jelma on Find and Apply Contact Offset.

Kulmanhakutoiminnon ansiosta pöydän ei tarvitse pyöräytyksen jälkeen pysähtyä tarkasti samaan asentoon vaan riittää, että se kohdistetaan jalus-taan liimattujen merkkitarrojen mukaan. Pyörö-pöytä on riittävän jyrävä eikä se liikaahda pienestä

kosketuksesta, joten sen asentoa ei tarvinnut erik-seen lukita kulmanhaun ja hitsauksen ajaksi.

Hitsausohjelma ja kulman haku tehtiin oikealle ja vasemmalle kulmalle erikseen, koska haluttiin mi-nimoida kulman sijainnin virhemäärittämisestä ai-heutuvia ongelmia. Jiirit pystyttiin hitsaamaan il-man heftauksia, eikä oven runko vääntyillyt, kun se irrotettiin hitsauspöydästä. Myös oven ristimitta py-syi muuttumattomana.

Kulman hitsaus aloitettiin hitsaamalla pystykulma ylhäältä alaspäin. Seuraavaksi hitsattiin profiilien alapuoli, eli oven sisäpuolen sauma sisäkulmasta ulkokulmaa kohti. Viimeiseksi hitsattiin profiilien yläpuoli, eli oven ulkopuolen sauma sisäkulmasta ulkokulmaa kohti. Hitsausohjelmat päättyivät hit-sauslangan katkaisuun langankatkaisuasemalla, jolloin seuraavan kulman hitsaus alkaa aina 10 mm pituisella langalla.



Hitsaustuloksia

Robotin kosketusnäytöllinen ohjain ei ole tuotanto-käytössä sujuvin tapa käynnistää toistuvia hitsaus-työstöjä, joten ohjaimelle tehtyyn telineeseen asennettiin sekä hätäseis-painike että erilliset käyt-töpainikkeet. Painikkeista operaattori voi valita, käynnistääkö ohjelman hitsausta vai puhdistus-asemalla käyntiä varten.



Robotin ohjain ja erilliset käyttöpainikkeet

Projektin perusteella voidaan todeta, että ovien teräsprofiilien jirien hitsaus on mahdollista yhteistyörobotilla.

Kun robotissa on käytettävissä kappaleen kulman sijainnin määrittävä ohjelma, se soveltuu käytettäväksi Jansen 499.007 -pyöröpöydän kanssa ilman, että pöytään tarvitsee tehdä muutoksia.

Jatkokehitysmahdollisuudet

Jatkossa pyöröpöydän omat ruuvipuristimet kannattaa vaihtaa pikakiinnityspihteihin. Tällöin hitsattavien profiilien asennus on nopeampaa. Lisäksi koska pikakiinnityspihdit ovat matalammat kuin nykyiset ruuvipuristimet, ei robotti törmää niihin niin helposti. Vaihtamalla pyöröpöydän moottori askelmoottoriin tai asemointitiedolla varustettuun servo-moottoriin saataisiin kulman tarkka sijaintitieto robotille. Tällöin ei tarvitsisi tehdä kulmanhakua ja aikaa säästyisi ohjelmakierrosta ainakin 25 %.

Langansyöttölaitteet ja hitsausletkut voisi nostaa esimerkiksi kääntyvän puominosturin varaan robotin yläpuolelle. Tämä helpottaisi robotin ohjelmointia ja liikkuvuutta vaikeimpiin hitsausasentoihin.

Poikkipienat ja saranat voitaisiin myös hitsata robotilla tekemällä jigit, joihin ne kiinnitetään hitsausta varten. Robotin ulottuvuuden varmistamiseksi kannattaa tällöin hankkia lineaariakseli, jonka avulla robotti pystyy siirtymään tarpeen mukaan lähemmäs tai kauemmas pöydästä.



Valmis robottihitsaus solu PP-Fasadi Oy:n tiloissa

Interaktiiviset kojeet tekevät tieteestä hauskaa

Aku Koivumäki on työskennellyt opintojensa ohessa tiedekeskus Tietomaassa. Opinnäytetyönä Aku suunnitteli näyttelykohteen tammikuussa 2022 avattavaan Valon ja varjon viehätys -näyttelyyn. Tiedekeskuksessa pyritään esittämään luonnonilmiöitä kiinnostavasti ja helposti lähestyttävästi. Tiedekeskuskohde esittelee luonnonilmiöitä käytännön sovellutusten avulla ja annostelee yksittäisen ilmiön teoriaa helposti ymmärrettävänä tietopakettina.

Oulun kaupungin tiedekeskus Tietomaan tiilitorni on varmasti monelle tuttu näky. Tietomaassa fyysiset ja tieteelliset ilmiöt on puettu mielenkiintoisiin kojeisiin ja laitteisiin, joiden parissa vierähtää helposti useampi tunti. Harva olisi uskonut, että fyysiikan opiskelu voisi olla hauskaa. Näin se kuitenkin on, ja siitä oiva esimerkki on tämän artikkelin aihe: String Ray -niminen tiedekeskuskohde, joka esittää yhtä fyysiikan perusilmiöistä varsin mielenkiintoisella tavalla.

Hauskanpito voi olla hyvin opettavaista.

Näyttelykohde Valon ja varjon viehätys - näyttelyyn

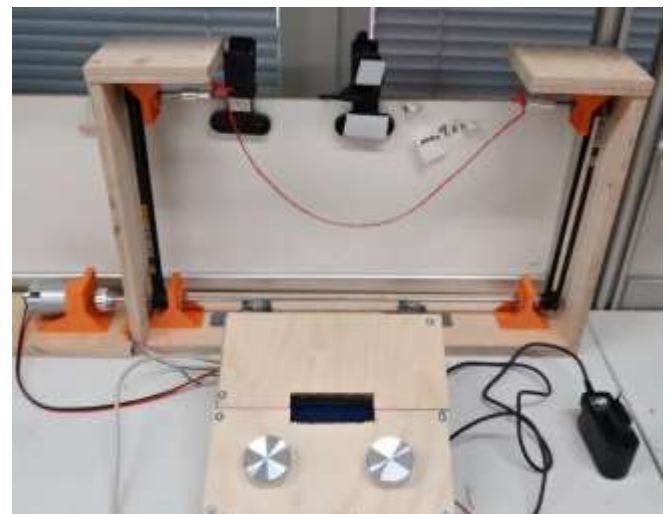
Tietomaa rakennutti kohteen opinnäytetyönä tulevaan näyttelykokonaisuuteen Valon ja varjon viehätys. Kuvassa 1 on testausvaiheessa oleva prototyyppi. String Ray esittää jaksollisten funktioiden aaltomuotoja. Jos nämä termit ovat päässeet unohtumaan, suoritetaan lyhyt kertaus: Jaksollisista funktioista kaikille tuttuja ovat trigonometriset funktiot sini, kosini ja tangentti. Näitä hyödynnettiin matematiikassa ja fyysikassa erityisesti geometrian laskuissa, esimerkiksi laskettaessa kolmion sivujen pituuksia.

Trigonometriset funktiot voidaan myös kuvata aaltomuotoina, jolloin se paperille piirrettynä näyttäisi sananmukaisesti aallokolta. Aallot ovat erilaisia riippuen funktion muuttujasta. String Ray kuvaa trigonometrinen funktioiden aaltokuvioita.

Yksinkertaisimmillaan String Rayn toiminnan voi tiivistää pyöriväksi naruksi ja välkkyväksi valoksi. Tämä ei tietenkään anna oikein minkäänlaista kuvaa tapahtuvasta efektistä eikä varsinkaan itse laitteesta. Aloitetaan kohteen teknisestä puolesta, jolloin myös efekti ja sen yhteys trigonometriaan selkeytyvät.

Laitteisto on rakennettu moottoroidun hihnapyöräkokoonpanon ympärille. Sähkömoottoria ohjaamalla pyöritetään hammashihnojen välityksillä aksleita, joiden päihin on kiinnitetty naru. Luonnollisesti naru pyörii eri tavoin riippuen moottorin

kierrosnopeudesta. Tämä itsessään ei vielä synnytä kovinkaan kiinnostavaa efektiä. Efektin luo laitteistoon asennetut stroboskoopivalot eli kansankielellä ”strobot”.



KUVA 1. Tiedekeskuskohde prototyyppi

Kun moottori ja valot kytketään molemmat samanaikaisesti päälle, tapahtuu jotain mielenkiintoista. Naru alkaa piirtää erilaisia aaltokuvioita riippuen moottorin kierrosnopeudesta. Nämä kuviot syntyvät valon nopeasta välkkymistäajuudesta, mutta miksi?

Kuvittele kaikki näkemäsi videomaisesti kuvina sekunneissa. Usein elokuvien ja videoiden yhteydessä ilmoitetaan niiden kuvataajuus, esimerkiksi 24 FPS tai 60 FPS. ”FPS” eli frames per second eli kuvataajuus tarkoittaa, montako kuvaa videossa nähdään sekunnin aikana. 60 FPS tarkoittaa siis 60:tä kuvaa sekunnissa.

String Rayssa valon välkkymistäajuutta säätämällä säädetään ikään kuin silmiesi kuvataajuutta. Jos taajuudeksi säädetään 24, näet narun pyörimisen 24 kertaa sekunnissa. Tämän seurauksena narun liike ei enää näytä pelkältä pyörimiseltä, vaan se on joko nopeaa aaltoliikettä, täysin pysähtynyt aaltokuvio tai kaikkea siltä väliltä. Tämä on jo hyvin viehättävän näköinen efekti, mutta sitä saatiin tehostettua vielä vaikuttavammaksi: kohteessa on myös toinen stroboskoopivalo, joka on erivärinen.

Kahta eriväristä valoa käyttämällä saadaan aikaan kaksi eri kuviota samanaikaisesti. Molempien valojen taajuuksia voidaan säätää erikseen, joten kuvat eivät ole identtisiä. Matemaattista puolta voidaan helposti selittää moottorin kierrosnopeuden avulla: kierrosnopeus on funktion muuttuja. Kierrosnopeuden muuttuessa myös aaltokuvio muuttuu.



KUVA 2. Valmis kohde odottaa näyttelyvieraita

String Ray on siis hauska ja mielenkiintoinen laite, mutta se kuvastaa myös laajempaa filosofiaa. Tieteelliset ilmiöt ovat helposti ylimalkaisia eivätkä kovinkaan viehättäviä tiedekielellisissä kuvauksissaan oppikirjoissa. String Rayn kaltaiset kohteet pyrkivät tekemään opetuksen päivittäin: ilmiö näytetään ensin mielenkiintoisena tai hauskana efektinä, ja selitys hoidetaan vasta jälkeensä kiinnostuksen jo syttyä. Tämä toimii erityisen hyvin lasten ja nuorten keskuudessa, varsinkin kun opiskelu ei välttämättä ole se mieluisin ajanviete. Sama pätee kylläkin useasti myös aikuisiinkin. Pidä siis mielessä: hauskanpito voi olla hyvinkin opettavaista.

Lähteet

Kerkkänen, Jukka-Pekka 2021. Jaksollinen funktio. Opinnot.net. Hakupäivä 24.5.2021. https://opinnot.net/kokonaisuudet/index.php?id_kokon=622.

Siniaalto. 2021. Wikipedia 2021. Siniaalto. Hakupäivä 24.5.2021. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Siniaalto>.

Wikipedia 2021. Aalto (fysiikka). Hakupäivä 24.5.2021. [https://fi.wikipedia.org/wiki/Aalto_\(fysiikka\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Aalto_(fysiikka)).

InnoOk-osuuskunnan toiminnan kehittäminen

Aino-Maija Vuoren yamk-opinnäytetyössä kehitettiin oululaisen osuuskunnan InnoOk toimintaa. Opinnäytetyön tavoitteena oli etsiä keinoja ja tehdä ehdotuksia osuuskunnan yhteisöllisyyden ja liiketoiminnan tasapainottamiseksi.

Osuuskunnissa ja osuuskuntatoiminnassa on parhaimmillaan valtavasti mahdollisuuksia. Osuuskunnassa yhdistyvät liiketoiminta ja yhteisöllisyys. Osuuskuntatoiminnan kautta jäseniä voidaan aktiivoida opiskeluun, työelämään ja tiimiyrittäjyyteen. Osuuskuntatoiminta lisää yhteisöllisyyttä ja solidaarisuuden arvoja. Osuuskunnan kautta jäsenet saavat tietoa, oivalluksia ja ideoita. Osuuskunnan jäsenten muodostamaa verkostoa voi hyödyntää esimerkiksi työpaikan etsinnässä. (Troberg & Hytinkoski 2018.) Osuuskuntatoiminta vastaa nuorten käsityksiä ja arvoja työn tekemisen tavoista ja toiminnasta työyhteisössä.

Osuuskunnassa oppiminen on tekeillä oppimista ja käytännössä asioiden testaamista. Jäsenet luovat keskenään ja osuuskuntien kautta verkostoja, joita he voivat hyödyntää myöhemmin.

Yksilötasolla jäsenet oppivat tuntemaan osaamisensa ja vahvuutensa. Osuuskunnassa voi myös turvallisesti harjoitella toisten jäsenten tukemista, näkemysten yhteensovittamista, osaamisen jakamista muille jäsenille ja kommunikaatiota muiden kanssa. (Troberg & Hytinkoski 2018.)

Yrittäjyystaidot ja kyky kyetä työllistämään itsensä ovat koko ajan tulleet tärkeämmiksi suurimmalla osalla toimialueista. Osuuskuntatoiminnassa pääsee kokeilemaan ja opettelemaan nopeasti ja tehokkaasti yrittäjyyttä ja työelämätaitoja. Osuuskuntatoiminta on joustavaa: jokainen jäsen voi huomioida omat lähtökohtansa osallistuessaan yhteisön toimintaan ja palkkatyön tekemiseen. (Vuori 2021.)

Osuuskunta mahdollistaa osa-aikaisen yrittämisen, ja yrittäjyyttä voi kokeilla melko riskittömästi. Jos osuuskunnassa on vähintään seitsemän osakasta, heitä ei luokitella virallisesti yrittäjiksi ja heillä säilyy oikeus työttömyysturvaan. Osuuskuntayrittäjyys mahdollistaa joustavan verkostomaisen yrittämisen. Osuuskunnan jäsenet voivat esimerkiksi vuokrata yhteiset työtilat, ostaa laitteita sekä jakaa kirjanpito- ja markkinointikulut. (Ulmanen 2018.)

Osuuskuntatoiminnan haasteet

Osuuskuntatoiminnassa on erityispiirteitä, joiden takia osuuskunta ei ole helppo yritysmuoto. Osuuskunta on yhteisesti omistettu ja päätökset tehdään yhdessä, mikä hidastuttaa ja voi jopa estää toimenpiteitä. Osuuskunnan toimintaan osallistuminen on vapaaehtoista eikä ketään voi määrätä tekemään mitään. Osuuskunnan jäsenillä on omia tavoitteitaan, joten osuuskunnassa joutuu sovittelemaan näkemyksiä, intressejä ja tekemään kompromisseja.

Osuuskunnan erityispiirteistä aiheutuvien haasteiden lisäksi tunnettuja osuuskuntatoiminnan heikkouksia ovat toiminnan suunnittelemattomuus, johtamisen ja yhteistyön ongelmat, tyytyminen valitsevaan olotilaan, jäsenien osuus- ja yritystoiminnan perustietojen ja taitojen puuttuminen, työntekijäasenne ja rahoituksellinen heikkous (Pättiniemi & Tainio 2000). Valitettavasti yleisesti tunnustettu asia on, että osuuskunta on helppo perustaa, mutta sen saaminen kannattavaksi on vaikeaa (Peltokoski 2021).

Osuuskunnan toiminnan kehittäminen

Lähdeaineistoon ja InnoOk-osuuskunnan tilanteeseen perehtymällä voidaan osoittaa, että osuuskunnan jäsenen ymmärryksellä osuuskuntatoiminnasta on ratkaiseva merkitys osuuskunnan toiminnan ja kannattavuuden kannalta. Osuuskunnan jäsenien, nykyisten ja uusien, on ymmärrettävä osuuskunnan erityispiirteet ja sen, mitä ne käytännössä tarkoittavat. Osuuskunnan jäseniltä on voitava odottaa osallistumista omistamansa osuuskunnan toimintaan. Käytännössä tämä tarkoittaa järjestelmällistä jäsenten kouluttamista osuuskunnan arvoihin ja periaatteisiin.



InnoOkille on myönnetty yhteiskunnallinen yritysmerkki

Osuuskunnan päämäärä on hyvä kirkastaa ja miettiä yhdessä ennakkoluulottomasti, millä toimenpiteillä siihen päästään. Lean-ajattelumalliin kannattaa tutustua ja käyttää sitä. Lean-ajattelumallissa perusajatuksena on keskittyminen toiminnan fokuksen löytämiseen ja siihen pyrkimiseen mahdollisimman vähillä resursseilla.

Osuuskunnan on huolehdittava hyvästä ja turvallisesta ilmapiiristä. Etenkin palaverissa ihmisten kohtaamiseen, tasapuolisuuteen, vuoropuheluun, avoimuuteen, viestinnän selkeyteen ja positiivisuuteen on kiinnitettävä huomiota. Psykologinen turvallisuus parantaa kommunikaatiota, tiimien uudistumista ja toiminnan tehokkuutta. Turvallisuuden rakentaminen ja ylläpitäminen on tärkeää hyvinvoinnin ja yksilön kehittymisen kannalta. Etenkin käytäntöjen muuttaminen ja uusien asioiden tuominen osaksi toimintaa vaatii turvallisen ja myönteisen ilmapiirin. (Työterveyslaitos.)

Isossa mittakaavassa pienimpien osuuskuntien kannattaisi verkostoitua ja hakea verkoston kautta vertaistukea ja neuvoja toinen toisiltaan. Osuuskunnissa toistuvat kuitenkin samat haasteet: jäsenten aktiivisuuden puute, osaamisen myymisen vaikeudet ja yhteistyön ongelmat.

InnoOk-osuuskunnan toiminnan parannusehdotukset

Opinnäytetyössä ehdotetaan viittä toimenpidettä, joiden avulla osuuskunnan toimintaa voidaan kehittää:

1. Jäsenille suunnattu opas

Jäsenille suunnattua opasta on ideoitu ja selvitetty alustavasti toteutustapaa InnoOkissa. Lähtökohteisesti opas tulee olemaan digitaalisella alustalla, koska oppiminen ei saa olla sidottu aikaan eikä paikkaan. Digitaalisen alustan avulla tavoitetaan mahdollisimman moni osuuskunnan jäsen.

2. Uuden jäsenen perehdytys uudistettu ohjelma

Uusien jäsenien perehdytys InnoOkissa on käytännössä ollut hyppäämistä liikkuvaan junaan. Tekeillä olevan oppaan lisäksi uusi jäsen hyötyisi kurssituksesta, keskustelusta muiden jäsenien kanssa, kummista, perehdytyskansiosta, osallistumisesta vapaamuotoisiin tilaisuuksiin, koejäsenyydestä ja aktiivisuuden seurannasta.

3. Ilmapiiri (psykologinen turvallisuus)

Jäsenten kouluttamisen lisäksi on huolehdittava InnoOkin ilmapiiristä ja puututtava mahdollisiin epäkohtiin. InnoOk toimii tällä hetkellä pääosin etäpalaverin, jolloin etenkin viikkopalaverissa ihmisten kohtaamiseen, vuoropuheluun, avoimuuteen, viestinnän selkeyteen ja positiivisuuteen on kiinnitettävä huomiota.

4. Jatkuvan uudistumisen varmistaminen

Jatkuvan uudistumisen varmistaminen ei ole InnoOkin suurin huolenaihe tällä hetkellä, mutta Yhteensattumia-tutkimushankkeen tuloksissa on paljon hyviä yleisiä huomioitavia asioita.

5. Toiminnan tehostaminen – Leanin käyttö osuuskunnassa

Suurin osa pienistä osuuskunnista tuskailee rahoituksen ja resurssien vähyyden kanssa. InnoOk hyötyisi Lean-ajattelumallista, jossa perusajatuksena on keskittyminen toiminnan fokuksen löytämiseen ja siihen pyrkimiseen mahdollisimman vähillä resursseilla.

Lähteet

Osuustoimintakeskus Pellervo. Vieraana Jukka Peltokoski KSL-opintokeskuksesta. Perustaisinko osuuskunnan? -webinaari 25.2.2021: Osuuskunta työllistymisen keinona. Hakupäivä 7.12.2021. <https://www.youtube.com/watch?v=x62BSQlGyg>.

Pättiniemi, P. & Tainio, J. 2000. Osuustoiminnan periaatteet kilpailueduksi. Työosuuskuntien kehittäminen demokraattisena ja osallistuvana. Kansan sivistystyön liitto: Osuustoimintainstituutti.

Troberg, Eliisa & Hytinkoski, Pekka 2018. Osuustoiminta oppimismallina yrittäjyyteen. Opas opiskelijoiden osuuskuntien perustamiseen ja niiden toiminnan kehittämiseen. Osuustoimintakeskus Pellervo. Hakupäivä 10.5.2021. <https://pellervo.fi/verkkokauppa/wp-content/uploads/2018/03/opiskelija-OSKopas.pdf>.

Työterveyslaitos. Yhteensattumia – uudistumisen paikat sidosisessä ja digitalisoituneessa työssä (2018-2020). Hakupäivä 25.5.2021. <https://www.ttl.fi/tutkimushanke/yhteensattumia/>.

Ulmanen, Joni 2018. Yrittäjyyden riskeiltä turvaan työosuuskuntaan - Media- ja kulttuurialan freelancereiden näkemyksiä työosuuskunnissa työskentelystä ratkaisuna työn epävarmuuteen. Tampereen yliopisto. Yhteiskuntatieteiden tiedekunta. Sosiaalipolitiikka. Pro gradu -tutkielma. Hakupäivä 11.3.2021. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-201904081488>.

Vuori, Aino-Maija. 2021. Osuuskunnan toiminnan kehittäminen – case innook. Oulun ammattikorkeakoulu. Lean johtaminen. Opinnäytetyö. Hakupäivä 22.10.2021. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2021120323529>.

Power BI:lla tehokkuutta raportin muodostamiseen

Raportoinnin automatisoinnin merkitys on kasvanut entisestään 2020-luvulla tekniikan kehittymisen myötä. Raportin muodostuksen automatisoinnin kanssa käsi kädessä kulkee muun muassa Business Intelligence, joka mahdollistaa aiempaa nopeamman päätöksenteon. Tuomas Alituvan opinnäytetyö käsittelee Power BI:n hyödyntämistä raportin muodostamisessa. Tutkimus tehtiin Valmet Automotiven Tuotetekniikka-osastolle ja työssä pystyttiin tehostamaan erilaisten Excel-raporttien hyödyntämistä merkittävästi.

Business Intelligence on terminä aika uusi. Idea on kuitenkin melko yksinkertainen: Business Intelligencella halutaan helpottaa päätöksentekoa, jolloin yrityksen toimintaa voidaan tehostaa ja parantaa tuottavuutta. Business Intelligencella on iso potentiaali kilpailukyvyn näkökulmasta.

Tekniikan kehittyminen mahdollistaa aiempaa parempia työkaluja päätöksenteon tueksi. Päätökset ohjaavat yritysten toimintaa.

Kun puhutaan logistiikasta ja toimitusketjun hallinnasta, usein nousee esille päätöksenteon nopeus. Eilispäivän tiedot eivät auta tämän hetken päätöksenteossa.

Business Intelligencen avulla toimitusketjun hallintaa ja optimointia voidaan parantaa toiminnan virtaviivaistamisen avulla. Tärkeimpänä työkaluna Business Intelligencen tukena on Power BI. (1; 2.)

Power BI on vuonna 2015 julkistettu raportointi- ja analysointipalvelu. Sen avulla voidaan visualisoida ja yhdistellä dataa eri järjestelmistä. Power BI:ssa raportit toteutetaan Desktop-nimisellä ohjelmalla ja raportteja tarkastellaan Report-nimisen palvelun kautta, joka on selainpohjainen.

Power BI:lla voidaan hakea ja yhdistää tietoja useista eri tietolähteistä. Erilaisia tietolähteitä on jo useita kymmeniä, ja ne sisältävät nykyisin yleisimmät käytössä olevat järjestelmät ja ohjelmat. Power BI:n kehittäjä Microsoft kuitenkin tukee Power BI:ta, ja uusia tietolähteitä lisätään sitä mukaa, kun ne yleistyvät. Muutamina tietolähteinä mainittakoon Excel, Azure SQL database, Facebook ja Salesforce.

Files	Excel, Text/CSV, XML, JSON, Folder, Share Point Folder
Database	SQL SERVER, ACCESS, ORACLE, IBM DB2, IBM INFORMIX, IBM NETEZZA, MySQL, Postgre, Sysbase, Teradata, SAP, Google Bigquery, etc.
Azure	Azure SQL database, Azure SQL Data Warehouse, Azure Blob Storage, Azure Table Storage, Azure HD Insight(HDFS), etc.
Online Services	Power BI service, Share point online list, Dynamics 365, Microsoft Exchange Online, Salesforce, Google Analytics, Facebook, Github, etc.
Other	Web, SharePoint list, OData Feed, Active Directory, Microsoft Exchange, Hadoop File(HDFS), R Script, ODBC, OLE DB, etc.

Kuva 1. Power BI:n tietolähdeluokat ja ohjelmat, joilla niihin voi sisältää lisätä (3)

Nopeutta päätöksentekoon

Power BI:n avulla pystytään käsittelemään suuria määriä dataa kerrallaan. Data tai oikeastaan datan kerääminen on muuttunut 2010-luvun aikana entistä merkityksellisemmäksi. Datan keräämisellä pyritään löytämään uusia tulonlähteitä tai selvittämään, mitä käytetään eniten. Datasta puhuttaessa pitää muistaa myös termi nimeltään massadata. Massadata on niin suurta, ettei yleisimmät järjestelmät selviä sen käsittelystä kohtuullisessa ajassa. Massadata antaa yrityksille mahdollisuuden parantaa liiketoimintamahdollisuuksia ja antaa avaimet käteen -periaatteella nopean päätöksenteon.

Koska nykyään datan määrä on niin suurta, sen tehokas hyödyntäminen koetaan hyvin usein haasteelliseksi. Tämän vuoksi yrityksellä voi olla paljon hyödyntämättä jäänyttä dataa. Hyödyntämättä jäänyt data on aina pois yrityksen kilpailukyvästä.

Työn tai työnkulun automatisoinnilla tavoitellaan tuottavuuteen vaikuttavia eli rahallisia hyötyjä. Esimerkiksi raportoinnin automatisoinnilla vapau-

tetaan aikaa muihin työtehtäviin, kuten raportissa ilmenevien ongelmien ratkaisuun, joka on ajankäytön kannalta erittäin tärkeää.

Puhuttaessa automatisoinnista kyseessä on lista tietokoneen suorittamia toimintoja, jotka aiemmin ihminen on suorittanut. Automatisoinnin taustalla on aina eri toimintojen liittäminen yhteen, kuten erilaisten anturien, säätimien ja ohjelmistojen ominaisuuksien. Eri osastojen välinen yhteistyö on tärkeää automatisoinnin onnistumisen lopputuloksen kannalta, sillä kaikkea ei pysty tekemään yksin.

Työvaiheiden automatisointiin liitetään hyvin usein huolenaihe siitä, että automatisointi vie ihmisten työt. Ilmiö on valitettava, sillä 2010-luvulla automatisointi otti ison harppauksen ja 2020-luvulla automatisointi tulee vielä jatkumaan.

Power BI kohdeorganisaatiossa

Automatisoinnin kohteeksi valittiin mallinvaihtopaketeissa käytettävä osaseurannan Excel-taulukko. Isoimpia mallinvaihtopaketteja on vuoden aikana useita. Kyseessä on lista, jota ylläpitämällä seurataan mallinvaihtopaketeissa tulevia uusia osanumeroja ja sitä, onko tehtaalla valmiudet ja edellytykset tilata uusia osia. Valmiuksien tarkasteluun osallistuu useita osastoja, joista jokaisella on oma tärkeä roolinsa osien tilaamisen edellytyksissä. Yhdessä työskentely ja tiedon välittyminen eteenpäin on tärkeää, jotta osat saadaan ajoissa paikalle – oikeaan aikaan ja tarpeeseen.

Toimitusketjun hallinnan merkitys korostuu mallinvaihtopaketeissa. Mallinvaihtopakettien tärkeyden vuoksi tätä opinnäytetyötä varten valittiin mallinvaihtopaketeissa käytettävän osaseurannan Excel-taulukon automatisointi.

Työn alkuvaiheessa analysoitiin nykytila. Tärkein työkalu Excel-taulukon muodostamiseen on START-niminen ohjelma, josta Osaseuranta Excel-taulukon pohja ladataan ja jonka pohjalta tietoja aletaan siirtämään. Nykyisessä tilanteessa Excel-taulukon muodostamiseen ja kaikkiin toimenpiteisiin menee 10 tuntia aikaa per viikko, joka on erittäin paljon. Tämä aika on pois ongelmanratkonnalta.

Nykyisessä mallissa on hyvätkin puolensa, mutta ongelmia ja parannettavaakin löytyi. Tämä opinnäytetyö oli ensimmäinen kerta, kun Osaseuranta Excel -taulukon automatisointia tutkittiin.

Opinnäytetyön ansiosta Tuotetekniikka-osaston työntekijät saivat arvokasta kokemusta siitä, kuinka tällainen projekti toteutetaan käytännössä. Tulevaisuudessa tämän työn ansiosta on tiedossa, mitä tulee ottaa ja huomioon ja tehdä, kun vastavaa projektia aletaan tehdä.

Raportin automatisointi ei suinkaan vienyt työpaikkoja, vaan siirsi työtä. Aiemmin työ oli raportin muodostamisessa, nyt työ on raportin automaation ylläpidossa. Automatisointi vapauttaa myös aikaa mahdollisten ongelmien ratkontaan ja mahdollistaa aiempaa nopeamman reagoinnin. Etuna on se, että aiempaa nopeamman reagoinnin avulla mallinvaihtoissa tarvittavat osat saadaan aiempaa nopeammin perille asennusta varten ja kustannustehokkaasti.

Lähteet

1. Vitt, Elizabeth Luckevich, Michael & Misner, Stacia. 2010. Business Intelligence. Sebastopol. Microsoft Press.
2. Vugec, Dalia Suša, Vukšić, Vesna Bosilj, Bach, Mirjana Pejić, Jaklič, Jurij, & Štemberger, In-dihar Mojca 2020. Business intelligence and organizational performance: The role of alignment with business process management". Hakupäivä 10.8.2021. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-08-2019-0342>.
3. Bhargava, Mandava, Kiran, Kuppa & Rao, Duvvada 2018. Analysis and Design of Visualization of Educational Institution Database using Power BI Tool. Global Journal of Computer Science and Technology. Hakupäivä 19.8.2021. <https://computerresearch.org/index.php/computer/article/view/1776/1760>.

Globaalin toimitusketjun hallinnassa selkeät prosessit ja kommunikointi ovat avainasemassa

Nykyaikaisen globaalien toimitusketjun hallintaan liittyy moninaisia riskitekijöitä, joiden hallinta edellyttää edistynyttä yhteistyötä. Haastattelujen ja hankintayksikköjen toiminnan vertailun pohjalta onnistuttiin löytämään kehityskohteita ja kehitystoimenpiteitä globaalien toimitusketjun kehittämiseksi.

Opinnäytetyön aiheena oli ison tietoliikennealan yhtiön hankintaorganisaation yhden yksikön toiminnan kehittäminen. Organisaatiossa toimitaan yhdessä globaalien valmistuskumppaneiden kanssa. Hankintaorganisaatio ostaa osan suunnitelmistaan lopputuotteista alihankintana ja varmistaa yhdessä alihankkijoiden kanssa käytettävien raaka-aineiden, komponenttien ja valmistettavien alikokoonpanojen saatavuudesta. (1.)

Alihankintatehtaat ja materiaalien valmistajat sijaitsevat globaalisti eri maissa. Toimitusketjun hallintaan liittyvät prosessit ja käytännöt eroavat jonkin verran toisistaan riippuen tuotteesta ja niiden monimutkaisuudesta. Hankittavat tukiasemakabinetit sisältävät yhä enemmän komponentteja ja integroituja laitteita. Useat erilaiset toimintatavat tuovat haasteita etenkin hankintaan ja toimitusketjun hallintaan. (1.)

Globaalin toimitusketjun haasteet

Nykypäivänä tilanteet voivat muuttua nopeastikin globaaleilla markkinoilla. Tuotteiden kilpailutilanne, raaka-aineiden saatavuus, koronapandemian aiheuttamat rajoitteet tehtaiden toiminnoissa, kuljetusmatkojen pituus ja niiden vaihtelevat olosuhteet tuovat omat haasteensa globaaliin toimitusketjun hallintaan.

Muutokset toimintaympäristössä vaikuttavat usein myös lopputuotteen ennusteisiin joko nousevana tai laskevana kysyntänä, johon täytyy pystyä valmistuksessa nopeasti reagoimaan.

Selkeät prosessit ja mahdollisuus ennakoiviin toimenpiteisiin ovat avainasemassa, kun suunnitellaan potentiaalisiin muutoksiin vastaamista. Tarpeiden muutoksiin ei ole järkevää, eikä taloudellisesti kannattavaa valmistautua esimerkiksi pelkäämään lisäämällä varastointimääriä tai nopeuttamalla kuljetuksia kalliilla rahtikustannuksella. Tämä voisi johtaa ylijäämävarastoihin ja liian suureen varastoarvon tai muiden kulujen nousuun. Toimitusketjun hallinnassa tulee huomioida kaikki

toimitusketjun osatekijät, joihin kuuluvat hankinta, valmistus, jakeluverkosto ja kuljetus. (2.)



Kuva 1. Tukiasemakabinettiyksikkö, joka sisältää erilaisia integroituja laitteita (3)

Toimitusketjun ketteryyden kilpailuetuna

Koko toimitusketjun ketteryyden vaikutus siihen, miten hyvin ja nopeasti muuttuvat tilanteet voidaan hallita. Toimitusketjun ketteryyttä voidaan lisätä monella tavalla. Seuraavassa on kuvattu toimia ketteryyden lisäämiseksi:

- kommunikoimalla säännöllisesti kysynnän ja tarjonnan muutokset lyhyellä ja pitkällä enusteikavälillä
- kehittämällä yhteistyötä valmistajien kanssa
- harmonisoimalla materiaalien, komponenttien ja keskeisten prosessien käyttöä
- suunnitelmallisella kriittisten materiaalien ja komponenttien puskuroinnilla
- päivittämällä puskurointisopimukset säännöllisesti
- analysoimalla valmistuksen, materiaalien tai komponenttien mahdollisuudet lokalisointiin

- sopimalla luotettava ja järkevä logistiikkajärjestelmä
- rakentamalla toimitusketjun hallintaan keskittynyt tiimi, joka pystyy hallitsemaan riskejä ja lieventämään niitä. (2.)

Kohdeyrityksen toimitusketju

Opinnäytetyössä haastateltiin neljää alihankkijaa ja käytettiin kyselylomakkeita. Nykytila-analyysissä selvitettiin alihankkijoiden mielipiteitä yritysten välisestä yhteistyöstä, kommunikoinnista, tuotannon suunnittelusta ja toimitusketjun hallinnasta.

Yrityksen sisällä oli myös toinen hankintaorganisaation yksikkö, joka osallistui tutkimukseen. Tutkimuksessa vertailtiin näiden kahden hankintayksikön toimintaa ja selvitettiin, olisiko niiden toimintamalleissa hyödynnettävissä tehokkaita prosessi- ja toimintamalleja sekä vastuumatriiseja.

Neljän alihankkijan mielipiteiden ja hankintayksiköiden vertailun avulla havaittiin kehityskohteita, jotka käsittelivät kommunikointia, ennusteiden vaihtelevuutta ja kriittisten materiaalien puskurointia ja lokalisointia. Kohdeyrityksessä koettiin, että tukiasemakabinettien alihankintaketjun valmistuksen suunnitteluun ja toimitusketjun hallintaan kaivattaisiin parannusta ja prosessien selkiyttämistä.

Tutkimuksessa havaittiin tarve ennaltaehkäistä mahdollisten toimitusriskien syntymistä globaalissa ja erittäin laajassa alihankinnan verkostossa. Tutkimuksessa suunniteltiin ja toteutettiin kehitystoimenpiteitä, joilla pystyttiin selkeyttämään hankintaa liittyviä prosesseja ja vastuumatriiseja. Toimitusketjun toimijoiden roolien ja tehtävien selkeyttäminen, tuotantoennusteiden laskennan kehittäminen ja kriittisten komponenttien ja materiaalien hallinnan tarkempi suunnittelu ovat esimerkkejä hyivistä tuloksista, joita opinnäytetyön aikana saatiin aikaan.

Lähteet

1. Rushton, Alan and Croucher, Phil and Baker, Peter 2017. The Handbook of Logistic and Distribution Management, Sixth Edition. Kogan Page Limited.
2. Lee, Hau L. 2004. The Triple-A Supply Chain. Harvard Business Review. Hakupäivä 16.10.2021. <https://hbr.org/2004/10/the-triple-a-supply-chain>.
3. Open Compute Project 2021. Nokia Open Edge Flexi Cabinet Outdoor (FCOB). Hakupäivä 16.10.2021. <https://www.opencompute.org/solutions/16/nokia-open-edge-flexi-cabinet-outdoor-fcob>.

Kauneutta kotiin – design-kynttilöitä Posiolta

*Annukka Tyni on lehtorin työnsä ohessa suorittanut ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon ja tehnyt opinnäytetyös-
sään erinomaisen analyysin Pentik Oy:n kynttilöiden tuotanto-osaston toiminnasta. Osaston toimintaa on lähestytty
lean-filosofian pohjalta ja tutkimuksessa on päädytty useisiin konkreettisiin kehitysehdotuksiin. Tuotannon kehittämi-
sessä on aina tavoitteena myös työhyvinvoinnin kehittäminen. Työskentely hyvin suunnitellussa toimintaympäristössä
on mielekästä ja motivoivaa.*

Pentik juhli syksyllä 2021 yrityksen 50-vuotista matkaa. Juhlavuonna yrityksen perustajan, päämuotoilija Anu Pentikin työ palkittiin valtion muotoilupalkinnolla. Pentik on Anu ja Topi Pentikäisen keramiikka- ja sisustusalan perheyriutus, jonka keramiikkatehdas ja tehtaanmyymälä sijaitsevat Posiolla, missä se on merkittävä työllistäjä. Kodin keramiikan lisäksi tehtaalla valmistetaan muun muassa design-kynttilöitä (kuva 1).



KUVA 1. Pentikin Sydän-kynttilä (Pentik 2021)

Pentik haluaa kehittää design-kynttilöiden tuotantoa

Pentik on moderni ja kehityshakuinen yritys. Tehdasta johdetaan raikkaalla otteella ja toimintaa halutaan kehittää jatkuvasti. Yksi kehityskohteista on kynttiläpaja ja siellä tapahtuva kynttiläntuotanto. Yritys haluaa vastata kasvavaan kysyntään tehokkaalla toimintaansa.

Kynttiläpajan toimintaa analysoitiin Oulun ammattikorkeakoulussa osana robotiikan tutkinto-ohjelmaa laaditussa opinnäytetyössä. Tutkimusmenetelmänä käytettiin konstruktivistista tutkimusotetta ja aineiston keräys suoritettiin haastattelulla, havainnoimalla ja kokeellisella työskentelyllä.

Oulun ammattikorkeakoulun ja Pentikin yhteistyö on poikunut useita mielenkiintoisia projekteja vuosien saatossa.

Tehokas tuotanto ja työhyvinvointi

Kynttiläpajalla tehdään perinteistä käsityötä, jonka arvo halutaan säilyttää. Hyvällä tuotannon suunnittelulla ja toimintojen automatisoinnilla voidaan tehostaa tuotantoa ja vaalia työntekijöiden terveyttä. Sujuvassa toimintaympäristössä on mielekästä työskennellä.

Tuotantoprosessin osien sijoittelu tuotantotiloihin eli layoutsuunnittelu on yksi merkittävä sujuvan työskentelyn mahdollistaja. Richard Muther ja Lee Hales ovat kirjoittaneet teoksen Systematic Layout Planning, jossa kuvataan layoutsuunnittelun prosessi. (Muther & Hales 2015.) Opinnäytetyössä hyödynnettiin tämän teoksen systemaattista menetelmää ja tuotettiin useita vaihtoehtoisia layoutsuunnitelmia kynttilänvalmistusprosessin tehostamiseksi.

Lean-johtaminen on toimintatapa, jonka avulla voidaan kehittää teollista tuotantoa. Keskeistä lean-filosofiassa on termi hukka. Hukalla tarkoitetaan kaikenlaista tuottamatonta toimintaa, joka voi olla esimerkiksi tavaroiden kuljettamista paikasta toiseen tai toimintaympäristön yleistä epäsiisteyttä. Hukan tunnistaminen ja poistaminen tehostavat tuotantoa.

Opinnäytetyössä keskityttiin tunnistamaan kynttiläpajan tuotannosta hukkaa ja kehitettiin vaihtoehtoisia menetelmiä hukan poistamiseksi. Analyysin tuloksena prosessista pystyttiin vähentämään tai jopa osittain poistamaan työntekijöiden suorittama kävelyä, joka tunnistettiin hukaksi, ja tuotteiden siirtelyä paikasta toiseen. Työntekijöiden askeleita vähennettiin suunnittelemalla uudenlaisia kuljetusratkaisuja ja sijoittelemalla toimintoja systemaattisesti prosessin kulun mukaisesti.

Automaattioratkaisuna opinnäytetyön tekijä esitti mobiilirobotin ja kollaboratiivisen käsivarsirobotin

integrointia osaksi tuotantoprosessia. Lisäksi suunniteltiin uudenlainen tapa kuljettaa tuotteita työskentelypisteiden välillä.

5S on Japanissa kehitetty työpaikan organisointi- ja hallintaprosessi, jonka tavoitteena on parantaa työn tuottavuutta. 5S on oppimista järjestelmällisyyteen ja kurinalaiseen toimintaan. Prosessin lopputuloksena työpaikka standardisoidaan, mikä tarkoittaa esimerkiksi toimintojen, työkalujen ja tarvikkeiden järjestelyä sekä ylimääräisen roinan siivoamista työskentely-ympäristöstä.

Kuvassa 2 on esimerkki erään 5S-projektin tuloksellisuudesta. Tässä opinnäytetyössä laadittiin ehdotus kynttiläpajan toimintojen, varastoinnin ja työkalujen uudelta sijoittelusta. Yhtenä esimerkkinä voidaan mainita varastointitilan kasvattaminen tuotantosolussa. Uuden toimintamallin juurtuminen työyhteisöön vaatii yhteistä tahtoa, hie- man kouluttautumista ja sitoutumista.



KUVA 2. 5S-projektin merkittävät tulokset (Jokinen, Kilponen & Stoor 2020,14)

Istumatyö mielletään hyvin usein tietotyötä suorittavien henkilöiden ongelmaksi. Teollisessa tuotantotyössä istuminen on yhtä merkittävä ongelma. Istumisen lisäksi teollisuuden työtehtävissä saattaa

syntyä rasisvammoja, koska työtehtävät ovat tyypillisesti toistuvia ja fyysistä voimaa vaativia.

Opinnäytetyössä haluttiin kiinnittää huomiota tuotannon tehostamisen lisäksi työntekijöiden hyvinvointiin. Suunnitteluratkaisujen avulla voitiin vaikuttaa työskentelyergonomiaan ja lisätä automaatiota työtehtäviin, jotka ovat ihmiselle joko henkisesti tai fyysisesti kuormittavia.

Kollaboratiivinen käsivarsirobotti voi työskennellä ihmisen rinnalla esimerkiksi tuotteiden pakkaustehtävissä.

Kynttiläpajan tuotantokapasiteettia voidaan kasvattaa antamalla helppoja, yksikertaisia ja toistuvia työtehtäviä robotin hoidettavaksi. Ihmisen työresurssia vapautuu sellaisiin tehtäviin, joita ei ole mahdollista automatisoida. Kynttiläpajan tuotteiden visuaalinen ilme on merkityksellinen, ja koska robotilta puuttuu kauneuskäsitys, on esimerkiksi laadunvarmistus jatkossakin ihmisten tehtävä.

Kehittämiskohteiden tunnistaminen

Ajatteletko sinä nykyaikaisen sarjatuotannon tarkoittavan sitä, että tuotantolinjan alkupäässä painetaan nappia ja linjan loppupäästä poimitaan valmis tuote? Ideaalimaailmassa on ehkä näin, mutta todellisuudessa täydellisen automaatioasteen tavoittelu ei yleensä ole realistista. Tuotantoa suunniteltaessa tai tässä tapauksessa tuotannon tehostamista pohdittaessa on tärkeää analysoida nykytilanne. Sen jälkeen tunnistetaan toiminnot tai kohteet, joita on mahdollista kehittää automaation keinoilla.

Design-kynttilöiden valmistusprosessista pystyttiin tunnistamaan kolme selkeää kokonaisuutta, joita tarkasteltiin itsenäisinä toimintoina. Kynttilöiden valaminen on näistä ensimmäinen, toinen on tuotteiden viimeistely ja kolmas valmiiden tuotteiden pakkaaminen. Jokaiseen kokonaisuuteen pystyttiin laatimaan suunnitelma, jonka avulla toimintaa kehitetään.

Kynttilänvalaminen on valmistusprosessin ensimmäinen vaihe. Toimintaa voidaan kehittää layoutsuunnittelulla, toimintojen yhdistämisellä ja työskentelymenetelmien kehittämisellä. Muutokset voivat vaikuttaa pieniltä, mutta vaikutus on merkittävä. Mikäli yritys haluaa investoida mobiilirobottiin, investoinnin takaisinmaksuaika on maltillinen.

Toinen vaihe valmistusprosessissa on kynttilöiden laaduntarkastus ja viimeistely. Opinnäytetyössä tutkittiin mahdollisuutta asettaa kollaboratiivinen

käsivarsirobotin hoitamaan tehtävää. Robotisointiluonnos jouduttiin hylkäämään, koska työ on liian vaativaa robotille. Työvaiheita on paljon eikä tuotteen laadullistaminen, jota tässä työvaiheessa suoritetaan, ole mahdollista suorittaa robotilla.

Kolmas valmistusprosessin vaihe on valmiiden tuotteiden pakkaaminen. Kuten aikaisemmin todettiin, tämä on sellaista työtä, josta roboti selviää helposti. Opinnäytetyössä laadittiin pakkausprosessin robotisointiluonnos (kuva 3) ja näin robotin saatiin suunnitelmassa osaksi kynttiläpajan henkilökuntaa.



KUVA 3. Pakkauslinjan robotisointiluonnos

Oulun ammattikorkeakoulun ja Pentikin yhteistyö on poikunut useita mielenkiintoisia projekteja vuosien saatossa. Tämä opinnäytetyö on yksi esimerkki oppilaitoksen ja yritysmaailman onnistuneesta yhteistyöstä. Haluankin tässä kiittää Pentikin henkilökuntaa mielenkiintoisesta aiheesta, joustavasta ohjauksesta ja ammatillisista keskusteluista. Lisäksi kiitän kaikkia projektiin osallistuneita ohjaajia ja kollegoita. Oulun ammattikorkeakoulussa opinnäytetöitä ohjataan vankalla kokemuksella opiskelijan ajatuksia kunnioittaen.

Lähteet

Jokinen, Tauno, Kilponen Teemu & Stoor Tuomas 2020. Valokuva. Artikkelissa 5S on tehokkaan ja turvallisen työympäristön perusta. OAMK_Kone with Passion vuodesta 1894. Lean with passion -verkkolehti. Erikoisnumero vol. 2 nro 2. ISSN 2491-220, 14. Hakupäivä 21.9.2021.

<https://www.oamk.fi/images/Hankkeet/Potkua/lean-erikoisnumero.pdf>.

Muther, Richard & Hales, Lee 2015. Systematic Layout Planning. A total system of layout planning. Fourth Edition. United States of America. Hakupäivä 22.9.2021. <https://richard-muther.com/soft-copy-texts/>. Vaatii käyttöoikeuden.

Pentik 2021. Kuvakaappaus. Hakupäivä 15.11.2021.

<https://www.pentik.com/collections/kynttilat-ja-kynttilatarvikkeet/products/sydan-kynttila-punainen-6x11-cm>.

#oamk_kone