

---

**Lean - ajattelun soveltaminen AMK -  
opetuslaboratorioympäristössä**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Valkeakoski, 1.7.2011

Joni Koskinen



Tuotantotalouden koulutusohjelma  
Valkeakoski

Työn nimi                      Lean - ajattelun soveltaminen AMK - opetuslaboratorioympäristössä

Tekijä                              Joni Koskinen

Ohjaava opettaja              Susan Heikkilä

Hyväksytty                      \_\_\_\_\_.\_\_\_\_\_.20\_\_\_\_

Hyväksyjä

VALKEAKOSKI  
Tuotantotalouden koulutusohjelma  
Tekninen myynti

---

<b>Tekijä</b>	Joni Koskinen	<b>Vuosi</b> 2011
<b>Työn nimi</b>	Lean - ajattelun soveltaminen AMK - opetuslaboratorioympäristössä	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimi Hämeen ammattikorkeakoulun Valkeakosken yksikkö. Työn taustalla oli tarve kartoittaa laboratorio-opiskelun nykytila sekä tunnistaa mahdollisia ongelmakohtia. Työssä oli tarkoitus tutkia Lean – ajattelun mahdollista soveltamista opetuslaboratorioympäristöön sekä tuoda esille mahdolliset kehityskohteet ja ideoita toiminnan parantamiseksi.

Työssä sovellettiin Lean – ajattelun periaatteita sekä käytännön kokemusten tuomaa tietoa kehityskohteiden parannusideointiin. Lean on johtamisfilosofia, jonka tavoitteena on virtaviivaistaa tuotantoprosesseja ja poistaa kaikki turha, arvoa tuottamaton toiminta.

Työtä varten haastateltiin opetuslaboratoriossa työskenteleviä henkilökunnan jäseniä. Haastattelu toteutettiin kysymyslomakkeella, jonka valmistelussa oli mukana myös toimeksiantajan edustaja. Toimeksiantajan hyväksymä kysymyslomake lähetettiin kuudelle henkilölle, joista viisi vastasi.

Opinnäytetyön tekemisen aikana nousi esiin useita kehityskohteita opetuslaboratorion toiminnassa. Toiminnan kehittämiseen on mahdollista käyttää Lean – ajattelua soveltuvien osien. Esiin nousi myös se, että Lean – ajattelu on vain yksi hyvä keino toiminnan kehittämiseen opetuslaboratorioympäristössä. Lean – ajattelusta saadaan kuitenkin hyvä runko kehitykselle.

Työssä tulee esiin useita kehitysehdotuksia esimerkiksi dokumentaation, siisteyden ja työvälineiden säilyttämiseen liittyen. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on luoda pohja ja antaa suuntaa tulevalle toiminnan kehitykselle.

**Avainsanat** Lean, opetuslaboratorio, laboratorio-oppimisympäristön kehitys

**Sivut** 29 s, + liitteet 2 s.

VALKEAKOSKI  
Industrial Management and Engineering  
Technical Sales

---

<b>Author</b>	Joni Koskinen	<b>Year</b> 2011
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Applications of Lean thinking in a teaching laboratory setting	

---

ABSTRACT

This thesis project was commissioned by the Valkeakoski Unit of HAMK University of Applied Sciences. The basis for this thesis project was the need to map out the current state of affairs concerning laboratory studies and to find out what practices need developing. The objective was to study the possibility of using Lean thinking in a teaching laboratory setting, and to bring out possible development targets and ideas to improve current practices.

Principles of Lean thinking and information gained from real life experiences were used in this thesis to form development ideas. Members of the staff closely affiliated with the teaching laboratory were interviewed for this project. The interview was conducted using a questionnaire. A representative of the customer was also involved in the preparation of the questionnaire. After being approved, the questionnaire was sent to six interviewees. Out of this group, five staff members replied.

Multiple targets for development emerged during the thesis project. It is possible to apply Lean thinking in developing certain aspects of the operations although it became clear that Lean is just one tool for development at the laboratory. Nevertheless, Lean thinking provides a very good frame for development.

This thesis provides multiple ideas for developing the documentation procedures, order of things and offers ideas for the safekeeping of the tools and equipment. The purpose of this thesis is to lay the groundwork for future development efforts.

**Keywords** Lean, teaching laboratory, development of a laboratory learning environment

**Pages** 29 p + appendices 2 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	LEAN TOIMINTAMALLI.....	2
3	HUKKIEEN MÄÄRITTÄMINEN.....	3
3.1	Ylituotanto.....	3
3.2	Ylimääräiset varastot.....	3
3.3	Kuljetukset .....	4
3.4	Virhekustannukset.....	5
3.5	Prosessihukka (ylikäsittely).....	5
4	LEAN- TOIMINNAN KEHITTÄMINEN YRITYKSISSÄ.....	6
4.1	Arvo.....	6
4.2	Arvoketju.....	6
4.3	Virtaus.....	6
4.4	Imuohjaus .....	7
4.5	Jatkuva kehitys .....	7
5	OPETUSLABORATORION ESITTELY .....	8
5.1	”Pääjärjestelmä” .....	9
5.2	Parkkihalli .....	11
5.3	Prosessiautomaatiolaboratorio .....	12
5.4	Automaattivarasto .....	12
6	HAASTATTELU .....	14
6.1	Haastattelun toteutus .....	14
6.2	Haastattelun tulokset .....	14
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET .....	21
7.1	Opinnäytetyöprosessi .....	21
7.2	Työkalut, tarvikkeet ja osat .....	21
7.3	Vastuunjako ja tiedonkulku.....	22
7.4	Työskentely .....	23
7.5	Tilankäyttö .....	23
7.6	Kehitystoiminta .....	25
7.7	Dokumentointi.....	25
7.8	Työturvallisuus.....	27
8	YHTEENVETO .....	28
	LÄHTEET .....	29
Liite 1	Kysymyslomake	

## 1 JOHDANTO

Tämän päivän insinöörikoulutuksessa korostuu nykyaikaisen tekniikan käyttäminen opetuksessa. Jotta valmistuva insinööri on kilpailukykyinen nykyisillä työmarkkinoilla, tulee hänen hallita insinöörin perustaitojen lisäksi nykyaikaisten tietotyövälineiden käyttö sekä mielellään omata kokemusta alansa edellyttämien laitteistojen käytöstä.

Hämeen ammattikorkeakoulun Valkeakosken yksikössä on automaatiotekniikan koulutusohjelmaa varten rakennettu ajanmukainen opetuslaboratorio, jolla halutaan vastata nykyajan osaamiskysyntään.

Aluksi työssä kerrotaan Lean – ajattelun teoriaa. Teoriaosuudessa kerrotaan Lean – ajattelun tavoitteista ja käsitellään erilaiset hukkatyypit. Seuraavaksi kerrotaan syitä hukkien syntyyn ja keinoja kyseisten hukkien poistamiseksi. Teoriaosuuden jälkeen työssä esitellään laboratoriotilat ja muutama sen tärkeimmistä laitteistoista. Työtä varten tehty haastattelu puretaan auki ja sen pohjalta tehdään johtopäätöksiä sekä kehitysehdotuksia.

Taustatietona haastattelusta voidaan kertoa, että haastatteluun osallistuneet henkilöt ovat laboratorio-opetukseen osallistuvia henkilökunnan jäseniä. Kyselylomakkeen runko suunniteltiin Lean – ajattelun pohjalta. Opinnäytetyössä tulee esiin lukuisia kehityskohteita. Kehityskohteisiin on yritetty soveltaa Lean – periaatteita silloin kun mahdollista.

Lean – ajattelu on osa useiden nykyaikaisten kehittyneiden yritysten johtamisfilosofiaa. Toimeksiantaja haluaa panostaa kehitykseen ja sen seurauksena valittiin opinnäytetyön pohjaksi Lean – ajattelu.

## 2 LEAN TOIMINTAMALLI

Lean toimintamallin tarkoituksena on lähtökohtaisesti parantaa yrityksen tuottavuutta. Tuottavuutta ei ole tarkoitus lisätä nopeuttamalla työtahtia vaan poistamalla erilaisia turhia asioita tuotannosta. Lean ajattelussa näitä turhia asioita kutsutaan hukiksi. (Kouri 2009, 10) Hukkia on lähtökohtaisesti seitsemän:

- Ylituotannosta puhuttaessa tarkoitetaan yksikertaisesti siitä, että valmistetaan enemmän kuin on tarve. Ylituotanto aiheuttaa myös muita hukkia, esimerkiksi varastojen suurenemisen. (Kouri 2009, 10)
- Puuttuvat materiaalit sekä kone- ja laitehäiriöt aiheuttavat viivästyksiä jotka eivät lisää tuotteen arvoa asiakkaalle. (Kouri 2009, 10)
- Kuljetukset lisäävät tuotteen kustannuksia, mutta eivät sen arvoa, ja siksi kaikki ylimääräinen kuljettaminen pitäisi eliminoida tuotantovaiheiden väliltä. (Kouri 2009, 10)
- Virheellisten tuotteiden tarkastaminen, lajittelu sekä korjaaminen aiheuttavat virhekustannuksia. Lisäksi reklamaatioiden hoito lisää kustannuksia. (Tuominen 2010, 7)
- ”Varastointi on materiaalien, osien, komponenttien, tuotteiden ja vastaavien tilapäistä säilyttämistä. Niitä voidaan varastoida yrityksen sisällä tai yrityksen ja toimittajien tai toimittajien ja yrityksen asiakkaiden välillä.” (Tuominen 2010, 7)
- Ylikäsittely tarkoittaa esimerkiksi sitä, että koneistetaan johonkin kappaleeseen reikiä, jotka eivät ole enää tarpeellisia. Tehdään vanhojen piirustusten pohjalta vaikka tuotteeseen olisi tullut muutoksia. Ei lisää arvoa. (Kouri 2009, 11)
- Ylimääräinen, lisäarvoa tuottamaton liike työskentelyssä, on hukkaa. (Kouri 2009, 10)
- Työntekijöiden hyödyntämätöntä potentiaalia, niin fyysistä kuin henkistäkin, sanotaan usein kahdeksanneksi hukaksi. (Kouri 2009, 11)

### 3 HUKKIEN MÄÄRITTÄMINEN

Seuraavaksi käsitellään edellä mainittujen hukkien tunnistamista. Lisäksi määritellään hukkien sisältö, pohditaan syitä hukkien syntyyn, hukkien esittämiseen ja poistamiseen. ( Tuominen 2010, 15.)

#### 3.1 Ylituotanto

Ylituotannolla tarkoitetaan sitä, että valmistetaan liikaa tuotteita tilauksiin nähden, valmistetaan sellaisia tuotteita joille ei ole laisinkaan tilausta tai valmistetaan tuotteita liian aikaisin toimitukseen nähden.

Ylituotannon aiheuttamia ongelmia ovat esimerkiksi komponenttien tai materiaalien ennenaikainen hankinta. Ylituotanto aiheuttaa tuotannon häiriintymistä ja varastojen kasvamista. Lisäksi virheiden määrä saattaa lisääntyä ja varastohävikki kasvaa.

Ylituotantoon löytyy monia syitä. Esimerkiksi suuret eräkoot saattavat johtaa ylituotantoon. Monesti syynä on tuotannon suunnittelun puutteellisuus, tuotantolaitteiden ylikapasiteetti, niin sanotut puskurit eli tehdään varmuuden vuoksi, jos sattuukin tulemaan ylimääräinen tilaus tai konerikko. (Tuominen 2010, 16–17)

Välttääkseen ylituotannon täytyy yrityksessä soveltaa seuraavia periaatteita:

- tuotannonohjauksen kehittäminen
- tuotantolinjojen tasapainottaminen
- sarjakokojen pienentäminen
- kanban -järjestelmän käyttäminen imuohjauksen kanssa
- asetusajkojen lyhentäminen
- tarvittavan ja todellisen kapasiteetin yhdenmukaisuuden tarkistaminen (Tuominen 2010, 16–17)

#### 3.2 Ylimääräiset varastot

Varastojen aiheuttamiin ongelmiin lukeutuvat muun muassa ylimääräinen tilantarve, pääoman sitoutuminen tuotteisiin, tuotteiden mahdollinen pilaantuminen (elintarviketeollisuus, puutarhat). Näiden lisäksi varastot edellyttävät tietokannan ja varastokirjanpidon ylläpitämistä ja varastot saattavat myös hidastaa tuotannon kulkua.

Yleisiä syitä varastoille ovat: ylimääräinen tila, jota on luonnollista käyttää varastona, pullonkaulat tuotannossa, valmistaminen varmuuden vuoksi sekä suuret valmistuserät.

Varastojen vähentämiseksi on käytettävissä useita keinoja. Varastoarvojen seuranta on olennainen osa kannattavuuden analysoinnissa. Varastojen tyypit tulee luokitella tarpeellisiksi ja tarpeettomiksi ja sitten hakea syyt tarpeettomien varastojen syntyyn. Syiden selvittäminen on helpompaa keksiä



ratkaisut esimerkiksi imuohjausta ja kanban- järjestelmää hyväksikäyttämällä. Asetusaikojen lyhentämisellä ja pullonkaulojen poistamisella voidaan vaikuttaa varastojen syntyyn. (Tuominen 2010, 18 - 19)

Yksi hyvä keino varastojen pienentämiseksi on saada tavarantoimittajat kuljettamaan raaka-aineet / osat suoraan tuotantoon oikeaan aikaan. Esimerkkinä toimii Fordin autotehdas Espanjassa. Puskurivalmistaja toimittaa puskurit tuotantoon oikeaan aikaan ja oikeassa järjestyksessä tuotannon mukaan. (Stevenson 2010, 704)

### 3.3 Kuljetukset

Kuljetustarvetta esiintyy valmistajan ja asiakkaan välillä, mutta usein myös valmistajalla sisäisesti. Sisäisen kuljetuksen määrä pitäisi minimoida. Yksi syy sisäisiin kuljetuksiin on huonosti suunniteltu layout tuotannossa. Koneet on esimerkiksi laitettu epäkäytännölliseen järjestykseen tuotantoon nähden ja kauaksi toisistaan. Huonosti suunniteltu tilankäyttö tuotannossa johtaa siihen, että tavaraa saatetaan joutua siirtämään pois tieltä ja siirretään välillä hyllyyn ja sieltä takaisin tuotantoon. Kuljettimien huono kunto saattaa johtaa siihen, että tavaraa kuljetetaan trukeilla tuotannossa. (Tuominen 2010, 20) Tästä on esimerkki eräässä tehtaassa. Rullauskoneen päästä valmis tuote menee lavalle ja lavan tullessa täyteen kuljettimet siirtävät lavan varastoon lastausta varten. Kuljettimen mennessä epäkuntoon, (esim. likainen valosilmä) tuotanto pysähtyi, koska ei ollut tilaa laittaa valmiita tuotteita seuraavalle lavalle. Tämä hoidettiin sillä tavalla, että trukkikuski haki tuotteet suoraan tuotantolinjan päästä ennen kuljettimelle menoa. Liian pienet varastot saattavat aiheuttaa tavaran säilömissä ulkotiloissa, joissa ne saattavat olla sään armoilla ja esimerkiksi lumentulon takia ne joudutaan siirtämään uudelleen johonkin. (Tuominen 2010, 21)

Kuljetusten välttämiseksi kannattaa suunnitella tuotantotilojen, työkonien ja työpisteiden sijoittelu mahdollisimman yksinkertaiseksi. (Tuominen 2010, 21) Lean - periaatteilla on mahdollista vähentää tai jopa poistaa monia kuljetusongelmia. Esimerkkinä Tuominen (2010) mainitsee U-muotoisen valmistuslinjan sekä seisaaltaan tapahtuvan työskentelyn, mikä olennaisesti lisää liikkumisen joustavuutta istumatyöhön verrattuna. Lisäksi hän mainitsee työntekijän ammattitaidon lisäämisen siten, että sama työntekijä pystyy yhdessä pisteessä suoriutumaan useammista työvaiheista. Tästä esimerkkinä voisi toimia koneenasennuslinja, jossa yksi työntekijä asentaa tietyt osat, jonka jälkeen kone tarvitsee siirtää seuraavalle työntekijälle seuraavia osia varten. Edellä mainitun työmenetelmän voisi korvata sillä, että työntekijän asentamien osien määrää lisätään. Toisena esimerkkinä voisi käyttää prosessiteollisuuden koneidenkäyttäjiä, joille olisi hyvä opettaa myös muiden kuin oman koneen käyttö. Näin selvittää helpommin esimerkiksi poissaolojen paikkaamisessa ja pullonkaulojen ohittamisessa. (Stevenson 2010, 707)

### 3.4 Virhekustannukset

Virhekustannuksia syntyy tuotannossa sekä koneiden, että ihmisten toimesta. Tiivistettynä koulutuksen ja käytäntöjen puutteellisuus on usein syytä laatuvirheisiin. Ei suoriteta jatkuvaa laaduntarkkailua ja käytetään väärää tai puutteellisia laatu- ja tarkastusstandardeja. Tuotteet saattavat vaurioitua materiaalin käsittelyn ja kuljetuksen aikana sekä varastoissa. Työntekijöiden huono ammattitaito ja huonot työohjeet aiheuttavat myös laatuvirheitä. (Tuominen 2010, 22)

Virhekustannuksia voidaan välttää kouluttamalla kaikki työntekijät tarkistamaan oman työnsä laatu ja kannustamalla virheiden ilmiantoon. Ennaltaehkäisevä kunnossapito tuotantolaitteistolle on myös hyvä keino vähentää koneperäisiä laatuvirheitä. Ihmisten lisäksi laadunseurantaan voidaan käyttää autonomisia laitteita kuten konenäkölaitteita, jotka pystyvät joissain tapauksissa suurempaan tarkkuuteen nopeatahtisessa massatuotannossa kuin ihminen. Löydetyille virheille pitää aina löytää syy ja poistaa se tai ainakin vähentää sen esiintymistäajuutta. (Tuominen 2010, 22)

### 3.5 Prosessihukka (ylikäsittely)

Kuten aikaisemmin jo mainittiin, prosessihukkaa on kaikki turha työ mikä ei lisää tuotteen arvoa asiakkaalle. Syitä sen syntyyn ovat:

- ”tehdään kuten ennenkin
- tuotteeseen on jäänyt turhia osia tai ominaisuuksia
- samassa tuotantolinjassa tehdään liian erilaisia tuotteita
- standardointi on viety liian pitkälle
- jatketaan prosesseja tai vaiheita, joihin ei olisi enää tarvetta
- kukaan ei vastaa prosessin suunnittelusta
- prosessisuunnitelmia ei pidetä ajan tasalla
- prosessien toimivuutta ei tutkita
- prosessin henkilöstö ei osallistu prosessin suunnitteluun ja kehittämiseen” (Tuominen 2010, 25)

## 4 LEAN- TOIMINNAN KEHITTÄMINEN YRITYKSISSÄ

### 4.1 Arvo

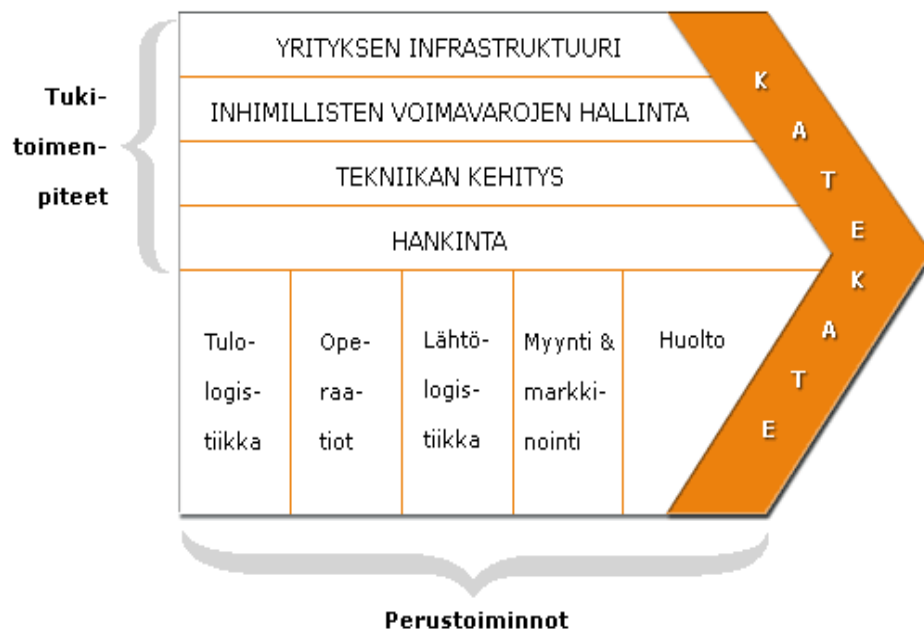
Lean - periaatteen mukaan arvon määrittäminen lähtee aina asiakkaan näkökulmasta. Näin voidaan määritellä asiakkaalle rahanarvoiset ominaisuudet sekä karsia turhia ominaisuuksia mitkä eivät arvoa lisää. Arvon määrittäminen on kehitystoiminnan suunnannäyttäjä.

(Kouri 2006, 8)

### 4.2 Arvoketju

Kuvaamalla yrityksen arvoketju, saadaan hahmoteltua ja määriteltyä asiakkaalle arvoa tuottavat toiminnot ja prosessit. Sen jälkeen pystytään tehostamaan arvoa tuottavia prosesseja sekä poistamaan turhia prosesseja, jotka eivät tuota lisäarvoa. Kuvassa 1 on esitetty esimerkki arvoketjusta.

(Kouri 2006, 8)



Kuva 1 Malli arvoketjusta (Michael Porter, 1989)

### 4.3 Virtautus

Virtauttamisen tarkoitus on järjestää tuotteiden pysähtymätön kulku koko arvoketjun läpi. Tämä voidaan toteuttaa suunnittelemalla koneiden ja laitteiden sijoittelu siten, että materiaalivirta vaiheiden välillä on mahdollisimman lyhyt ja selkeä, sekä pienentämällä välivarastoja ja siirtomatkoja.

(Kouri 2006, 8)

#### 4.4 Imuohjaus

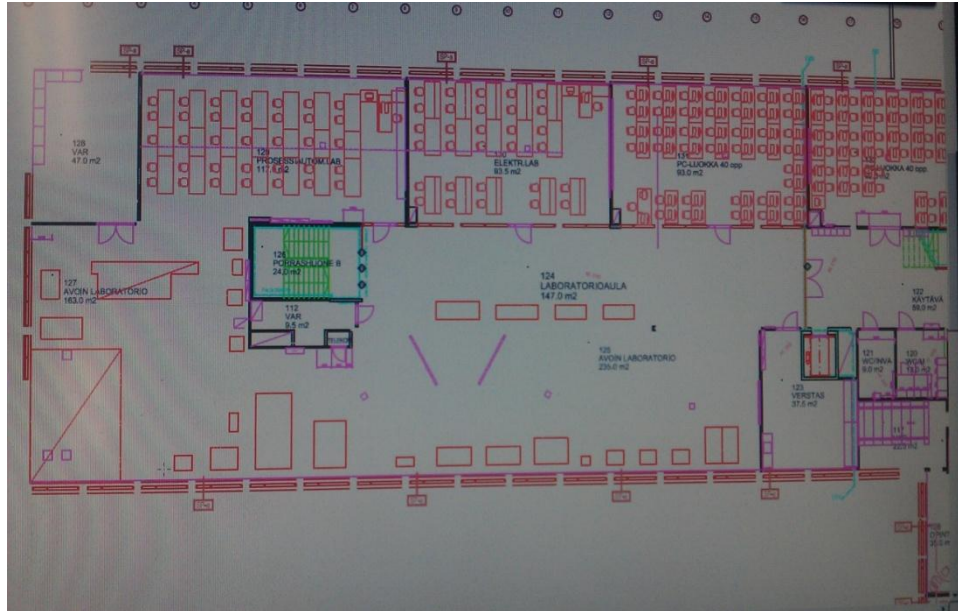
Imuohjaus tarkoittaa asiakasohjautuvaa tuotantoa, eli tuotetaan tarpeeseen, kulutuksen ja tilausten perusteella. Näin ollen pyritään vähentämään varastoon valmistamista. Tilanteissa, joissa imuohjaus ei ole mahdollinen, valmistetaan tuotteet lyhyen valmistussuunnitelman mukaan. (Kouri 2006, 9)

#### 4.5 Jatkuva kehitys

Prosessien kehityksen tulee olla jatkuvaa. Sitä edesauttaa ongelmanratkaisu ja hukkien poistaminen. Ongelmanratkaisu on esimerkiksi sitä, että mietitään, kuinka tuotantolaitteet saadaan mahtumaan järkevästi tuotantotiloihin. (Kouri 2006, 9) Jatkuva kehitys edellyttää seurantaa ja oikeanlaisia asennetta sekä usein taloudellisia investointeja.

## 5 OPETUSLABORATORION ESITTELY

Tässä luvussa esitellään Valkeakosken yksikön automaatiolaboratorio. Luvussa kerrotaan laboratoriotilan tietoja sekä käydään muutaman pääasiallisen laitteiston toimintaa ja opetustarkoitusta läpi. Painopiste on laitteen opetustarkoituksella, tarkoituksena ei ole syventyä yksityiskohtiin itse laitteen toiminnassa.



Kuva 2 Layout A-talon alakerrasta (mukaiillen Pääpiirustuksen 2006 mukaan)

Laboratorio sijaitsee Hämeen ammattikorkeakoulun Valkeakosken yksikössä, A-talon ensimmäisessä kerroksessa. Laboratorio on suunniteltu pääasiallisesti automaatiotekniikan koulutusohjelman käyttötarkoituksiin, mutta myös tuotantotalouden koulutusohjelmassa käytetään laboratoriotilaa hyväksi. Laboratorio on varusteltu erilaisilla laitteistoilla, jotka havainnollistavat hyvin erilaisia automaation ratkaisuja. Laitteilla voidaan harjoitella ohjelmointia ja kytkentöjä erilaisia logiikoita ja ohjelmointikieliä käyttäen. Lisäksi joitakin laitteita on opetustarkoituksen lisäksi käytetty markkinointitarkoituksiin.

Olellaisena osana laboratorioon kuuluu myös verstaas, jossa on tarvittavat työkalut erilaisten oppilasprojektien toteutukseen. Edellä mainittujen tilojen lisäksi laboratorioon kuuluu varastotilat sekä kaksi luokkaa jotka on varustettu työpisteillä joissa on kiinteästi sähköpistokkeet sekä erilaisia mittaustarvikkeita. Näitä tiloja voidaan käyttää kytkentä- ja mittausharjoituksissa ennen siirtymistä isompiin kokonaisuuksiin.

Kuvassa 2 näkyy laboratoriotilan layout. Kuvassa näkyy laitteistojen sijoittelu sekä tilojen pinta-ala. Laboratorioon kiinteästi kuuluvien tilojen pinta-aloja:

- verstaas: 37,5 m<sup>2</sup>
- aula: 147 m<sup>2</sup>
- avoin laboratorio 1: 235 m<sup>2</sup>

- varasto 1: 9,5 m<sup>2</sup>
- varasto 2: 47 m<sup>2</sup>
- avoin laboratorio 2: 163 m<sup>2</sup>
- prosessiautomaatiolaboratorio: 117 m<sup>2</sup>
- elektroniikkalaboratorio: 93,5 m<sup>2</sup>
- yhteensä: 849,5 m<sup>2</sup>

### 5.1 ”Pääjärjestelmä”



Kuva 3 ”Pääjärjestelmä” – Vasemmalta alkaen kuvassa näkyy varasto, hissi, kuljetinjärjestelmä, kaksi robottia, sekä valmisvarasto

Valkeakosken yksikössä nimellä ”Pääjärjestelmä” kulkeva laitteisto simuloi eräänlaista automatisoitua, robottiavusteista, kokoonpanolinjaa. Laitteistoon kuuluu kaksi varastoa, raaka-ainevarasto sekä valmisvarasto. Lisäksi laitteeseen kuuluu kaksi robottia, kuljetinjärjestelmä, joka toimii tuotantolinjana sekä kaksi hissiä. Laite näkyy kokonaisuudessaan kuvassa 3. Seuraavaksi kerrotaan laitteen toiminta yksinkertaistettuna.

Raaka-ainevarastossa on kaksiosaisia paletteja joihin on asetettu raaka-aineena toimivia erimuotoisia muovipalikoita. Paletit on esitetty kuvassa 4. Varastosta paletit siirtyvät hissillä tuotantolinjalle tehdyn tilauksen mukaan. Tuotantolinjalla paletti siirtyy toiselle kahdesta robotista, joka kokoaa palikoista tilatun tuotteen paletin toiseen osaan. Kun tuote on valmis, se siirtyy automaattisesti takaisin kuljetinjärjestelmälle ja siitä valmisvarastoon hissien avulla. Molemmat robotit voivat toimia samanaikaisesti, paletti siirtyy automaattisesti vapaana olevalle robotille anturitietojen perusteella.



Kuva 4 Paletit raaka-ainevarastossa

Laitteistolla on tarkoitus opettaa tuotantolinjan ohjelmointia sekä robottien ohjelmointia. Tässä tapauksessa laitteistoa ohjaa Beckhoffin logiikka, ja roboteilla on omat ohjelmistonsa (KUKA, ABB), jotka on synkronoitu

toimimaan yhdessä tuotantolinjan ja varastojen logiikan kanssa. Laitteeseen on kytketty kosketusnäyttö jossa on laitteen käyttöjärjestelmä. Siitä ohjataan laitetta ja tehdään tuotetilaukset.

”Pääjärjestelmä” on muokattavissa opetustarpeiden mukaan. Siihen voidaan liittää muun muassa konenäkösovelluksia esimerkiksi laadunvalvontaa suorittamaan.

## 5.2 Parkkihalli



Kuva 5 Parkkihalli

Kuvassa 5 on esitetty parkkihalli. Parkkihalli on toteutettu yhteistyössä Romanian teknillisen yliopiston kanssa. Laitteessa siirretään autoja servotekniikan avulla lastaus- ja vientikerroksesta varastokerrokseen. Laitetta on mahdollista etäkäyttää Internetin avulla. Laitteen käyttöliittymässä on virtuaalimalli, joka näyttää reaaliajassa kun autoja siirretään. Laitteiston ohjaus on toteutettu Beckhoffin logiikoilla ja ohjelmointiin on käytetty TwinCAT - ohjelmaa.

Laitteella opetetaan servomoottorien ohjauksen tekoa ja havainnollistetaan mahdollisia käyttösovelluksia. Kyseinen laite on käytössä myös esittelytilaisuuksissa.



### 5.3 Prosessiautomaatiolaboratorio



Kuva 6 Prosessiautomaatiolaboratorio

Kuvan 6 esittämässä harjoitustilassa opiskelijat suorittavat harjoitusmittauksia sekä kytkentöjä. Jokaisessa työpisteessä on varusteena tasavirtalähde, yleismittari, paineilmapiste, oskilloskooppi, funktiogeneraattori ja painekalibraattori.

### 5.4 Automaattivarasto



Kuva 7 Automaattivarasto

Laite on pienempi versio yrityksissä käytössä olevasta automaattivarastosta. Kyseisessä laitteessa on tulopää, varastohyllyt, sekä ulostulopää. Kaikissa kohdissa tuotteet liikkuvat rullakuljettimia pitkin. Tulopää ja ulostulopää liikkuvat vertikaalisesti siten, että tuotteita voidaan siirrellä kerros-

ten välillä. Laitetta ohjataan Siemensin logiikoilla, jotka on ohjelmoitu Siemensin omalla Simatic S7- ohjelmistolla. Kuvassa 7 näkyy automaattivaraston pääosat.

Laitteella opetetaan vastaavanlaisen varaston ohjaamista ja ohjelmointia käyttäen Siemensin ohjelmistoa. Kuvassa 8 on nähtävillä automaattivaraston ohjauskeskus.



Kuva 8 Automaattivaraston ohjauskeskus

## 6 HAASTATTELU

Haastattelun tarkoituksena oli kartoittaa toiminnan nykytilaa ja samalla valottaa mahdollisia ongelmia. Kysymykset suunniteltiin siten, että vastauksia voidaan verrata Lean - periaatteeseen. Saatujen vastausten perusteella saadaan koottua yhteen ongelmat ja parannuskohteet sekä mahdollisesti verrata kehitysehdotuksia Lean - malliin. Kysymyslomake kokonaisuudessaan löytyy liitteistä.

### 6.1 Haastattelun toteutus

Tähän opinnäytetyöhön liittyen lähetettiin kysymyslomake kuudelle koulun henkilökuntaan kuuluvalla henkilöllä, joista viisi vastasi. Kaikki henkilöt ovat kytköksissä laboratoriotilaan ja toimivat siellä koulutustehtävissä. Haastattelu toteutettiin itse suunniteltua kysymyslomaketta käyttäen. Haastattelun vastaukset ovat anonyymejä siten, että ulkopuoliset eivät saa tietää vastaajien henkilöllisyyttä.

### 6.2 Haastattelun tulokset

Kysyttäessä työkalujen ja tarvikkeiden säilytyspaikoista vastaukset olivat kaikilla vastanneilla hyvin samanlaiset. Osalle työkaluista ja tarvikkeista on ilmeisesti merkitty säilytyspaikat mutta niitä ei hyödynnetä. Vastausten perusteella tilanne on se, että välineet ovat käytännössä siellä missä niitä on viimeksi joku käyttänyt. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Onko työkalujen ja tarvikkeiden / osien säilytyspaikat selkeästi merkitty? Esimerkkejä?***

- *Ei ole, kaikki kampeet ovat siellä täällä koska käyttäjiä on monia ja kaikilla omat tavat!*
- *Ei ole, työkalut ovat levällään pitkin verstasta ja laboratoriota.*
- *Osalle työkaluista on selkeät säilytyspaikat, osalle ei. Suurin osa käsi-työkaluista on alun perin ollut niille varatuilla paikoilla, mutta nyt yleinen järjestys on heikentynyt.*
- *No ei oikeastaan, vain osalla on paikka työkalutaulussa mutta yksittäistä työkalua ei ole*
- *määritetty sille ainutkertaiseen paikkaan.*
- *Ei ole, esimerkiksi työkalut ovat missä milloinkin ja lab.laitteet hyllyissä merkitsemättä*

Työkaluista ja tarvikkeista ei tehdä nykyisellään minkäänlaisia säännöllisiä inventaarioita. Välineitä inventoidaan silloin kun niitä tarvitaan, eli kun huomataan puute. Eräs vastaaja kertoi suuren määrän pari vuotta sitten hankituista työkaluista olevan kadoksissa. Tämä viittaa siihen, että joku on saattanut lainata työkaluja eikä ole koskaan palauttanut niitä. Osa välineistä on mahdollisesti edelleen talossa, mutta koska niitä ei inventoida eikä

säilytetä merkityissä paikoissa, niitä ei välttämättä löydä. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Tehdäänkö tarvikkeista ja työkaluista säännöllisiä inventaarioita? Esimerkkejä?***

- *Ei minkäänlaista, kolmen vuoden aikana labrasta on hävinnyt todella paljon työkaluja, varsinkin uudet joita hommattiin toissa kesänä!*
- *Ei tehdä. Tarvikkeita tilataan sitä mukaan kun niitä tarvitaan.*
- *Inventaarioita ja varsinkin säännöllisiä ei ole tehty, ei ainakaan minun tietääkseni.*
- *Ei*
- *Lab.välineistä tehdään silloin kun niitä töitä tehdään. Muista harvoin jos koskaan.*

Puuttuvat ja hukassa olevat työvälineet aiheuttavat viivästyksiä opetuksessa sekä projekteissa. Eräs vastaajista ilmoitti käyttävänsä omia työkaluja juuri sen takia, ettei päivästä mene aikaa hukkaan välineiden etsimiseen. Yhden vastaajan mukaan viivästykset ovat jokapäiväisiä ja vievät paljon aikaa työpäivästä. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Tapahtuuko opetuksessa tai projekteissa viivästyksiä puuttuvien / hukassa olevien työkalujen ja tarvikkeiden takia? Esimerkkejä?***

- *Parempi on käyttää omia työkaluja niin ei tarvi käyttää turhaa aikaa etsimiseen.*
- *Joka päivä! Työkalujen/ metsästys vie paljon aikaa työpäivästä kun työskentelen labrassa/verstaalla.*
- *Kyllä tapahtuu, lähinnä hukassa olevien tarvikkeiden takia.*
- *Kyllä*
- *Viivästyksiä tuskin tapahtuu*
- 

Mahdollisiin puutteisiin pyritään reagoimaan pääsääntöisesti mahdollisimman nopeasti. Osa tarvikkeista on kuitenkin tilaustavaraa eikä niitä ole mahdollista saada heti. Osassa tapauksista tehdään jonkinasteinen kiireellisyysarviointi ja näin ollen on mahdollista, että puute korjataan vasta kun on seuraavan kerran asiaa kyseistä tarviketta myyvään liikkeeseen, esimerkiksi Würthille. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Kuinka nopeasti mahdolliset puutteet korvataan?***

- *Ei korvata ellei tarve ole suuri!*
- *Jos projektin eteneminen on kiinni puutteellisista työkaluista/tarvikkeista niin silloin puutteet korjataan nopeasti. Muussa tapauksessa puutteet korjataan silloin kun on seuraavan kerran asiaa Würthille.*
- *Puutteiden korjaus ei ole systemaattista, mutta tällaiset ongelmat pyritään kuitenkin ratkaisemaan nopeasti.*

- *Riippuu puutteen luonteesta. Pyrkimys on saada työn alla oleva asia etenemään joustavasti.*
- *Ostamalla kaupungilta tai tilaamalla.*

Vastuualueita ei laboratoriossa ole virallisesti määritelty, vaan vastuu on käytännössä muodostunut asiantuntemuksen mukaan. Henkilö joka tietää yksittäisestä laitteesta eniten on siitä vastuussa. Osalle vastaajista vastuukysymys vaikuttaa epäselvältä koska heidän mielestään vastuualueita ei ole määritelty. Vastuualueiden epäselvyys on aiheuttanut ongelmia tarvikkeiden häviämisen ja luvattomien lainaamisten muodossa. Poissaolojen paikkaaminen onnistuu ilmeisesti vain osittain, sillä kaikilla opetusta pitävillä henkilöillä ei ole tietoa kaikista laitteista. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Miten laboratoriossa on jaettu vastuualueet? Onko jokaiselle alueelle oma vastuuhenkilö? Jaetaanko vastuualueiden kesken tietoa, eli onko toisen mahdollista paikata poissaolo?***

- *Laitteille on jaettu vastuu alueet, periaatteessa rakentaja on vastuussa laitteesta, osa laitteista on useammalla hallussa.*
- *Labrassa ei tietääkseni ole vastuualueita sen kummemmin määritelty. Vastuut ovat lähinnä muodostuneet sen mukaan kuka mistäkin laitteesta tietää eniten.*
- *Selvää vastuualuejakoa ei ole tehty, mistä aiheutuu ongelmia tarvikkeiden häviämisenä/lainaamisena.*
- *Laitteistot on jaettu vastuualueisiin. Paikkaus on hankalaa, toivottavaa kylläkin.*
- *On mahdollista paikata poissaolo, ei selkeää vastuunjakoa.*

Opiskelijat työskentelevät laboratoriossa ryhmissä tai pareittain tilanteesta ja kouluttajasta riippuen. Itsenäistä työskentelyä ei vastausten mukaan ole. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Tekeekö jokainen oppilas itse vai toimitaanko ryhmissä / pareittain?***

- *Pääosin ryhmissä.*
- *Oppiminen tapahtuu laboratoriossa pareittain sekä ryhmissä.*
- *Työskentely tapahtuu yleensä pareittain.*
- *Molempia*
- *Ryhmissä.*

Neljä viidestä vastaajasta on sitä mieltä, että laboratorion tila on hyödynnetty järkevästi ja laitteet on sijoiteltu siten, että siellä on hyvä työskennellä. Laitteet on sijoiteltu väljästi ja joustavasti, joten laboratoriossa on helppo liikkua ja näköesteitä ei ole. Yksi vastaajista ilmoitti, että joskus opiskelu jakautuu useampaan tilaan laboratoriossa ja tämä hankaloittaa opetusta. Seuraavassa sivulla alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Mahdollistaako laitteistojen nykyinen sijoittelu sujuvan työskentelyn? (liikkuminen, näkeminen, kuuleminen)***

- *Kyllä mielestäni*
- *Kyllä, mielestäni labra mahdollistaa hyvän liikkumisen, näkemisen ja kuulemisen oppimistilanteessa. Tämä on mahdollista laitteiden väljällä sijoittelulla.*
- *Laitteiden sijoitteluperiaate on joustava, laboratorion suunnitteluperiaatteena on ollut liikuteltavat laitteet. Tämä mahdollistaa nopeat muutokset erityyppisiä tarpeita varten*
- *Kyllä*
- *Joissakin lab.töissä joudutaan jakaantumaan useampaan tilaan, joka hankaloittaa opastusta.*

Toiminnan kehittämiseen liittyen opetukseen on tullut uudistuksia. Tässä tapauksessa kyseessä on rakennukseen vuonna 2007–2008 tehty peruskorjaus, jonka yhteydessä laboratorioympäristöä uusittiin siten, että se mahdollistaa useamman ryhmän samanaikaisen työskentelyn. Opetukseen on suunniteltu joitakin muutoksia / uudistuksia, mutta niitä ei ole saatu toteutusasteelle vielä. Vastajat eivät ilmoittaneet, millaisista muutoksista / uudistuksista on kyse. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Onko opetukseen tullut / suunniteltu muutoksia / uudistuksia? Millaisia?***

- *On tulossa muutoksia, laadusta ei tietoa*
- *En tiedä.*
- *Opetuksen sisältöön on aina liittynyt paljon laboratoriotyöskentelyä. Peruskorjauksen yhteydessä uusittu laboratorioympäristö mahdollistaa usean ryhmän samanaikaisen työskentelyn laboratoriossa.*
- *Rakennuksen peruskorjauksen yhteydessä kaikki meni uusiksi.*
- *Suunniteltu on, muttei saatu aikaiseksi.*

Laitehankinnoista kysyttäessä vastaukset olivat kielteisiä tai tietämättömiä. Oppilaitoksen rahoitustilanne ei tällä hetkellä mahdollista merkittävien laitehankintojen tekemistä. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Onko suunniteltu uusia laitehankintoja? Esimerkkejä?***

- *Ei tiedossa*
- *Tietääkseni labraan ei ole suunnitteilla laitehankintoja.*
- *Merkittävien laitehankintojen tekeminen on nyt jäissä, koska rahoitus ei anna siihen mahdollisuuksia.*
- *Ei ole tiedossa.*
- *Ei tällä haavaa.*

Selvitystyöhön osaamisen kysynnästä ei panosteta tällä hetkellä. Yksi vastaajista ilmoitti, että resurssien sallimassa mittakaavassa selvitystä tehdään

mutta kattavammalle selvitystyölle olisi kysyntää. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Tehdäänkö selvitystyötä siitä, millaiselle osaamiselle on kysyntää?***

- *Käsittääkseni ei ollenkaan*
- *En tiedä.*
- *Selvitystyötä tehdään siinä mittakaavassa kuin resurssit antavat siihen mahdollisuuden. Kattavampi analyysi olisi toivottavaa.*
- *Ei ole tiedossa.*
- *En osaa sanoa.*

Jatkuvasta kehitystyöstä ja sen seurannasta kysyttäessä vastaukset ovat hyvinkin ristiriidassa keskenään. Yksi vastaajista ei ole tietoinen tilanteesta, kaksi on sitä mieltä, että kehitystyötä ei tehdä ja kaksi vastaajista on sitä mieltä, että tehdään. Rahoitustilanteesta johtuen kehitystyön määrä on kuitenkin vähäinen, joka osaltaan selittää sen, miksi osa vastaajista ilmoitti, ettei kehitystyötä tehdä. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Tehdäänkö jatkuvaa kehitystyötä ja seurataanko mahdollisten kehitysideoiden toteutumista?***

- *Käsittääkseni ei ollenkaan*
- *Kehitystyötä ei tietääkseni tällä hetkellä tehdä.*
- *Laboratorioiden kehittämiseen vaikuttaa olennaisesti toiminnan rahoituksen määrä. Tällä hetkellä kehitystyö on rahoituksen niukkuudesta johtuen vähäistä.*
- *Ei ole tiedossa.*
- *Tehdään ja kyllä seurataan.*

Laitteistojen dokumentoinnissa on puutteita. Kaikissa laitteissa ei ole ohjekirjoja ja varsinkin englanninkieliset käännökset puuttuvat valtaosasta. Dokumentointia kuitenkin ollaan tekemässä laitteisiin joista ne puuttuvat. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Onko kaikkiin laitteisiin tehty ohjekirjat ja ovatko ne helposti saatavilla? Ovatko ohjekirjat myös englanniksi?***

- *Osaan on laadittu ohjeet ja laite on dokumentoitu*
- *Osaan laitteista on tehty dokumentit, osaan ei. Ohjekirjat eivät ole helposti saatavilla. Yleensä ne ovat sen henkilön takana joka vastaa laitteesta. Osa manuaaleista on suomeksi ja osa englanniksi.*
- *Ohjekirjoja on tehty osaan laitteistoja. Osasta ohjekirjat puuttuvat ja kaikki ohjeet eivät ole vielä englanniksi.*
- *Puutteita on, osa on työn alla, englanniksi käännöksiä en ole nähnyt.*
- *On tehty ja ollaan tekemässä. Kaikkia ei ole englanniksi.*

Dokumentoinnin puutteellisuuden lisäksi laitteista puuttuu usein kaikki merkinnät. Jotkut laitteista on merkitty, mutta vain suomeksi. Englanninkielellä merkinnät puuttuvat kokonaan. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Onko laitteet merkitty selkeästi ja yksiselitteisesti? Onko merkinnät tehty myös englanniksi?***

- *Ei ole*
- *Laitteista taitaa puuttua ihan kaikki merkinnät.*
- *Laitteiden merkintä on osin puutteellista ja englanninkieliset merkinnät puuttuvat.*
- *Merkinnät voisivat olla kattavampia, myös englanniksi.*
- *Ei ole ja näin ollen ei myöskään englanniksi.*

Työturvallisuuteen liittyen kysyttiin henkilökohtaisten suojavälineiden käytöstä. Vastaukset ovat sen verran ristiriitaiset, että yksiselitteistä yhteenvedoa on vaikea tehdä. Voidaan kuitenkin sanoa, ettei suojavälineiden käytöstä ole mitään tarkkoja ohjeita ja valvonta on heikkoa. Käytännössä työskennellessä kukin käyttää suoja oman harkintansa mukaan. Kaikissa laitteissa ja työvaiheissa ei suojavälineitä välttämättä tarvitsekaan. Laboratoriotiloissa on kuitenkin tarjolla silmäsuojia sekä kuulosuojaimia. Seuraavassa alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Käytetäänkö laboratoriotiloissa henkilökohtaisia suojavälineitä? Mitä välineitä? Valvotaanko käyttöä?***

- *Ei käytetä eikä valvota!*
- *Ei käytetä, ehkä joskus hanskoja. Opettajat vastaavat laitteiden käytöstä oppituntien aikana.*
- *Henkilökohtaisten suojavälineiden käyttö ei ole nykyisillä laitteistoilla tarpeen.*
- *Pienpajassa on silmäsuojat hiontaan, poraukseen, myös kuulosuojaimia on tarjolla.*
- *Melutaso on alhainen joten kuulosuojaimia ei näe käytettävän. Silmäsuojuksia kylläkin työn vaiheesta riippuen*
- *Tarvittaessa ja lähinnä työpajassa. Kun omalla ajallaan tekevät niin ei valvota.*



Laboratoriotiloissa olevissa laitteistoissa on omat suojaimekanisminsa. Kaikki laitteet eivät kuitenkaan ole yhtä hyvin suojattu. Jotkut laitteet on suojattu esimerkiksi suoja-aidoin ja valoverhoin, osassa taas on puutteita. Puutteet liittyvät yleisimmin sähköiskujen suojaukseen. Joissakin laitteissa liittimiä ei ole kunnolla koteloitu. Alla alkuperäinen kysymys ja vastaukset:

***Onko kaikissa laitteissa toimivat suojaimekanismit asennettuna? Esimerkkejä?***

- *Valoverho, turvareleitä, turvalogiikka jne...*
- *Osassa on esim. Vihreään kuljetinjärjestelmään on asennettu suoja-aidat ja valoverhot.*
- *Suojaimekanismeissa on osittaisia puutteita. Osaan laitteistoja on sellaiset olemassa, osassa on parannettavaa. Suojaukset liittyvät lähinnä sähköiskujen eliminoimiseen sekä mekaanisiin rajoittimiin. Sähköiskuilta suojaamiseen tarvitaan vielä lisäpanostusta.*
- *Kyllä, Robottiasemissa on lähestymisverhot ja laitetilän ovet varustettu turvakytkimin.*
- *Vahvavirtapuoli on erikseen erotettu omaksi alueekseen mutta siinä ei ole vastaavia turvalaitteita kuin robottiasemissa.*
- *Kyllä, pääpiirteittäin. Liitinten kotelointi jossain puutteellinen.*

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSEHDOTUKSET

Tässä kappaleessa esitetään johtopäätökset ja kehitysehdotukset. Johtopäätökset liittyvät opinnäytetyöprosessiin sekä laboratorioympäristöön. Kehitysehdotukset ovat saaneet pohjan henkilökunnalla teetetystä haastattelusta. Kehitysehdotuksissa otetaan huomioon mahdollisuuksien mukaan Lean - ajattelun soveltaminen.

### 7.1 Opinnäytetyöprosessi

Opinnäytetyötä varten tarjottu aihe viestii siitä, että Valkeakosken yksikössä ollaan kiinnostuneita laboratorio-opiskelun nykytilasta, mahdollisista kehittämiskohteista ja keinoista, jolla sitä voidaan kehittää ja parantaa. Opinnäytetyön tekemistä on tuettu kiitettävästi koko prosessin ajan. Haastateltavat henkilökunnan jäsenet vastasivat kyselyyn pyydetyn aikataulun puitteissa ja vastauksista näkyi aito kiinnostus aiheeseen.

### 7.2 Työkalut, tarvikkeet ja osat

Työvälineiden ja tarvikkeiden säilyttämiseen liittyy tällä hetkellä ilmeisen paljon ongelmia. Työvälineitä on hukunut tai varastettu viimeisten vuosien aikana, eikä kaikkia ole korvattu. Tavarat häviävät helposti, sillä välineiden käyttöä ei ole valvottu tarpeeksi. Työkaluille on olemassa ainakin osittain merkityt paikat, mutta ne harvoin sinne palautuvat. Kuvassa yhdeksän on näkyvissä yksi työkaluteline, josta osa työkaluista puuttuu. Osa työvälineistä unohtuu usein sinne missä niitä on viimeksi käytetty, ja näin ollen seuraava, joka niitä tarvitsee, joutuu käyttämään aikaansa niiden etsimiseen. Valitettava tosiasia on se, että työkaluja on myös varastettu.



Kuva 9 Yksi verstaan työkalutelineistä

Ensimmäinen idea asian ratkaisemiseksi oli, että säilytetään välineitä lukkojen takana ja opettaja antaisi ja ottaisi työkalut aina vastaan. Ongelmana tällaisessa ratkaisussa on se, että se työllistää yksittäistä opettajaa kohtuuttomasti. Oppilaat saattavat saapua eri aikaan ja tulla pyytämään työkaluja, jolloin opettajan on pakko keskeyttää opettaminen.

Toimivampi ratkaisu on antaa jokaiselle oppilaalle tai opiskelijaparille pakki, josta löytyy kaikki tarvittavat työkalut. Pakki luovutetaan kuittia vastaan, jossa opiskelija todentaa pakin sisällön vastaanottohetkellä. Pakkeille tehtäisiin inventaario palautushetkellä. Työkalut olisivat oppilaitoksen omistuksessa, ja opiskelija korvaisi mahdollisesti puuttuvat työkalut kun pakit palautettaisiin esimerkiksi kurssin päätyttyä. Pakkeja voidaan säilyttää jossakin lukitussa varastossa, josta opettaja luovuttaa pakit kun niitä tarvitaan.

Työkalut ja muut työvälineet ovat olennainen osa laboratorio-opiskelua, ja niistä tulee siksi pitää hyvää huolta. Turvakameroiden asennus laboratoriotiloihin olisi suotavaa mahdollisten varkauksien selvittämiseksi. Inventaarion tekeminen on yksi edellytys sille, että mahdolliset puutteet havaitaan. Tässä tapauksessa inventaariota voidaan pitää eräänlaisena laaduntarkkailun keinona. Laaduntarkkailun puute aiheuttaa virhekustannuksia Lean – ajattelun mukaan. (Tuominen 2010, 22) Säännöllisiä inventaarioita ei tällä hetkellä työvälineille tehdä.

Puuttuvista ja hukassa olevista työvälineistä ja osista aiheutuu tällä hetkellä paljon viivästyksiä niin opetukseen, kuin oppilasprojekteihinkin. Projekteihin, joissa esimerkiksi rakennetaan jotain, pitää tehdä alusta asti selkeä suunnitelma, jossa selvitetään tarvittavat välineet ja osat. Siten on helpompaa tarkistaa, mitä tarvitsee esimerkiksi tilata, jotta päästään eroon turhasta odottelusta. Odottelu kuuluu Lean – ajattelun määrittelemiin hukkiin ja se on poistettavissa järjestämällä osien oikea-aikainen saatavuus. (Kouri 2009, 10)

### 7.3 Vastuunjako ja tiedonkulku

Laboratoriotilaa ei ole jaettu selkeästi vastuualueisiin. Yksittäisistä laitteistoista ovat vastuussa yleisesti ne henkilöt, jotka ovat sen esimerkiksi rakentaneet. Vastuu tulee jakaa yksiselitteisesti ja tasapuolisesti henkilökunnan välillä. Pohjana vastuunjakoon voi mahdollisuuksien mukaan käyttää edellä mainittua ammattitaitoon perustuvaa vastuunjakoa. Selkeä vastuunjako helpottaa henkilökunnan työtä siinä mielessä, että heillä on tietyt laitteet ja niihin liittyvät mahdolliset muut välineet vastuullaan.

Yhtenä kehitysideana ehdotetaan, että vastuualueet merkitään fyysisesti vaikka rajaamalla alueet käyttäen lattiaan liimattavaa huomioteippiä. Tämän lisäksi alueen yhteyteen tulee kiinnittää kyltti, jossa on mainittu kyseisen alueen vastuuhenkilö ja hänen yhteystietonsa (työpuhelin, työhuone ja sähköposti). Lisäksi jokaiselle alueelle nimetään varavastuuhenkilö, johon voi ottaa yhteyttä varsinaisen vastuuhenkilön ollessa estynyt. Vara-

vastuuhenkilöllä tulee olla riittävät tiedot laitteistosta, jotta hän voi tarvittaessa paikata poissaolot. Tällaista tiedonjakoa kutsutaan Lean - ajattelussa ristiin kouluttamiseksi. (Stevenson 2010, 707) Tällaisella menettelyllä päästään eroon siitä, että opiskelijat joutuvat kiertelemään ympäri rakennusta kyselemässä, kuka mahdollisesti vastaa jostakin laitteesta, jolla heidän olisi määrä työskennellä.

#### 7.4 Työskentely

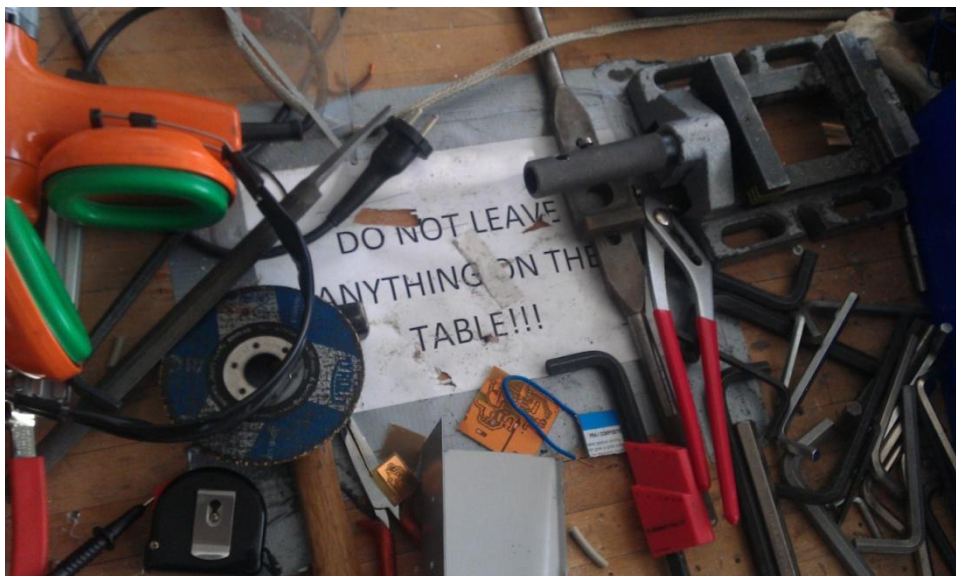
Nykyisellään laboratoriotyöskentely tapahtuu pareittain tai pienissä ryhmissä. Lean – ajattelussa puhutaan usein eräkoosta. (Tuominen 2010, 16–17) Jos ajatellaan, että opiskelija on tuote, jota oppilaitos tuottaa, on helppo tehdä vertaus. Laitteiston määrään nähden eräkokoko on opetuksessa varmasti se optimaalisin. Liian isot ryhmät aiheuttavat usein sen, että osa ryhmästä ei sisäistä opetusta, ja opettaja joutuu erikseen kertomaan asioita uudestaan. Suuri ryhmäkokoko aiheuttaa usein myös häiriötekijöitä opetukseen, joten pienryhmät ja parityöskentely ovat perusteltuja. Lisäksi isossa ryhmässä yleensä löytyy kaksi ääripäätä, henkilöt jotka tekevät kaiken työn, ja henkilöt jotka mahdollisesti vain seuraavat vierestä eivätkä varsinaisesti tee mitään. Parityöskentelyssä ja pienissä ryhmissä yleensä kaikki pääsevät osallistumaan ja oppiminen on tehokkaampaa, joten nykyinen käytäntö on toimiva.

#### 7.5 Tilankäyttö

Laboratoriotila on käytetty tehokkaasti hyväksi ja siellä on helppo kulkea. Työskentely on turvallista ja joustavaa siinä mielessä, että laitteet on sijoitettu sopivan väljästi, ettei tarvitse törmäillä laitteisiin. Väljä sijoittelu mahdollistaa useimmissa tapauksissa myös sen, että perehdyttäminen on mahdollista järjestää keräämällä opiskelijat laitteiston ympärille. Näköesteet on minimoitu ja puhe kuuluu tiloissa hyvin. Sijoittelu mahdollistaa myös yhden Lean – ajattelun mainitseman hukan minimoimisen, eli turhien kuljetuksien. (Tuominen 2010, 20)

Turhaa kuljetusta olisi tässä tapauksessa esimerkiksi se, että laitteistojen edessä olisi joitakin esteitä, jotka pitäisi aina siirtää edestä pois kun työskennellään. Joitakin tällaisia esteitä kuitenkin on, sillä laboratoriossa on esimerkiksi sohva sähkökaappien edessä. Laboratoriotilasta pitäisi poistaa kaikki ylimääräiset huonekalut, sillä se ei ole oleskelupaikka vaan työskentelyalue.

Siisteyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota, sillä kirjoitushetkellä laboratoriotila oli todella sekaisen näköinen. Työkaluja ja johtoja oli ympäriinsä. Lisäksi, roskaksi luokiteltavaa materiaalia lojui pöydillä. Kuvat 10 ja 11 on otettu verstaatioista ja niistä on selkeästi nähtävissä nykyinen järjestys. Kuvassa 12 on nähtävissä varastotilan kunto.



Kuva 10 Verstaailan työpöytä 17.6.2011



Kuva 11 Verstaan lattia 17.6.2011



Kuva 12 Varasto 21.6.2011

## 7.6 Kehitystoiminta

Lean – ajattelun mukaan jatkuva kehitystyö on edellytys toiminnan parantamiseksi. (Kouri 2006, 9) Laboratoriotiloissa jatkuva kehitystyö liittyy laitteistohankintoihin sekä opetuksen kehittämiseen. Henkilökunnalle tehdyn haastattelun mukaan, tällä hetkellä kehitystyö on minimaalista. Kehitystyö vaatii rahaa, ja tällä hetkellä rahoituksen niukkuus pakottaa tinkimään kehitystyöstä. Opetukseen on ollut suunnitteilla uudistuksia, mutta ne eivät ole vielä toteutuneet. Yksi osa kehitystyötä on laitehankinnat. Pohjatieto laitehankinnoille saataisiin esimerkiksi yritysmaailmasta. Tällä hetkellä resurssit eivät riitä tarpeeksi laajaan selvitykseen yritysmaailman tarpeista.

Rahoitustilanteen parantuessa ehdotetaan yritysysteistyön laajentamista. Oppilaitoksen tulee selvittää mahdollisimman laajalti automaatioalan kehitysnäkymiä ja yritysten osaamistarpeita. Tekniikka kehittyy jatkuvasti, ja jotta oppilaitos pystyy kilpailemaan, on tehtävä investointeja nykyaikaisiin laitteisiin. Nykyaikaiset laitteet toimivat markkinointikeinona niin potentiaalisille oppilaille, kuin yrityksillekin, jotka ovat rekrytoimassa insinöörejä.

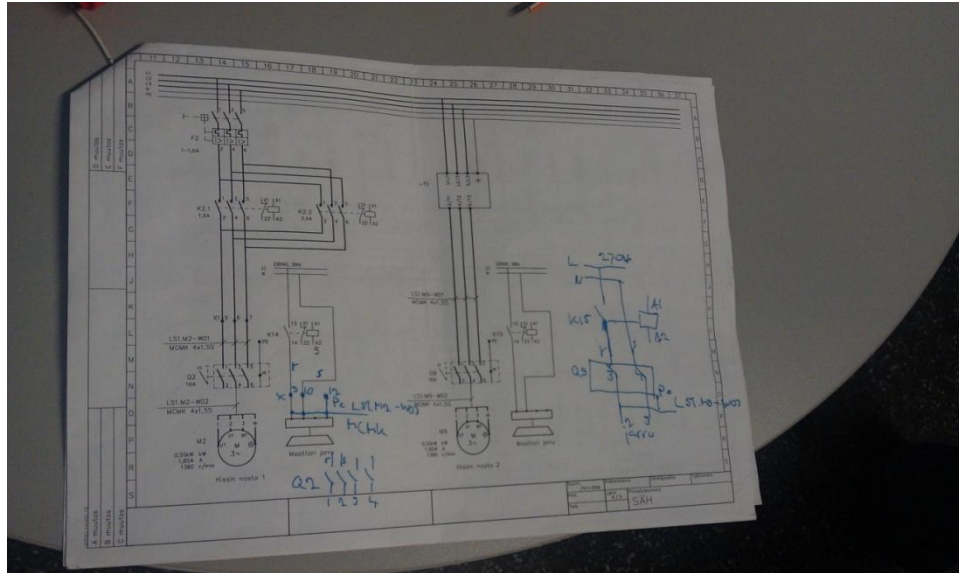
Tiedonkulkua aiheeseen liittyen tulee parantaa, sillä opinnäytetyön kirjoitushetkellä kaikki kyselyyn vastanneet eivät olleet tietoisia siitä, tehdäänkö kehitystyötä vai ei.

## 7.7 Dokumentointi

Dokumentointi on yksi laboratoriotilojen osa-alue, jossa on vakavia puutteita. Tällä hetkellä valtaosassa laitteista on puutteelliset merkinnät. Kaikissa laitteissa ei ole edes ohjekirjoja. Olemassa olevat ohjekirjat ovat pääsääntöisesti suomeksi. Opetus tapahtuu nykyään myös englanninkielellä ja

suuri osa opiskelijoista on suomen ulkopuolelta, joten ohjekirjojen suomenkielisyys on iso ongelma.

Yksi ongelma, joka ilmeni opinnäytetyön kirjoitushetkellä, liittyi muutostöiden dokumentointiin. Automaattivaraston sähköpiirustuksiin oli esimerkiksi tehty käsin lisäyksiä, mutta mistään ei selvinnyt, kuka lisäykset oli tehnyt ja mihinkä ne liittyivät. Kuvassa 13 on esimerkki käsin muokatusista piirustuksista.



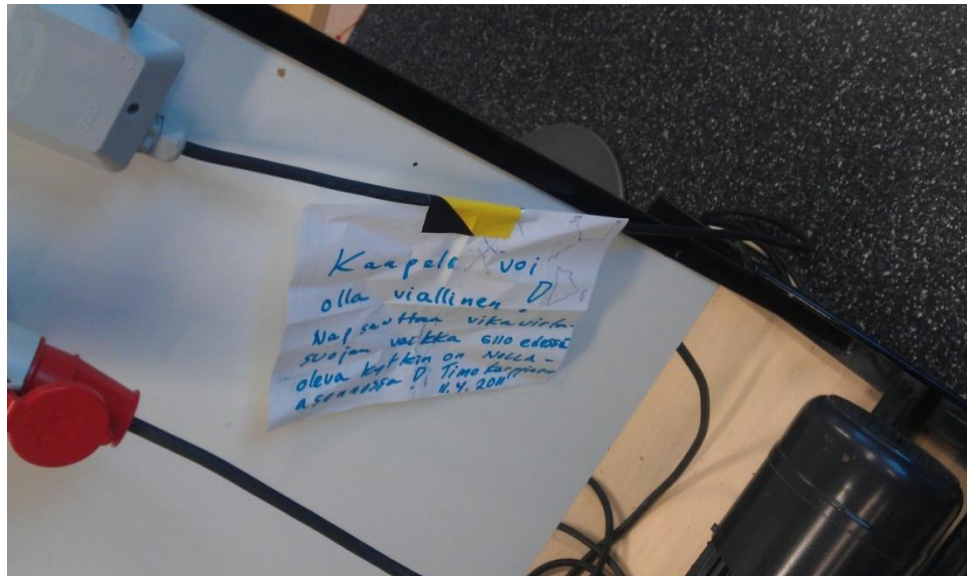
Kuva 13 Sähköpiirustuksissa on käsin tehtyjä lisäyksiä

Kehitysehdotuksena on, että laboratorion kaikki dokumentaatio tulee päivittää. Jokaisesta laitteesta tulee löytyä kyltti, josta selviää esimerkiksi laitteen nimi, toimintaperiaate, tekniset tiedot ja vastuuhenkilö. Kaikki tiedot tulee olla molemmilla kielillä. Ohjekirjat tulee kääntää englanniksi niissä tapauksissa, missä ne eivät sitä ole alun perin. On ymmärrettävää, että kokonaisen ohjekirjan kääntämiseen meni huomattava määrä aikaa ja resursseja, joten kääntäminen tulee aloittaa aluksi vain tärkeimmistä osa-alueista. Tärkeimmät turvallisuuteen ja laitteen toimintaan liittyvät ohjeet käännetään ensin ja myöhemmin muut mahdollisesti täydentävät ohjeet.

Laitteiden sähköpiirustukset tulee päivittää ajantasaisiksi ja kaikki vanhentuneet piirustukset poistaa epäselvyyksien välttämiseksi. Laboratoriossa tulee soveltaa Lean – ajattelun kehottamaa dokumentoinnin jatkuvaa päivittämistä. Dokumentoinnin päivittäminen voidaan laskea jatkuvan prosessien kehittämisen piiriin. (Kouri 2006, 9) Muutostöiden ohessa pitää kaikki muutokset dokumentoida ja dokumentoinnista tulisi ilmetä muutosten tekijä. Ajantasainen dokumentointi helpottaa toimintaa ja on samalla myös olennainen osa työturvallisuutta. Lisäksi dokumentointi on osa ammattitaitoa.

## 7.8 Työturvallisuus

Työturvallisuus kuuluu yritysten ja oppilaitosten tärkeimpiin huolenaiheisiin. Oppilaitosten tulee luoda perusta turvalliselle toiminnalle työelämässä ja näyttää esimerkkiä turvallisista toimintatavoista. Kuvassa 14 on esimerkki siitä, kuinka ei pidä merkitä vikoja sähkölaitteissa. Lappu on päivätty 11.4.2011 ja kuva on otettu kesäkuun 7. päivä. Kuvan merkintä on periaatteessa hyvä, mutta se on vain suomeksi, joten ulkomaiset opiskelijat eivät sitä ymmärrä.



Kuva 14 Puutteellinen vikamerkintä

Laboratoriossa työskennellään sähkölaitteiden parissa, joten suurin tapaturmariski ovat sähköiskut. Kaikista mahdollisista riskeistä tulee ilmoittaa ja laite, jossa vika on havaittu, irrottaa sähköverkosta kunnes vika on tutkittu ja korjattu.

Laitteistojen suojaukset ovat pääosin hyvällä tasolla lukuun ottamatta lieviä puutteita liittimien koteloinnissa. Niistä koituu sähköiskun riski. Tällaiset puutteet tulee korjata välittömästi. Yksi kehityskohde työturvallisuuden liittyen on henkilökohtaisten suojainten käytön valvonnassa. Suojainten käyttö on tällä hetkellä käytännössä harkinnanvaraista, ja esimerkiksi verstaalla saattaa nähdä porattavan ja sahattavan ilman suojalaseja. Oppilaitoksen tehtävä on vaatia vastaavanlaista suojainkäytäntöä kuin mitä työelämässäkin vaaditaan.



## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kartoittaa Hämeen ammattikorkeakoulun Valkeakosken yksikön opetuslaboratorion nykyinen toiminnan tila ja perehtyä siihen, kuinka sitä voitaisiin parantaa. Tavoitteena oli myös selvittää, onko Lean – ajattelua mahdollista käyttää työkaluna opetuslaboratorion kehittämiseen.

Työ tehtiin pääasiallisesti henkilökunnan haastattelun sekä omien havaintojen pohjalta. Työn alkuosassa käsitelty Lean – teoria on koottu alan kirjallisuudesta. Lean – ajattelun teoria käytiin riittävästi osin läpi, jotta lukija saa käsityksen aiheesta ennen varsinaista soveltavaa työn osuutta. Teoriaosuudessa kerrottiin Lean – ajattelun tavoitteet sekä kerrottiin kyseisen johtamisfilosofian mukaiset hukat. Teoriaosuus otti myös kantaa hukkien syntyyn sekä siihen, kuinka hukkia on mahdollista poistaa.

Työn kannalta ei ollut tarkoituksenmukaista rakentaa soveltavaa osiota suoraan seitsemän hukan ympärille. Sen sijaan työssä keskityttiin tunnistamaan kehityskohteita ja sen jälkeen soveltamaan mahdollisuuksien mukaan Lean – ajattelun keinoja ongelmakohteiden parantamiseen.

Opinnäytetyötäni on mahdollista käyttää suuntaa antavana ohjeena tuleville toiminnankehitysprojekteille. Se toimii esimerkiksi hyvänä muistilistana kun mietitään, mitä kehityskohteita laboratoriotiloissa on. Työssä on myös hyviä kehitysideoita, joita oppilaitoksen kannattaa ainakin kokeilla ja tutkia niiden toimivuutta käytännössä. Opinnäytetyötä voi myös käyttää tulevaisuudessa toisen opinnäytetyön pohjana. Tuleva opinnäytetyö voi käsitellä esimerkiksi tässä työssä mainittujen kehitysehdotusten läpiviemistä.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja omaan koulutukseeni liittyvä. Lisäksi aihe on erittäin ajankohtainen, sillä tiukkoina talouden aikoina yritysten kilpailu kiristyy ja kaikki mahdolliset keinot, joilla toimintaa voidaan järjeistää, kannattaa käyttää. Lean – ajattelu antaa kyseiseen toiminnan järjeistämiseen loistavia keinoja, ja vaikka sen käyttöönotto saattaa aluksi vaatia isojakin investointeja, maksaa sen käyttäminen itsensä varmasti takaisin.

Työn tekeminen tapahtui kokonaisuudessa Hämeen ammattikorkeakoululla, Valkeakoskella. Prosessia helpotti ohjauksen helppo saatavuus ja avuliat henkilökunnan jäsenet, joiden ansiosta esimerkiksi haastattelu sujui nopeassa aikataulussa ja vastauksista oli todella hyötyäkin. Opin itse Lean – ajattelusta paljon työn tekemisen aikana.

## LÄHTEET

Kouri, I. 2009. Lean taskukirja. Helsinki. Kopio-Niini.

Stevenson, W.J. 2009. Operations Management – Tenth Edition.

Tuominen, K. 2010. Lean – Tehoa ja laatua hukan vähentämiseen. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

## KYSYMYSLOMAKE

Joni Koskinen  
INTTNU06A7

### **Kysymyslomake opinnäytetyötä varten**

Olen tekemässä opinnäytetyötä Hämeen ammattikorkeakoulun Valkeakosken yksikön toimeksiantona. Aihe koskee Lean - ajattelun soveltamista A-talon laboratorio-oppimisympäristöön.

Kysymyslomakkeeseen on tarkoitus vastata vapaamuotoisesti, asiatyylillä. Kaikki vastaukset käsitellään luottamuksellisesti, eikä vastaajan henkilöllisyyttä luovuteta ulkopuolisille. Kysymyslomakkeeseen ei tarvitse laittaa nimeä.

#### **Työvälineet**

Onko työkalujen ja tarvikkeiden / osien säilytyspaikat selkeästi merkitty? Esimerkkejä?

Tehdäänkö tarvikkeista ja työkaluista säännöllisiä inventaarioita? Esimerkkejä?

Tapahtuuko opetuksessa tai projekteissa viivästyksiä puuttuvien / hukassa olevien työkalujen ja tarvikkeiden takia? Esimerkkejä?

Kuinka nopeasti mahdolliset puutteet korvataan?

Miten laboratoriossa on jaettu vastuualueet? Onko jokaiselle alueelle oma vastuuhenkilö? Jaetaanko vastuualueiden kesken tietoa, eli onko toisen mahdollista paikata poissa-olo?

#### **Työskentely**

Tekeekö jokainen oppilas itse vai toimitaanko ryhmissä / pareittain?

Mahdollistaako laitteistojen nykyinen sijoittelu sujuvan työskentelyn? ( liikkuminen, näkeminen, kuuleminen )

#### **Toiminnan kehittäminen**

Onko opetukseen tullut / suunniteltu muutoksia / uudistuksia? Millaisia?

Onko suunniteltu uusia laitehankintoja? Esimerkkejä?

Tehdäänkö selvitystyötä siitä, millaiselle osaamiselle on kysyntää?

Tehdäänkö jatkuvaa kehitystyötä ja seurataanko mahdollisten kehitysideoiden toteutumista?

#### **Työturvallisuus**

Onko kaikkiin laitteisiin tehty ohjekirjat ja ovatko ne helposti saatavilla? Ovatko ohjekirjat myös englanniksi?

Onko laitteet merkitty selkeästi ja yksiselitteisesti? Onko merkinnät tehty myös englanniksi?

Käytetäänkö laboratoriotiloissa henkilökohtaisia suojavälineitä? Mitä välineitä? Valvotaanko käyttöä?

Onko kaikissa laitteissa toimivat suojaimekanismit asennettuna? Esimerkkejä?