



# Kappaletavara-automaatiossa käytettävien opetuslaitteistojen uudistaminen

Mika Myntti

OPINNÄYTETYÖ  
Joulukuu 2019

Ylempi ammattikorkeakoulututkinto  
Automaatioteknologian koulutusohjelma

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto  
Automaatioteknologian koulutusohjelma

MYNTTI, MIKA:

Kappaletavara-automaatiossa käytettävien opetuslaitteistojen uudistaminen

Opinnäytetyö 75 sivua, joista liitteitä 20 sivua  
Joulukuu 2019

---

Tutkimuksen tavoitteena oli laatia uudistamissuunnitelma sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon tutkinnon osan kappaletavara-automaatio opetuslaitteistoille Sastamalan koulutuskuntayhtymään kuuluvassa Mäntän seudun koulutuskeskuksessa. Opetuslaitteistojen uudistamissuunnitelman tuli vastata voimassaolevan opetussuunnitelman ammattitaitovaatimukseen huomioiden 1.8.2020 voimaantulevan opetussuunnitelman ammattitaitovaatimukset ja paikallisen yrityselämän tarpeet.

Tutkimuksessa tarkasteltiin käytössä olevien opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen vastaavuutta voimassaolevaan ja tulevaan opetussuunnitelmaan (luonnosvaiheessa). Kyselytutkimuksen avulla kerättiin paikallisen yrityselämän mielipiteitä siitä, mitä kappaletavara-automaation, pneumatiikan ja hydraulikan opetuksessa tulisi painottaa heidän osaamistarpeitaan ajatellen. Tutkimuksen yhteydessä kysyttiin myös yrityselämän jatkokoulutustarpeita henkilöstölleen ja yrityksissä olevia työssäoppimiseen soveltuvia oppimisympäristöjä. Tutkimus tehtiin empiirisenä tutkimuksena hyödyntäen kvalitatiivisen tutkimuksen keinoja. Kysymysten asettelun avulla tutkimustulokset vastasivat ongelman asetteluun. Kysely toteutettiin ja tulokset analysoitiin Microsoft Forms -ohjelmistolla.

Tutkimuksen lopputuloksena saatiin opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen uudistamissuunnitelma tuleville vuosille. Uudistamissuunnitelman avulla pystytään vastaamaan voimassaolevan ja luonnosvaiheessa olevan opetussuunnitelman vaatimukseen huomioiden opetuslaitteistoille ja oppimisympäristöille asetetut turvallisuusvaatimukset ja yrityselämän asettamat painopisteet kappaletavara-automaation opetukselle. Suunnitelman mukaan hankittavien opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen tulisi olla automaatiojärjestelmäkokonaisuuksia, joiden avulla pystytään harjoittelemaan laajasti sekä yksittäisiä ammattitaitovaatimusten mukaisia työtehtäviä että työkokonaisuuksia, aloittaen valmistautumisesta asennuksiin, edeten asentamiseen ja lopulta töiden viimeistelyyn.

Asiasanat: empiirinen tutkimus, kappaletavara-automaatio, opetussuunnitelma

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Master's Degree  
Automation Technology Programme

MYNNTTI, MIKA:  
Modernization of training equipment for automation

Master's thesis 75 pages, appendices 20 pages  
December 2019

---

The aim of the study was to establish a renewal plan of the training equipment for the secondary school degree of electrical and automation engineering for the manufacturing automation at the Mänttä Regional Vocational Education Centre, a member of the Sastamala Municipal Education and Training Consortium.

The study looked at the equivalence of existing training equipment and learning environments to the current and future curriculum (in the draft phase). The survey was used to gather the opinions of the local companies from what should be emphasized on the teaching of manufacturing automation, pneumatics and hydraulics. In the context of the study, it was also asked about the learning environments for work-related learning in the local companies and needs of the further training for their own personnel. The study was conducted as an empirical research, utilizing the methods of qualitative research. The question layout allows the research results to match the problem layout. The survey was implemented by using Microsoft Forms -software. The results were also analyzed by using it.

The result of the study was the renewal plan for the training equipment and learning environments for next years. The renewal plan will be able to meet the requirements of the current curriculum and the draft curriculum, taking account the safety requirements for training equipment and learning environments, and the priorities of the local companies for the teaching of the manufacturing automation. According to the plan, the training equipment and learning environments to be acquired should be automation system entities capable of practicing widely both individual job requirements and work entities, from preparation to installation, through to installation and finalization.

---

---

Key words: empirical research, manufacturing automation, curriculum

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	TYÖN TAUSTAA .....	8
3	KAPPALETAVARA-AUTOMAATIO TUTKINNON OSA .....	11
3.1	Voimassa olevan opetussuunnitelman ammattitaitovaatimukset .	11
3.1.1	Mekaniikka-asennukset .....	12
3.1.2	Kappaletavara-laitteistojen laitteiden käyttö- ja ohjaustyöt .	12
3.1.3	Robottiikkatyöt .....	12
3.1.4	Käynnissäpito- ja kunnonvalvonta .....	13
3.1.5	Yhteinen keskeinen osaaminen .....	13
3.2	Luonnosvaiheessa olevan opetussuunnitelman ammattitaitovaatimukset .....	13
3.2.1	Valmistautuminen kappaletavara-automaatioasennuksiin ..	14
3.2.2	Kappaletavara-automaatioasennustyöt .....	15
3.2.3	Kappaletavara-automaatioasennusten viimeistely ja dokumentointi .....	15
3.3	Opetuslaitteistojen nykytilanne .....	16
3.3.1	Linjausharjoituslaitteisto .....	16
3.3.2	Kuljetinautomaatin asennus-, kytkentä- ja ohjauslaitteisto .	18
3.3.3	Kuljetinradan kytkentä- ja ohjauslaitteisto .....	19
3.3.4	Logiikan analogiatulot ja -lähdet opetuslaitteisto .....	20
3.3.5	Ethernet -yhteyden konfigurointi- ja ohjauslaitteisto .....	21
3.3.6	Juoma-automaatin vianhaku opetuslaitteisto .....	22
3.3.7	ABB:n robottisolu oppimisympäristö .....	23
3.3.8	Täydentävät harjoitustehtävät .....	24
3.4	Opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen vastaavuus nykyiseen opetussuunnitelmaan .....	26
3.5	Opetuslaitteistojen vastaavuus luonnosvaiheessa olevaan opetussuunnitelmaan .....	29
3.6	Opetuslaitteistojen kehitystarve nykyiseen opetussuunnitelmaan ja tulevan opetussuunnitelman luonnokseen nähden .....	31
3.7	Opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen vastaavuus paikallisen teollisuuden laitteistoihin .....	32
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS .....	33
4.1	Tutkimuksen tavoitteet .....	33
4.2	Kohderyhmä .....	33
4.3	Tutkimusmenetelmän valinta .....	34
4.4	Tutkimusmenetelmän taustaa .....	36

4.5	Työssä käytetty tutkimusmenetelmä .....	37
4.6	Tutkimuksen kysymysten laadinta.....	37
4.6.1	Yrityskyselyn laadinta .....	38
4.6.2	Opiskelijakyselyn laadinta .....	39
4.7	Tutkimuksen käytännön toteutus.....	39
4.8	Tulosten analysointi .....	40
4.8.1	Yrityskyselyn tulosten analysointi .....	41
4.8.2	Opiskelijakyselyn tulosten analysointi.....	44
4.9	Tulosten yhteenveto.....	47
5	TARVITTAVAT KEHITYSTOIMENPITEET .....	48
5.1	Opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen turvallisuus .....	48
5.2	Opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen ajantasaisuus .....	48
5.3	Opetuslaitteistojen uudistamistarpeet .....	48
5.3.1	Automaatiojärjestelmä .....	49
5.3.2	Alipainenostin .....	50
5.3.3	Konenäkö -kamera .....	50
5.3.4	Turvaskanneri.....	51
5.3.5	Turvalogiikka .....	51
5.3.6	Mekaniikka-asennus työpiste .....	51
5.4	Uudistamissuunnitelma .....	52
6	POHDINTA .....	53
	LÄHTEET.....	55
	LIITTEET .....	56
	Liite 1. Yrityskysely (Mika Myntti, Heikki Sarja).....	56
	Liite 2. Opiskelijakysely (Mika Myntti, Heikki Sarja). .....	61
	Liite 3. Yrityskyselyn tulokset (Mika Myntti, Heikki Sarja).....	64
	Liite 4. Opiskelijakyselyn tulokset (Mika Myntti, Heikki Sarja) .....	69
	Liite 5. Mekaniikka-asennustyöpiste. (Festo Didactic SE n.d.).....	73
	Liite 6. Uudistamissuunnitelma. ....	75

**LYHENTEET JA TERMIT**

FBD	Logiikkakaavio-ohjelmointi
IoT	Internet of Things
MSKK	Mäntän seudun koulutuskeskus
osp	Osaamispiste
SASKY	Sastamalan koulutuskuntayhtymä
VALMA	Ammatilliseen koulutukseen valmistava ja valmentava koulutus

## 1 JOHDANTO

Tämän työn tavoitteena on nykytilan analysoinnin ja tutkimuksen avulla laatia uudistamissuunnitelma sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon tutkinnon osan kappaletavara-automaatio opetuksessa käytettävälle opetuslaitteistolle Sastamalan koulutuskuntayhtymään kuuluvassa Mäntän seudun koulutuskeskuksessa.

Tutkimus toteutettiin kyselytutkimuksena lähialueen yrityksille ja koulusta jo valmistuneille opiskelijoille. Kyselyn avulla kartoitettiin yritysten ja opiskelijoiden työelämässä ja jatkokoulutuksessa kohtaamia tarpeita automaatiotekniikan opetukselle ja selvitettiin, minkälaisia työssäoppimisympäristöjä paikallisissa yrityksissä on jo olemassa. Lisäksi selvitettiin yritysten tarpeita henkilöstönsä jatkokouluttamiseen tulevaisuudessa.

Tutkimuksesta saatua palautetta verrattiin voimassaolevaan kappaletavara-automaation opetussuunnitelmaan ja tällä hetkellä käytössä oleviin opetuslaitteistoihin huomioiden työelämän tarjoamat mahdollisuudet. Tulevaisuutta silmällä pitäen tutkittiin myös luonnosvaiheessa olevaa uutta automaatioasentajan opetussuunnitelmaa, jossa kappaletavara-automaation osuus opintopisteissä kasvaa 30 osaamispisteestä 45:een.

Lopuksi laadittiin uudistamissuunnitelma siitä, miten pystytään vastaamaan lähialueen yritysten ja opetussuunnitelman tarpeisiin. Uudistamissuunnitelmaan sisällytettiin hankinnoille aikataulu.

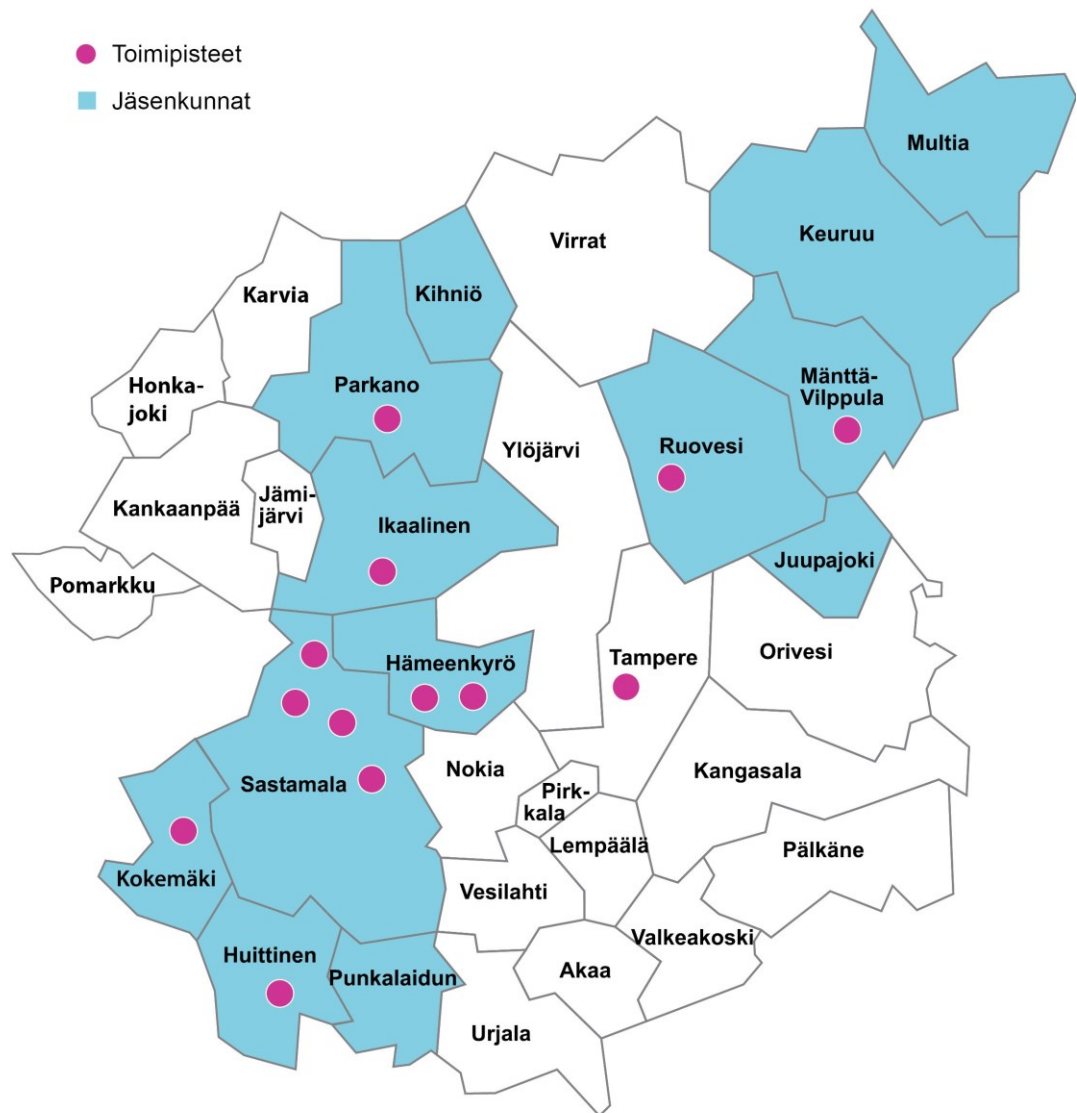
## 2 TYÖN TAUSTAA

Työn toimeksiantaja on Mäntän seudun koulutuskeskus (MSKK) ja siellä tekniikan alan Koulutuspäällikkö Saara-Leena Kytömäki. Mäntän seudun koulutuskeskus kuuluu Sastamalan koulutuskuntayhtymään (SASKY). Koulutuskuntayhtymän jäsenkuntia ovat Huittinen, Hämeenkyrö, Ikaalinen, Juupajoki, Keuruu, Kihniö, Kokemäki, Multia, Mänttä-Vilppula, Parkano, Punkalaidun, Ruovesi ja Sastamala. Koulutuskuntayhtymän tehtävänä on ylläpitää, kehittää ja järjestää toisen asteen ammatillista koulutusta sekä yleissivistävää koulutusta. (Sastamalan koulutuskuntayhtymä 2019).

Sastamalan koulutuskuntayhtymä ylläpitää yhdeksää oppilaitosta; Ammatti-instituutti lisakkia, Huittisten ammatti- ja yrittäjäopistoa, Ikaalisten kauppapilaitosta, Ikaalisten käsi- ja taideteollisuusoppilaitosta, Karkun kotitalous- ja sosiaalialan oppilaitosta, Mäntän seudun koulutuskeskusta, Tampereen palvelualan ammattiopistoa, Tyrvään käsi- ja taideteollisuusoppilaitosta ja Vammalan ammattikoulua. Yleissivistävää koulutusta se järjestää Pirkanmaan aikuislukiossa, Ruoveden lukiossa, Petäjä-opistossa (kansalaisopisto) ja Ylä-Satakunnan musiikkiopistossa. (Sastamalan koulutuskuntayhtymä 2019).

Kuvassa 1. on esitetty Sastamalan koulutuskuntayhtymän jäsenkunnat ja eri toimipisteet kartalla. Kuvasta on havaittavissa, että Mäntän seudun koulutuskeskus sijaitsee suhteellisen etäällä muista toimipisteistä ja esimerkiksi oppimisympäristöjen hyödyntäminen toimipisteiden välillä ei ole realistista.





KUVA 1. Sastamalan koulutuskuntayhtymän jäsenkunnat ja toimipisteet. (Sastamalan koulutuskuntayhtymä 2019).

Opiskelijoita Sastamalan koulutuskuntayhtymässä on 7400. Henkilöstöä vastavasti on noin 560 henkilöä ja heistä noin 70 % on opetushenkilöstöä. Koulutuskuntayhtymä järjestää myös työvoimakoulutusta, vankilaopetusta ja kokonaisvaltaista koulutusta yritys- ja elinkeinoelämälle. (Sastamalan koulutuskuntayhtymä 2019).

Mäntän seudun koulutuskeskuksessa on opiskelijoita noin 600. Sen tavoitteena on kehittää ammatillista osaamista ja työelämää, lisätä kouluttajien ja yritysten välistä yhteistyötä sekä edistää osaavan työvoiman saatavuutta ja kansainvälisiä yhteyksiä. (Sastamalan koulutuskuntayhtymä 2019).

Mäntän seudun koulutuskeskus järjestää perustutkintokoulutusta palvelualalla, terveys- ja hyvinvointialalla, tekniikan alalla ja kaupan, hallinnon ja oikeustieteiden alalla. Lisäksi järjestetään valmentavaa ja valmistavaa koulutusta (VALMA). Perustutkintokoulutuksen yhteydessä on mahdollista suorittaa yhdistelmäopintoina ylioppilastutkinto. Lukion opintoja voi myös jatkaa koko lukion oppimäärän suorittamiseen asti. (Sastamalan koulutuskuntayhtymä 2019).

Tässä työssä keskitytään Mäntän seudun koulutuskeskuksen tekniikan aloista sähkö- ja automaatioalan perustutkintoon, automaatioasentajan koulutuksen tutkinnon osaan kappaletavara-automaatio. Tavoitteena on kehittää tutkinnon osan opetusympäristöjä monipuolisemmin vastaamaan tutkinnon osan osaamisperusteisiin ja työelämän tarpeisiin nyt ja tulevaisuudessa.

### 3 KAPPALETAVARA-AUTOMAATIO TUTKINNON OSA

#### 3.1 Voimassa olevan opetussuunnitelman ammattitaitovaatimukset

Tällä hetkellä Mäntän seudun koulutuskeskuksessa noudatetaan automaatio-asetajan koulutuksessa 1.8.2018 voimaan tullutta opetussuunnitelmaa. Pakollisina tutkinnon osina ovat sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaaminen 45 osaamispistettä, sähkö- ja automaatioasennukset 30 osaamispistettä ja kappaletavara-automaatio 30 osaamispistettä. Opinnot etenevät edellä mainitussa järjestyksessä, jolloin sähkötekniikan teoria, mittaaminen ja kytkeminen tulee osata ennen kappaletavara-automaatio opintojaksoa.

Kulloinkin voimassa oleva opetussuunnitelma ohjaa ammatillista koulutusta tiukasti. Kaikki siinä mainitut asiat tulee opettaa opiskelijoille. Opiskelijoiden osaaminen todennetaan ammatillisissa näytöissä, joiden tulee yksistään tai yhdessä vastata opetussuunnitelman ammattitaitovaatimuksiin. Toisin sanoen, opiskelijalta otettavan näytön tulee sisältää kaikkia opetussuunnitelmassa mainittuja työtehtäviä. Mikäli yksittäiseen näyttöön ei kaikkia työtehtäviä saada sisällytettyä, tulee näyttöä täydentää erillisin osanäytöin. (Opetushallitus 2018,1-2).

Pääasiallinen näyttöympäristö on työelämässä työssäoppimisen yhteydessä tai erikseen sovittuna ajankohtana. Opiskelijan tulee itse hankkia työelämästä soveltuva ammatillisen osaamisen näyttö, jonka kyseisen opintojakson opettaja hyväksyy näyttötehtäväksi. Näytön arviointi tapahtuu yhdessä työpaikkaohjaajan kanssa ja sen arviointiasteikko on nykyisessä opetussuunnitelmassa 1 – 5. Toissijaisesti näyttö voidaan järjestää myös oppilaitosympäristössä tai sitä voidaan täydentää siellä. Oppilaitosympäristössäkin näytön arvioijina toimivat opettaja ja työelämän edustaja. Toissijaisesti näytön toisena arvioijana voi toimia toinen opettaja. (Opetushallitus 2018, 2-3,5-7).

Nykyinen kappaletavara-automaatio tutkinnon osa voidaan jakaa seuraavasti neljään osa-alueeseen:

1. Mekaniikka-asennukset

2. Kappaletavaralaitteistojen laitteiden käyttö- ja ohjaustyöt
3. Robotiikkatyöt
4. Käynnissäpito- ja kunnonvalvonta. (Opetushallitus 2017).

### **3.1.1 Mekaniikka-asennukset**

Mekaniikka-asennuksissa keskitytään kuljetinratojen, nostimien, pakkauskoneiden, lavaajien ja muiden mekaanisten laitteiden toimintaperiaatteen ja rakenteen oppimiseen, yksinkertaisiin kokoamis- ja muutostöihin sekä laitteissa ilmevien vikojen paikallistamiseen. Lisäksi tavoitteena on oppia kuljetinratojen anturien asennuksia ja rakenteiden linjauksia. Yhtenä tavoitteena on myös tuntea mekaanisten, hydraulisten, pneumaattisten ja sähkömekaanisten lineaari- ja ympyrä ratojen mekaaninen rakenne ja toteuttamisperiaatteet. (Opetushallitus 2017).

### **3.1.2 Kappaletavara-laitteistojen laitteiden käyttö- ja ohjaustyöt**

Kappaletavaralaitteistojen laitteiden käyttö- ja ohjaustöissä opetellaan tuntemaan ohjaus- ja tiedonsiirtojärjestelmien hierarkia ja toteuttamisperiaatteet sekä tekemään yksinkertaisia logiikkaohjelmia automaatiojärjestelmien ohjaamiseen ja tiedonkeruuseen. Ammattitaitovaatimukseen sisältyy myös erilaisten viestien käsittelyn osaaminen, servo- ja askelmoottoriohjauksen periaatteen ja käytön ja ohjauksen kannalta keskeisten mittauksien toteutusperiaatteen tunteminen ja näiden yksinkertaiset säätö- ja huoltotyöt. (Opetushallitus 2017).

### **3.1.3 Robotiikkatyöt**

Robotiikkatöissä opiskelijan tulee oppia tuntemaan yleisimpien robottimallien rakenne ja liikeavaruus, ohjelmointiperiaatteet ja osata tehdä yksinkertaisia robottien ohjelmointitöitä. Lisäksi opiskelijan tulee osata kytkeä robottiin liittyviä automaatiolaitteita, osata liittää ne osaksi robotin toimintaa ja huomioida työssään

automaattisen toimintaympäristön vaatimat suojaukset ja suojarakenteet. (Opetushallitus 2017).

### **3.1.4 Käynnissäpito- ja kunnonvalvonta**

Käynnissäpito- ja kunnonvalvonta osassa opiskelija opettelee teollisessa kunnossapidossa käytettävät toiminnot, tiedonhallinnan ja kunnonvalvonnan. Hänen tulee tietää ennakoivan huollon merkitys ja osata suorittaa erilaisia huolto-toimenpiteitä kuten voitelua. Hänen tulee osata mittauksien, merkkivalojen ja ohjelmallisten työkalujen avulla tehdä vianetsintää automaatiojärjestelmän mitta- ja ohjaussovelluksissa. Lisäksi hänen tulee osata analysoida kunnonvalvonnan mittauksista saatuja tietoja kuten liike, nopeus, kiihtyvyys, lämpötila ja värinä. (Opetushallitus 2017).

### **3.1.5 Yhteinen keskeinen osaaminen**

Kaikissa neljässä osassa hänen tulee osata toimia ympäristötietoisesti, materiaali- ja energiatehokkaasti. (Opetushallitus 2017).

Yhteisen keskeisen osaamisen ammattitaitovaatimukset tähtäävät siihen, että opiskelija tuntee kestävä kehityksen periaatteet ja osaa toimia niiden mukaisesti nyt ja tulevaisuudessa.

## **3.2 Luonnosvaiheessa olevan opetussuunnitelman ammattitaitovaatimukset**

Opetushallitus on valmistellut luonnoksen uudesta sähkö- ja automaatioalan perustutkinnosta, jossa tutkinnon rakenne muuttuu huomattavasti aiemmasta. Uusi perustutkinnon luonnos oli lausuntokierroksella, joka päättyi 6.9.2019. Luonnoksen on ennakkotietojen mukaan tarkoitus tulla voimaan 1.8.2020. (Lausuntopalvelu 2019).

Opetussuunnitelman luonnoksessa kappaletavara-automaation osuus sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnossa kasvaa 45 osaamispisteeseen, koko tutkinnon ammatillisten aineiden osuuden pysyessä 145 osaamispisteessä. Toisaalta ammattitaitovaatimukset jaetaan ainoastaan kolmeen osa-alueeseen aiemman neljän osan asemesta:

1. Valmistautuminen kappaletavara-automaatioasennuksiin
2. Kappaletavara-automaatioasennustyöt
3. Kappaletavara-automaatioasennusten viimeistely ja dokumentointi. (Opetushallitus 2019, 7).

Esimerkiksi robotiikka, joka on aiemmin sisällynyt kappaletavara-automaatioon, ei ole enää omana osanaan ammattitaitovaatimuksissa. Toisaalta luonnos ei ota yksityiskohtaisesti kantaa opetettaviin asioihin. Edellä mainittua voidaan pitää hyvänä asiana, koska ammatillisessa koulutuksessa pyritään järjestämään näytöt työelämäympäristöissä. Riittävän laajojen näyttötöiden löytäminen on haastavaa, mikäli opetussuunnitelma on hyvinkin yksityiskohtainen.

### **3.2.1 Valmistautuminen kappaletavara-automaatioasennuksiin**

Valmistautuminen kappaletavara-automaatioasennuksiin osa-alueen ammattitaitovaatimuksina on osata kappaletavara-automaatioasennuksissa käytettävien dokumenttien, ohjeiden ja suunnitelmien noudattaminen sekä niiden pohjalta automaatiojärjestelmän laitteiden ja komponenttien toiminnan tulkitseminen. (Opetushallitus 2019, 7).

Toisena ammattitaitovaatimuksena on osata varmistaa kappaletavara-automaatioasennuksissa tarvittavat työvälineet, suojaimet ja materiaalit sekä niiden kunto. (Opetushallitus 2019, 7).

Kolmantena selkeänä ammattitaitovaatimuksena on osata arvioida kappaletavara-automaatioasennuksiin ja asennusympäristöihin liittyvät riskit ja edelleen suunnitella asennukset niin, ettei oma tai muiden turvallisuus vaarannu tai muu ympäristö vahingoitu. (Opetushallitus 2019, 7).

### **3.2.2 Kappaletavara-automaatioasennustyöt**

Kappaletavara-automaatioasennustyöt osa-alueen ammattitaitovaatimuksissa painottuu itse asennustöiden suorittaminen. Opiskelijan tulee osata käyttää turvallisesti ohjeiden mukaisia suojaimia, työvälineitä, materiaaleja ja työmenetelmiä. Opiskelijan tulee osata tehdä asennukset voimassa olevien säädösten, standardien, valmistajan ohjeiden ja asiakasympäristön vaatimusten mukaan. (Opetushallitus 2019, 7).

Toisena ammattitaitovaatimuksena on osata asentaa, käyttöönottaa ja virittää tarvittavat anturit, tunnistusjärjestelmät ja toimilaitteet. Edellisiin ammattitaitovaatimukseen liittyen tulee osata logiikan asentaminen ja käyttöönotto vaadituilla tulo- ja lähtö-liitännöillä. (Opetushallitus 2019, 7).

Kolmantena ammattitaitovaatimuksena on osata ohjelmoida ja tehdä muutoksia FBD- ja sekvenssiohjelmointikielellä yksinkertaisiin kappaletavaraprosesseihin. Ammattitaitovaatimuksena on osata tehdä operointipaneelisiin tai vastaaviin valvomolaitteisiin operointinäyttöjen pieniä lisäyksiä ja muutoksia. Edelleen ammattitaitovaatimuksena on osata asentaa kappaletavara-automaatioon liittyvät kenttä- ja toimilaitteet sekä tehdä kenttäväyläasennuksia. (Opetushallitus 2019, 7).

Neljäntenä ammattitaitovaatimuksena on kappaletavara-automaatioasennuksiin liittyvien huolto- ja kunnossapitotöiden osaaminen ja osata paikantaa ja korjata näissä järjestelmissä esiintyviä vikoja. (Opetushallitus 2019, 7).

Yhteisenä ammattitaitovaatimuksena kaikille osa-alueille on osata tehdä yhteistyötä muiden työalueella toimivien henkilöiden kanssa. (Opetushallitus 2019, 7).

### **3.2.3 Kappaletavara-automaatioasennusten viimeistely ja dokumentointi**

Kappaletavara-automaatioasennusten viimeistely ja dokumentointi osa-alueen keskeisenä ammattitaitovaatimuksena on osata huolehtia asennusympäristön

viimeistelystä ja siisteydestä ja osata tehdä tarvittavat muutokset dokumentteihin. Lisäksi opiskelija tulee osata varmistaa, että asennettu kappaletavara-automaatiojärjestelmä toimii turvallisesti ja on asennettu työlle asetettujen vaatimusten mukaisesti. Opiskelijan tulee osata opastaa asiakasta järjestelmän käytössä. (Opetushallitus 2019, 7-8).

### **3.3 Opetuslaitteistojen nykytilanne**

Nykyisin Mäntän seudun koulutuskeskuksessa on käytössä seitsemän erilaista opetuslaitteistoa tai oppimisympäristöä kappaletavara-automaation opetukseen. Näitä ovat:

1. Linjausharjoituslaitteisto
2. Kuljetinautomaatin asennus-, kytkentä- ja ohjauslaitteisto
3. Kuljetinradan kytkentä- ja ohjauslaitteisto
4. Logiikan analogiatulot ja -lähdöt opetuslaitteisto
5. Ethernet-yhteyden konfigurointi- ja ohjauslaitteisto
6. Juoma-automaatin vianhaku opetuslaitteisto
7. ABB robottisolun oppimisympäristö

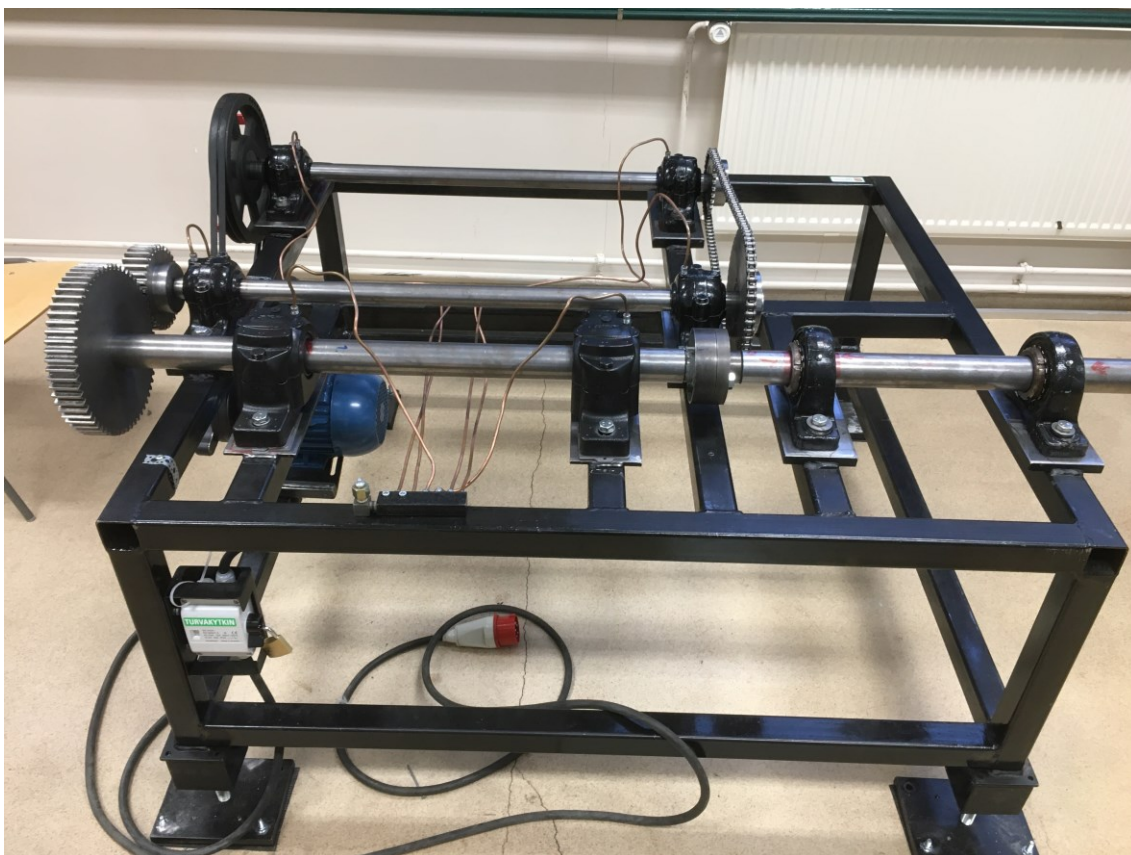
Kunkin opetuslaitteiston tai oppimisympäristön avulla voidaan tehdä useita eri harjoitustöitä, edeten yksinkertaisemmista töistä vaativampiin. Opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen suoritusjärjestys voidaan vapaasti valita eli ne eivät ole sidoksissa toisiinsa. Tyypillisesti harjoitustöitä tehdään kahden hengen ryhmässä.

#### **3.3.1 Linjausharjoituslaitteisto**

Linjausharjoituslaitteistolla pyritään oppimaan erilaisten käyttöjen linjausta, kiristystä sekä näihin töihin liittyvien erikoistyövälineiden käyttöä. Kuvassa 2. on esitettyinä linjausharjoituslaitteisto ilman suojalaitteita. Linjauslaitteistoon liittyvien harjoitustöiden avulla on tarkoitus oppia hihna-, ketju- ja hammaspyöräkäyttöjen



linjaaminen laserlinjaimen avulla. Harjoitustöihin sisältyy hihnan ja ketjun kiristäminen oikeaan tiukkuuteen ja hammaspyörävälityksen säätö. Harjoitustyön yhteydessä opetellaan välilytkimen linjauslaitteen käyttö ja välilytkimen linjaus. Koska linjauspenkissä eri käytöt liittyvät akselien välityksellä toisiinsa, on harjoitustyössä opittava myös päättämään työn oikea suoritusjärjestys hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Eri käyttöjen sallitut poikkeamat linjauksissa ja oikeat kiristystiukkuudet on selvitettävä kirjallisuuden ja laskennan avulla. Osana harjoitustyötä lasketaan penkissä viimeisenä olevan akselin pyörimisnopeus. Lopuksi akselin nopeus mitataan mittalaitteen avulla.

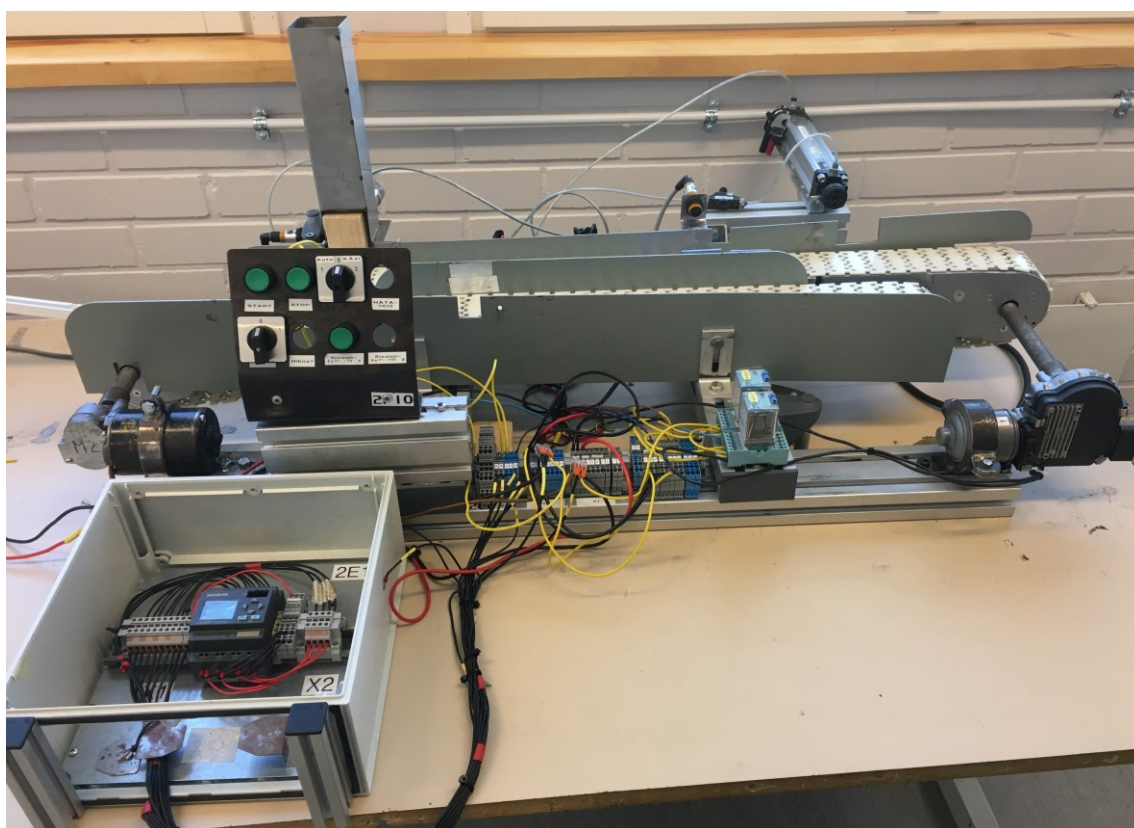


KUVA 2. Linjausharjoituslaitteisto ilman suojalaitteita.

Harjoitustyön avulla pyritään vastaamaan mekaniikka-asennukset osa-alueen ammattitaitovaatimuksiin. Harjoitustyö vastaa voimassa olevan opetussuunnitelman ammattitaitovaatimuksiin vain osittain, mutta kehittää näissä töissä vaadittavaa loogista päättelykykyä ja ongelman ratkaisutaitoa.

### 3.3.2 Kuljetinautomaatin asennus-, kytkentä- ja ohjauslaitteisto

Kuljetinautomaation asennus-, kytkentä- ja ohjauslaitteistolla opetellaan anturien mekaanista asennusta ja kytkentää sekä toteuttamaan yksinkertainen automaatiojärjestelmä. Harjoitustyössä opetellaan pneumatiikkakäyttöisten paineilmasylinterien kytkentä ja ohjaus venttiilien avulla. Kokonaisuutena harjoitustyössä toteutetaan automaatiojärjestelmä, jossa paineilmasylinteri syöttää kahden korkeita palikoita, joista matalat ohjataan ensimmäisellä kuljettimella edestä katsottuna oikealle kuljettimen päässä olevaan säiliöön ja korkeat palikat toinen paineilmasylinteri syöttää kuljettimelle kaksi ja edelleen edestä katsottuna vasemmalle säiliöön. Kuljettimien moottorien ohjaukseen käytetään 12 voltin ja logiikan tulo- ja lähtö -puolella 24 voltin käyttöjännitettä. Harjoitustyössä voidaan opetella myös erilaisten käyntitietojen toteutus (käy, seis, laskuritoiminnot) ja häiriöilmoitusten toteutus logiikkaohjelman ja kytkentöjen avulla. Lisäksi harjoitustyöhön voidaan lisätä paineilmasylinterien ja kuljettimien käsikäyttö mahdollisuus. Laitteisto on esitettyä kuvassa 3.

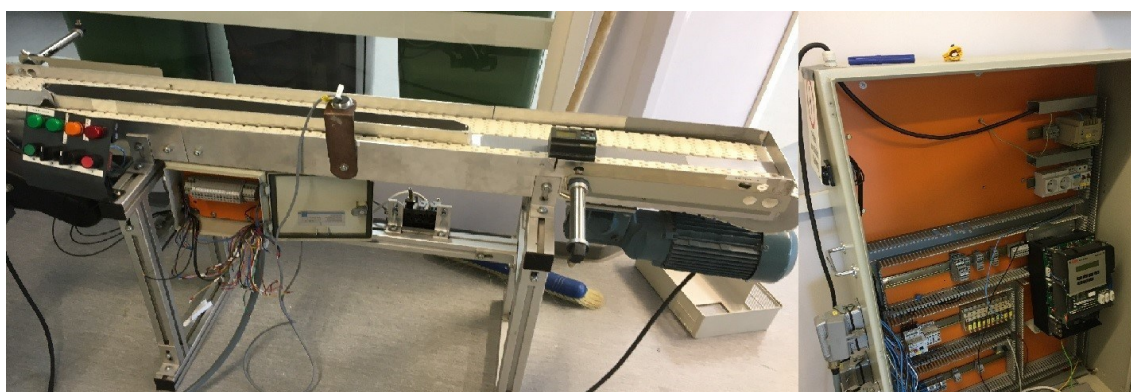


KUVA 3. Kuljetinautomaatin asennus-, kytkentä- ja ohjauslaitteisto

Harjoitustyö on monipuolinen ja siinä on osattava kytkentäkaavion laatiminen annetun tehtävänannon pohjalta, logiikkaohjelman tekeminen, pneumatiikkasyylinterien ja venttiilien asentaminen ja kytkeminen, antureiden asentaminen ja kytkeminen, releiden kytkeminen ja kahdella eri käyttöjännitteellä toimivan kokonaisuuden toteuttaminen. Harjoitustyö vastaa mekaniikka-asennukset ja kappaleta-vara-automaation käyttö- ja ohjaustöiden ammattitaitovaatimuksiin laajasti, muttei kuitenkaan tyhjentävästi. (Opetushallitus 2017).

### 3.3.3 Kuljetinradan kytkentä- ja ohjauslaitteisto

Kuljetinradan kytkentä- ja ohjauslaitteistolla on tarkoituksena harjoitella kappaleen kuljettamista kahden kuljettimen ja paineilmasylinterin avulla. Kappale tulee saada pyörimään ympyrärataa kuljettimien avulla. Harjoitustyössä voidaan opetella erilaisten käyttötietojen toteutus (käy, seis, laskuritoiminnot) ja häiriöilmoitusten toteutus logiikkaohjelman ja kytkentöjen avulla. Lisäksi harjoitustyöhön voidaan lisätä paineilmasylinterien ja kuljettimien käsikäyttö mahdollisuus. Kuljettimet toimivat 230 voltin käyttöjännitteellä ja niitä ohjataan taajuusmuuttajan avulla. Ohjauskaapissa on oma 24 voltin virtalähde logiikan ja sen tulojen ja lähtöjen käyttöön. Laitteisto on esitettyä kuvassa 4.



KUVA 4. Kuljetinradan kytkentä- ja ohjauslaitteisto.

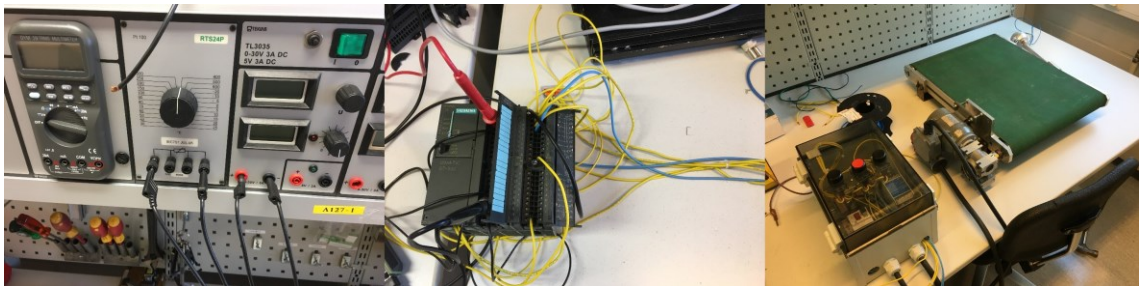
Harjoitustyö on monipuolinen ja siinä on osattava kytkentäkaavion laatiminen annetun tehtävänannon pohjalta, logiikkaohjelman tekeminen, pneumatiikkasyylinterien ja venttiilien asentaminen, antureiden asentaminen ja kytkeminen, taajuusmuuttajan kytkeminen. Harjoitustyössä tehtävä johdotusten selvittäminen vastaa



haastavuudeltaan monia teollisuuden käyttöönottotehtäviä. Kokonaisuudessaan harjoitustyö vastaa mekaniikka-asennukset ja kappaletavara-automaation käyttö- ja ohjaustöiden ammattitaitovaatimukseen laajasti, muttei kuitenkaan tyhjentävästi. (Opetushallitus 2017).

### 3.3.4 Logiikan analogiatulot ja -lähdöt opetuslaitteisto

Logiikan analogiatulot ja -lähdöt opetuslaitteisto keskittyy teollisuudessa yleisesti käytetyn Siemens S7 -logiikan ohjelmointiin ja kytkemiseen. Harjoitustyössä on tavoitteena oppia analogitulojen ja -lähtöjen kytkeminen ja käsittely logiikkaohjelman avulla. Tehtävänantona on sähkötyöpöydästä (kuvassa vasemmalla) löytyvän PT-100 anturisimulaattorin avulla ohjata oikealla kuvassa 5. näkyvä kuljetin käynnistymään, kun tietty lämpötila on saavutettu. Kuljettimen ohjauskaapissa on käyntiin - ja seis -painikkeet, jotka kytketään logiikan digitaalituloihin.



KUVA 5. Logiikan analogiatulot ja -lähdöt.

Harjoitustyö vastaa hyvin kappaletavara-automaation käyttö- ja ohjaustyöt ammattitaitovaatimusten kohtaan, jossa opiskelijan tulee osata logiikkaa hyväksi käyttäen käsitellä erilaisia viestejä, kuten analogisia tulo- ja lähtöviestejä. Harjoitustyössä opitaan myös ohjelmointia ja tiedonsiirtoa todellisella teollisuudessa käytettävällä logiikalla Siemens S7. (Opetushallitus 2017).

### 3.3.5 Ethernet -yhteyden konfigurointi- ja ohjauslaitteisto

Ethernet -yhteyden konfigurointi ja ohjaus harjoitustyössä opetellaan konfiguroimaan kahden logiikan välinen Ethernet -yhteys (Siemens S7-1200 ja Siemens Logo). Logiikoille tehdään tarvittavat asetukset yhteyden luontia varten. Seuraavassa vaiheessa harjoitellaan tiedonsiirtoa logiikoiden välillä. Käytännössä Siemens S7-1200 logiikan tulo -tietoa käytetään Siemens Logon ohjelmassa syyttämään lampua ja vastaavasti Siemens Logon tulo -tiedoilla käynnistetään Siemens S7-1200 logiikan ohjaamana kuljetin. Laitteisto on esitettyä kuvassa 6.

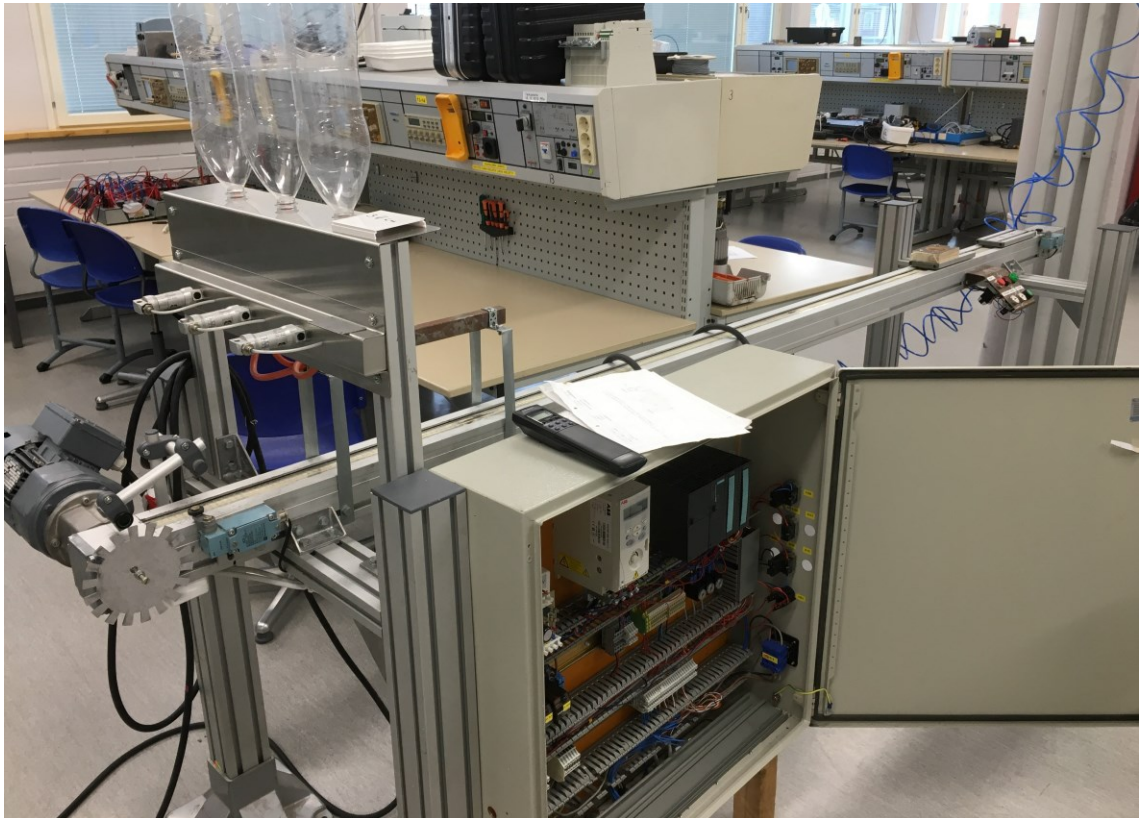


KUVA 6. Ethernet yhteyden konfigurointi- ja ohjauslaitteisto.

Harjoitustyön avulla opiskelija perehtyy Ethernet-yhteyden konfigurointiin ja tiedonsiirtoon verkon välityksellä. Tällainen ratkaisu vastaa todellista teollisuuden verkon yli tiedonsiirtotilannetta. Harjoitustyössä korostuu myös logiikan käyttöön-otto ja konfigurointi. Edellisten lisäksi harjoitustyössä laaditaan ohjelma molemmille logiikoille. Harjoitustyö on vaativa ja oman kokemukseni mukaan vastaa teollisuuden tämän hetkisiin osaamistarpeisiin hyvin. Opetussuunnitelmassa harjoitus vastaa käyttö- ja ohjaustöiden kohtaan laajasti (Opetushallitus 2017).

### 3.3.6 Juoma-automaatin vianhaku opetuslaitteisto

Juoma-automaation vianhaku opetuslaitteistolla harjoitellaan teollisuuden töissä esiintyvää vianhakua. Harjoitustyössä on tavoitteena löytää viallinen komponentti laitteistosta monitoroimalla online-tilassa Siemens S7 -ohjelmointityökalulla laitteiston tilaa. Kuvassa 7. esitettynä Juoma-automaatin vianhaku opetuslaitteisto.



KUVA 7. Juoma-automaatin vianhaku opetuslaitteisto.

Tämän harjoitustyön tavoitteena on vastata ammattitaitovaatimusten käynnissäpito ja kunnonvalvonta osion kohtaan, jossa opiskelijan tulee osata mittauksien, merkkivalojen ja ohjelmallisten työkalujen avulla suorittaa vianetsintää automaatiojärjestelmässä. Harjoitustyö vastaa tähän ammattitaitovaatimukseen hyvin. Teollisuudessa laitteistokokonaisuudet ovat laajempia ja niitä ohjataan yleensä erillisillä logiikoilla ja pelkästään vika-alueen paikallistaminen automaatiojärjestelmäkokonaisuudesta on paljon haastavampaa. (Opetushallitus 2017).

### 3.3.7 ABB:n robottisolu oppimisympäristö

ABB:n robottisolua kääntöpöytineen voidaan kutsua oppimisympäristöksi. Tässä oppimisympäristössä voidaan harjoitella kappaleen käsittelyä ja hitsausta robotin avulla. Kappaleen käsittelyä voidaan aluksi harjoitella käsiajona ja samoin opetella automaatiolaitteiden (tartuntapää ja hitsauspistooli) liittämistä robottiin. Seuraavassa vaiheessa robotilla opetellaan yksinkertaisten ohjelmien laatimista kappaleenkäsittelyyn. Käytettävissä on myös ulkoinen sorvin pakkaa simuloiva ulkoinen tarttuja, johon kappaleita viedään kappaleiden säilytykseen tarkoitetulta pöydältä. Kuvassa 8. on kuva ABB:n robottisolusta. Kuvassa oikealla näkyy ulkoinen tarttuja ja kappaleiden säilytyspöytä.

Toisena kokonaisuutena harjoitellaan hitsaamisen automatisointia robotin avulla. Robotin ja kääntöpöydän (kuvassa vasemmalla) yhteiskäyttöä harjoitellaan aluksi asettamalla hitsauspöydälle teipattu pahvilaatikko ja hitsauspistoolin kärjellä kierretään laatikon reuna huomioiden pistoolin oikea asento ja etäisyys kappaleesta. Myös pöydän kääntöä harjoitellaan siten, että hitsauspistooli pidetään paikallaan ja pöytä kääntyy asteittain liikuttaen samalla siihen kiinnitettyä kappaletta. Seuraavassa vaiheessa toistetaan samat harjoitustyöt oikeilla hitsattavilla kappaleilla. Erilaisia ohjelmointiharjoitustöitä kappaleenkäsittelyineen ja hitsaustehtävineen voidaan tässä oppimisympäristössä toteuttaa lähes rajattomasti.



KUVA 8. ABB:n robottisolu oppimisympäristö.

Oppimisympäristö harjoitustöineen vastaa hyvin kappaletavara-automaation robotiikkatyöt osuuteen. Harjoitustöissä korostuu robotin käyttöönotto, käsiajo ja ohjelmien laatiminen online-tilassa. (Opetushallitus 2017).

Robotin offline-tilan ohjelmointiin on koulullamme olemassa RobotStudio -ohjelmisto ja siihen useampia lisenssejä. Nyt tehtävissä harjoitustöissä ei sen käyttöä opetella eikä sitä suoraan opetussuunnitelmassa vaaditakaan (Opetushallitus 2017).

### **3.3.8 Täydentävät harjoitustehtävät**

Aiemmin kerrottujen opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen harjoitustöiden lisäksi on olemassa sekä kirjallisia että käytännön harjoitustehtäviä yksittäisten komponenttien tai laitteiden tutkimiseen. Seuraavassa listattuna näihin liittyvät harjoitustehtävät:

1. Imukuppikuljettimen suunnittelu
2. Pulssianturi harjoitus
3. Valokennoanturi harjoitus
4. Servomoottori harjoitus
5. Askelmoottori harjoitus

Imukuppikuljettimen suunnittelu harjoitustehtävässä opetellaan valitsemaan tietynlaisten kappaleiden käsittelyyn oikeanlainen imukuppi tai imukupit, tarvittava alipainepumppu tai ejektoriperiaatteella toimiva alipaineen tuotin ja muut komponentit. Tehtävänannossa korostetaan nostimen turvallisuutta ja pyydetään huomioimaan, että laitteiston tulee automaattisesti varmistaa, että ennen nostoa on saavutettu riittävä paine.

Harjoitustehtävällä pyritään vastaamaan mekaniikka-asennusten nostimien toimintaperiaatteen ja mekaanisen rakenteen ammattitaitovaatimuksiin (Opetushallitus 2017).



Täydentävinä harjoitustehtävinä on pulssianturin tutkiminen. Harjoitustehtävässä opetellaan pulssianturin kytkentä ja anturin pulssi tuodaan oskilloskoopin näytölle. Harjoitustehtävään liittyen on kysymyksiä pulssianturin toimintaperiaatteen liittyen.

Harjoitustehtävällä pyritään oppimaan kappaletavara-automaation mittauksissa yleisesti käytetyn pulssianturin toimintaa. Anturin kytkeminen ja siitä saatava tieto tulee harjoitustehtävässä hyvin esille.

Valokennoanturi harjoitustehtävässä tutkitaan muutamaa erilaista valokennoanturia, niiden kytkentää ja toimintaa. Harjoitustehtävässä on kysymyksiä anturien toimintaperiaatteeseen liittyen.

Harjoitustehtävän avulla pyritään oppimaan kappaletavara-automaatiossa yleisesti käytettyjen valokennoanturien toimintaa, kytkentää ja suuntaamista.

Servomoottori ja askelmoottoriharjoitustehtävät toteutetaan Arduino -elektronikkasetillä. Harjoitustehtävät suoritetaan elektronikkasetin ohjeilla ja siinä on sekä askel- että servomoottorin toimintaperiaatteen liittyviä kysymyksiä.

Harjoitustehtävä avulla pyritään oppimaan askel- ja servomoottoriohjauksen periaatteet.

Kappaletavara-automaatiota edeltävällä opintojaksolla sähkö- ja automaatioasennukset opetellaan induktiivisen ja kapasitiivisen anturin toimintaa erillisellä anturilaitteistolla. Lisäksi tehdään yksinkertaisia kytkentä- ja ohjelmointitöitä kahdella eri opetuslaitteistolla. Harjoitustyöt menevät osin päällekkäin kappaletavara-automaatio -opintojakson asioiden kanssa. Sähkö- ja automaatioasennukset opintojaksolla käytettävät opetuslaitteistot ovat:

1. Liikennevalot opetuslaitteisto
2. Hirvenammuntataulu opetuslaitteisto

Liikennevalojen ohjaus -harjoitustyö painottuu logiikan kytkemiseen ja yksinkertaisen ohjelman tekoon. Harjoitustyössä kytketään yksi digitaalinen tulo ja kolme digitaalista lähtöä kullekin liikennevalojen värille (vihreä, keltainen ja punainen).

Harjoitustyössä opetellaan yksinkertaisen logiikkaohjelman laatimista ja logiikan digitaalisten tulojen ja lähtöjen kytkentää.

Hirvenammuntataulu -harjoitustyössä toteutetaan hirvenammuntataulu, jossa antureiden avulla taulun kuljetinmoottori vaihtaa liikesuuntaa. Ohjelmaan voidaan tehdä erilaisia laskureita ja lisätä esimerkiksi kytkimiä, joilla laitteiston saadaan käynnistettyä ja pysäytettyä.

Harjoitustyö vastaa suurelta osin kappaletavara-automaation harjoitustöitä tarvittavine anturiasennuksineen ja kytkentöineen. Myös logiikkaohjelmaan voidaan tehdä erilaisia muutoksia ja lisätä tarvittaessa myös kytkimiä ja antureita monipuolisempien ohjauksien toteuttamiseksi.

Kokonaisuudessaan kappaletavara-automaatiota täydentävät harjoitustehtävät ja sähkö- ja automaatioasennukset -opintojaksolla käytettävät opetuslaitteistot harjoitustöineen tukevat hyvin valmistautumista kappaletavara-automaatioasennuksiin ja lisäävät opiskelijan tietoisuutta kappaletavara-automaatiolle tyypillisistä komponenteista ja laitteistoista.

### **3.4 Opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen vastaavuus nykyiseen opetussuunnitelmaan**

Edellisissä kappaleissa 3.3.1 – 3.3.8 on käyty seikkaperäisesti lävitse nykyiset opetuslaitteistot ja oppimisympäristöt harjoitustöineen ja niitä täydentävät harjoitustehtävät. Niillä on pyritty vastaamaan mahdollisimman laaja-alaisesti nykyisin käytössä olevan opetussuunnitelman ammattitaitovaatimukseen (Opetushallitus 2017).

Ammatillisessa koulutuksessa on tärkeää, että kaikkia ammattitaitovaatimusten mukaisia työtehtäviä pystytään harjoittelemaan käytännössä laaja-alaisesti oppilaitosympäristössä tai työssäoppimisen yhteydessä työpaikalla. Mäntän seudun koulutuskeskuksen oppilaat sijoittuvat työssä oppimaan pääasiassa 50 kilometrin säteelle Mäntästä. Työssäoppimispaikkoja on saatavilla rajoitetusti ja niissä tehtävissä töissä on kokemukseni mukaan pääpaino sähkötöiden tekemisessä. Edellä kerrotun takia olisikin tärkeää, että oppilaitoksen opetusympäristöissä pystyttäisiin harjoittelemaan mahdollisimman monipuolisesti ammattitaitovaatimusten edellyttämiä töitä ja näin opiskelijoiden yhdenvertaisuus toteutuisi.

Taulukossa 1. on pystyakselilla 1.8.2018 voimaantulleen opetussuunnitelman eri ammattitaitovaatimukset ja vaaka-akselilla eri opetuslaitteistot ja oppimisympäristöt sekä niissä tehtävien harjoitustöiden että täydentävien harjoitustehtävien vastaavuus kyseiseen ammattitaitovaatimukseen. (Opetushallitus 2017).

Taulukko 1. Harjoitustöiden ja -tehtävien vastaavuus voimassaolevaan opetussuunnitelmaan (Opetushallitus 2017).

Kappaletavara-automaatio 30 osp osaamisvaatimukset	Linjauharjoituslaitteisto	Kuljetinautomaatin asennus-, kytkentä- ja ohjauslaitteisto	Kuljetinradan kytkentä- ja ohjauslaitteisto	Logiikan analogiatulot ja -lähdet opetuslaitteisto	Ethernet -yhteyden konfigurointi- ja ohjauslaitteisto	Juoma-automaatin vianhaku opetuslaitteisto	ABB robotisolu oppimisympäristö	Imukuppi-kuljettimen suunnittelu	Pulssianturi harjoitus	Valokennoanturi harjoitus	Servomoottori harjoitus	Askelmoottori harjoitus
<b>Mekaniikka-asennukset</b>												
* Tuntee kappaletavara-automaatiossa käytettävien kuljetinratojen, nostimien, pakkaus koneiden, lavaajien ja muiden mekaanisten laitteiden rakenteen.								x				
* Osaa tehdä yksinkertaisia mekaanisia kokoamis- ja muutostöitä.		x										
* Osaa paikallistaa mekaanisissa laitteissa ilmeneviä vikoja.	x					x						
* Osaa tehdä kuljetinratoihin liittyvien anturien asennuksia ja rakenteisiin liittyviä linjauksia.	x	x	x			x			x	x		
* Tuntee kappaletavara-automaatiossa käytettävien mekaanisten, pneumaattisten, hydraulisten ja sähkömekaanisten ympyrä- ja lineaariliikeratojen toteuttamisperiaatteet sekä niiden mekaanisen rakenteen periaatteen.		x	x			x		x				
<b>Käyttö- ja ohjaustyöt</b>												
* Tuntee ohjauksen ja tiedonsiirtojärjestelmien hierarkian ja toteutusperiaatteet.					x							
* Osaa tehdä yksinkertaisia ohjelmia ohjelmoitavalle logikalle järjestelmien ohjaukseen ja tiedonkeruuseen.		x	x	x	x							

Kappaletavara-automaatio 30 osp osaamisvaatimukset	Linjauharjoituslaitteisto	Kuljetinautomaatin asennus-, kytkentä- ja ohjauslaitteisto	Kuljetinradan kytkentä- ja ohjauslaitteisto	Logiikan analogiatulot ja -lähdöt opetuslaitteisto	Ethernet -yhteyden konfigurointi- ja ohjauslaitteisto	Juoma-automaatin vianhaku opetuslaitteisto	ABB robottisolu oppimisympäristö	Imukuppi kuljettimen suunnittelu	Pulssianturi harjoitus	Valokennoanturi harjoitus	Servomoottori harjoitus	Askelmoottori harjoitus
* Osaa logiikkaa hyväksi käyttäen käsitellä erilaisia viestejä, esimerkiksi analogisia tulo- ja lähtöviestejä.		x	x	x	x							
* Osaa servo- ja askelmoottoriohjauksen periaatteen.											x	x
* Osaa käytön ja ohjauksen kannalta keskeisimpien mittausten toteutusperiaatteen ja näiden yksinkertaiset säätö- ja huoltotyöt				x		x						
<b>Robottiakatytöt</b>												
* Tuntee yleisimpien robottimallien rakenteen ja liikevaruuden.							x					
* Tietää robottien ohjelmointiperiaatteet ja osaa tehdä yksinkertaisia robotin ohjelmointitöitä.							x					
* Osaa kytkeä robottiin liittyviä automaatiolaitteita ja osaa liittää ohjelmallisesti ne robotin toimintaan.							x					
* Osaa ottaa huomioon työssään automaattisen toimintaympäristön vaatimat suojaukset ja suojarakenteet.							x					
<b>Käynnissäpito- ja kunnonvalvonta</b>												
* Osaa teollisessa toimintaympäristössä käytettävän kunnossapidon toiminnot, tiedonhallinnan ja kunnonvalvonnan.												
* Tietää ennakoivan huollon merkityksen käynnissä pidolle ja osaa suorittaa huoltotoimenpiteitä kuten voitelua.												
* Osaa mittausten, merkkivalojen ja ohjelmallisten työkalujen avulla suorittaa vianetsintää ohjaussovelluksissa.						x						
* Osaa analysoida kunnonvalvonnan mittauksista saatua informaatiota, kuten esim. liike, nopeus, kiihtyvyys, lämpötila ja värinä.	x											

Kaikissa harjoituksissa opetellaan yhteisen keskeisen vaatimuksen mukaisesti toimimaan ympäristötietoisesti, materiaali- ja kustannustehokkaasti (Opetushallitus 2017).

Yllä olevasta taulukosta 1. voidaan todeta, että nykyisillä harjoituksilla ja -tehtävillä ei pystytä opettelemaan käynnissäpito- ja kunnonvalvonta osion kaikkia ammattitaitovaatimusten mukaisia töitä. Lisäksi voidaan todeta, että painopiste harjoituksissa on selkeästi anturien mekaanisissa asennuksissa ja kytkennöissä. Myös logiikan ohjelmointi ja viestien käsittely korostuvat harjoituksissa. (Opetushallitus 2017).



Kappaletavara-automaatio 45 osp osaamisvaatimukset	Linjausharjoituslaitteisto	Kuljetinautomaatin asennus-, kytkentä- ja ohjaus-	Kuljetinradan kytkentä- ja ohjauslaitteisto	Logiikan analogiatulot ja -lähdöt opetuslaitteisto	Ethernet -yhteyden konfigurointi- ja ohjauslaitteisto	Juoma-automaatin vianhaku opetuslaitteisto	ABB robotisolu oppimisympäristö	Imukupukulljettimen suunnittelu	Pulssianturi harjoitus	Valokennoanturi harjoitus	Servomoottori harjoitus	Askelmoottori harjoitus
* Osaa tehdä kappaletavara-automaatioasennukset voimassa olevien säädösten, standardien, valmistajan ohjeiden ja asiakasympäristön vaatimusten mukaan.	x	x	x	x	x	x	x	x				
* Osaa asentaa ja käyttöönottaa anturit, tunnistusjärjestelmät ja toimilaitteet sekä virittää ne ohjeiden mukaisesti.		x	x	x					x	x	x	x
* Osaa asentaa suunnitelman mukaisen logiikan vaaditulla I/O:lla ja ottaa sen käyttöön.		x	x	x	x							
* Osaa ohjelmoida ja tehdä muutoksia FBD- ja sekvenssiohjelmointikielellä yksinkertaisiin kappaletavaraprosesseihin.		x	x	x	x	x						
* Osaa tehdä operointipaneeliin tai vastaaviin valvomolaitteisiin operointinäyttöjen pieniä lisäyksiä ja muutoksia.					x							
* Osaa asentaa kappaletavara-automaatioon liittyvät kenttälaitteet ja toimilaitteet sekä tekee kenttäväyläasennukset.					x							
* Osaa tehdä kappaletavara-automaatioasennuksiin liittyviä huolto- ja kunnossapitotöitä sekä paikantaa ja korjaa järjestelmässä esiintyviä vikoja.						x						
* Osaa tehdä yhteistyötä muiden työalueella toimivien henkilöiden kanssa.	x						x					
<b>Kappaletavara-automaatioasennustöiden viimeistely ja dokumentointi</b>												
* Osaa huolehtia asennusympäristön viimeistelystä ja siisteydestä.		x	x	x	x	x	x					
* Osaa tehdä tarvittavat muutokset dokumentteihin.		x	x	x	x			x				
* Osaa varmistaa, että kappaletavara-automaatiojärjestelmä toimii turvallisesti ja se on asennettu työlle asetettujen tavoitteiden mukaisesti.	x	x	x	x	x		x					
* Osaa opastaa asiakasta järjestelmän käytössä.		x	x	x	x	x	x	x				

Uuden opetussuunnitelman luonnos jakaa kappaletavara-automaatioasennukset kolmeen osa-alueeseen, valmistautumiseen, asennuksiin ja viimeistelyyn ja dokumentointiin (Opetushallitus 2019, 7).

Yksittäiset anturien toimintaperiaatteen opetteluun tarkoitetut harjoitustehtävät vastaavat huonosti näihin osa-alueisiin. Taulukosta 2. voidaan todeta, että kaikki ammattitaitovaatimukset toteutuvat nykyisillä opetuslaitteistoilla ja oppimisympäristöillä osittain tai kokonaan. Valmistautuminen asennuksiin toteutuu hyvin nykyisilläkin laitteilla. Harjoitustöiden tulisi olla laajempia kokonaisuuksia, jotta kaikki osa-alueet toteutuvat. (Opetushallitus 2019, 7-8).

Oma ja muiden turvallisuus tulee opetussuunnitelman luonnoksen ammattitaitovaatimuksissa selkeästi esille. Samoin ajattelu, että työt ovat kokonaisuuksia lähtien valmistautumisesta edeten asennuksiin ja viimeistely ja dokumentointiin. (Opetushallitus 2019, 7-8).

### **3.6 Opetuslaitteistojen kehitystarve nykyiseen opetussuunnitelmaan ja tulevan opetussuunnitelman luonnokseen nähden**

Nykyisin käytössä olevat opetuslaitteistot ja oppimisympäristöt eivät turvallisuudeltaan vastaa nykyajan turvallisuusvaatimuksia. Niissä ei ole CE-merkintöjä ja suojaukset ovat puutteellisia.

Voimassaolevan opetussuunnitelman ammattitaitovaatimukset eivät kunnossapidon osalta toteudu riittävän hyvin. Puuttuvat osat täydennetään teoriaopetuksella ja harjoitustehtävillä. Kunnossapitojärjestelmän rakennetta, huoltojen ja tehtävien kirjausta käydään lävitse koulumme oman kunnossapitojärjestelmän avulla. (Opetushallitus 2017).

Opetussuunnitelman luonnoksen kaikki ammattitaitovaatimukset saadaan harjoiteltua nykyisten opetuslaitteiden ja oppimisympäristöjen avulla. Töiden tulisi olla kokonaisuuksia. Luonnoksen ammattitaitovaatimuksista oma ja muiden turvallisuus asennuksissa ja laitteistoissa ei toteudu riittävän hyvin. (Opetushallitus 2019, 7-8).

Opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen määrä rajoittaa opetusta eikä tyypilliselle 18 opiskelijan ryhmälle riitä opetuslaitteistoja ja oppimisympäristöjä. Tämän olemme ratkaisseet siten, että teemme kahden eri tutkinnon osan harjoitustöitä ja -tehtäviä rinnan, jolloin kahden opiskelijan ryhmälle riittää tekemistä. Osaltaan opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen määrällistä vajausta korvataan tekemällä esimerkiksi ohjelmointitöitä luokkahuoneessa käyttäen ohjelmien simulointiominaisuutta hyväksi. Kytkentäkaavioiden piirtäminen ennakkoon antaa väljyyttä työskentelyyn ja onkin osoittautunut hyväksi pedagogiseksi ratkaisuksi. Opiskelija suunnittelee työnsä ennakkoon laatimalla työsuunnitelman, kytkentäkaavion ja logiikkaohjelman.

Hankittaessa uusia opetuslaitteistoja ja oppimisympäristöjä, tulee niiden olla kokonaisuuksia. Näiden kokonaisuuksien tulee pitää sisällään erilaisia yksittäisiä komponentteja, kuten antureita ja toimilaitteita. Laitteistokokonaisuuksien tulee olla turvallisempia ja CE-merkittyjä. Niiden avulla on pystyttävä harjoittelemaan turvakomponenttien asennusta ja kunnossapitoon liittyvää vian paikannusta. Laitteistokokonaisuuksien pitää liittyä toisiinsa erillisten logiikoiden välityksellä hyödyntäen kenttäväylä -tyyppisiä ratkaisuja ja nykyaikaista IoT-tekniikkaa.

Opetuslaitteistoja ja oppimisympäristöjä on hankittava riittävä määrä opetuksen käytännön järjestelyjen helpottamiseksi.

### **3.7 Opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen vastaavuus paikallisen teollisuuden laitteistoihin**

Nykyisin käytössä on oppilaitosympäristöä ajatellen monipuoliset opetuslaitteistot ja oppimisympäristöt. Ne ovat vanhoja ja eivät siltä osin vastaa nykyaikaisia teollisuuteen saatavilla olevia laitteistoja. Lähialueen teollisuusyrityksissä on kokemukseni mukaan sama tilanne kuin koulullamme, osa laitteista ja laitteistokokonaisuuksista on uusia ja osa vanhoja ja siten uusimisen tarpeessa. Teollisuusyrityksissä on tyypillisesti uudistamissuunnitelmat tuotantolaitteistojen osalta tuleville vuosille. Normaalisti uudistamisen yhteydessä toteutetaan tuotantolaitteiden turvallisaminen. Esimerkiksi releillä ohjattuun linjastoon on vaikeaa asentaa nykyaikaisia turvalaitteita kuten turvaskannereita, valoverhoja ja turva-aitoja haittaamatta tuotannon sujuvuutta. Tuotannon sujuvuuden heikentyminen johtaa usein turvalaitteiden ohittamiseen eikä koneiden ja laitteiden turvallisuus todellisuudessa parane.

Nykyiset opetuslaitteistot ja oppimisympäristöt eivät painota riittävän tehokkaasti turvallisuusajatteluun ja turvalaitteiden asennus- ja käyttöönotto-osaamiseen.



## 4 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

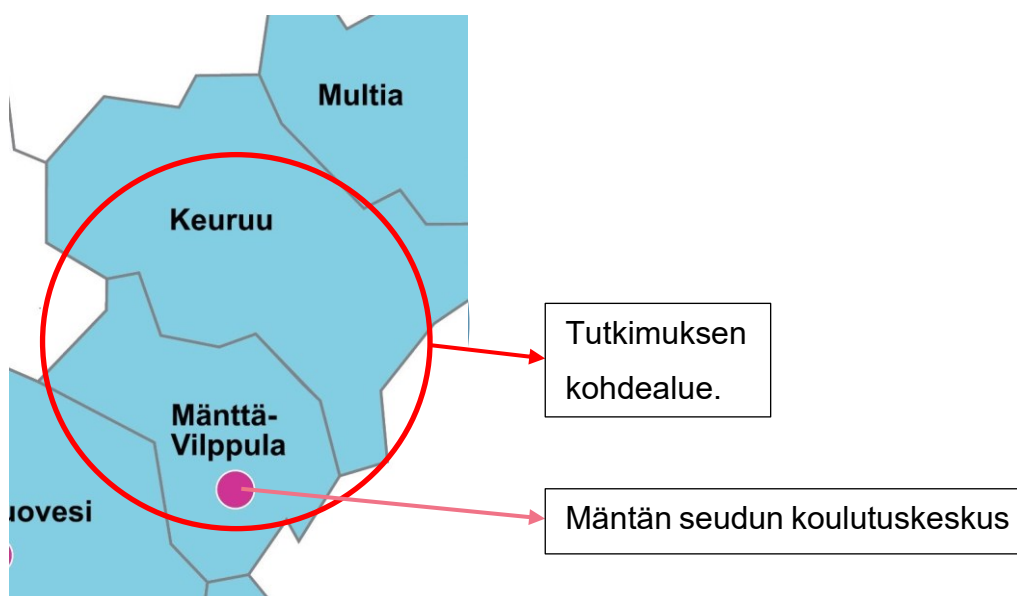
### 4.1 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli kerätä tietoa paikallisen yrityselämän tarpeista automaatioasentajan koulutukseen liittyen. Heiltä haluttiin saada tietoa opetuksen painopistealueista kappaletavara-automaation, pneumatiikan ja hydrauliiikan opetuksen osalta.

Kyselyn yhteydessä kerättiin tietoa yrityksissä käytössä olevista automaatiojärjestelmistä ja mahdollisista oppimisympäristöistä työssäoppimista varten. Lisäksi kysyttiin yritysten automaatiotekniikan jatkokoulutustarpeita.

### 4.2 Kohderyhmä

Työn tavoitteet huomioiden tutkimuksen kohderyhmäksi valikoitui paikallisen yrityselämän edustajat. Tarkemmin sanottuna eri teollisuuden alojen yritykset ja niistä henkilöt, jotka ovat tekemisissä teollisuuden kehitystehtävissä, johtotehtävissä tai kunnossapitotehtävissä. Tutkimukseen osallistujien valinnassa painotettiin automaatioon liittyvää kehitysosaamista, kuten robotisointia tai muita automaattisia kappaleen käsittely toimintoja. Teollisuuden kunnossapitoa ajatellen painotettiin henkilöiden sähkö ja automaatio taustaa. Kuvassa 9. on tutkimukseen valittujen yritysten sijoittuminen kartalla.



KUVA 9. Tutkimukseen valittujen yritysten sijainti. (Sastamalan koulutuskunta-yhtymä 2019).

Tutkimuksen yrityksiksi valittiin paikallisia isoja, pieniä ja keskisuuria yrityksiä. Kaikissa yrityksissä on ollut koulumme opiskelijoita työssäoppimisjaksoilla.

Myöhemmässä vaiheessa tutkimuksen kohderyhmää laajennettiin koulusta lähi-vuosina (alle viisi vuotta sitten) valmistuneisiin opiskelijoihin. Heidän osaltaan tavoitteena oli kohdistaa kysely työelämässä oleviin tai heti valmistumisen jälkeen alan töissä olleisiin opiskelijoihin tai alan jatko-opintoihin hakeutuneisiin opiskelijoihin. Heillä ajateltiin olevan paras tietämys sähkö- ja automaatioalan perustutkinnon sisällöstä ja sen vastaavuudesta heidän työelämässään tai jatko-opinnoissaan kohtaamiin haasteisiin.

### 4.3 Tutkimusmenetelmän valinta

Tieteellinen tutkimus lähtee liikkeelle menetelmän valinnasta. Valitun menetelmän noudattaminen on tärkeä osa tutkimusprosessia ja vaikuttaa myös muihin tutkimuksen osa-alueisiin. Tutkimus onkin kokonaisuus, johon kuuluu tutkimusstrategia, aineiston hankintamenetelmä ja analyysimenetelmän valinta ja noudattaminen. (Jyväskylän Yliopisto, 2019).

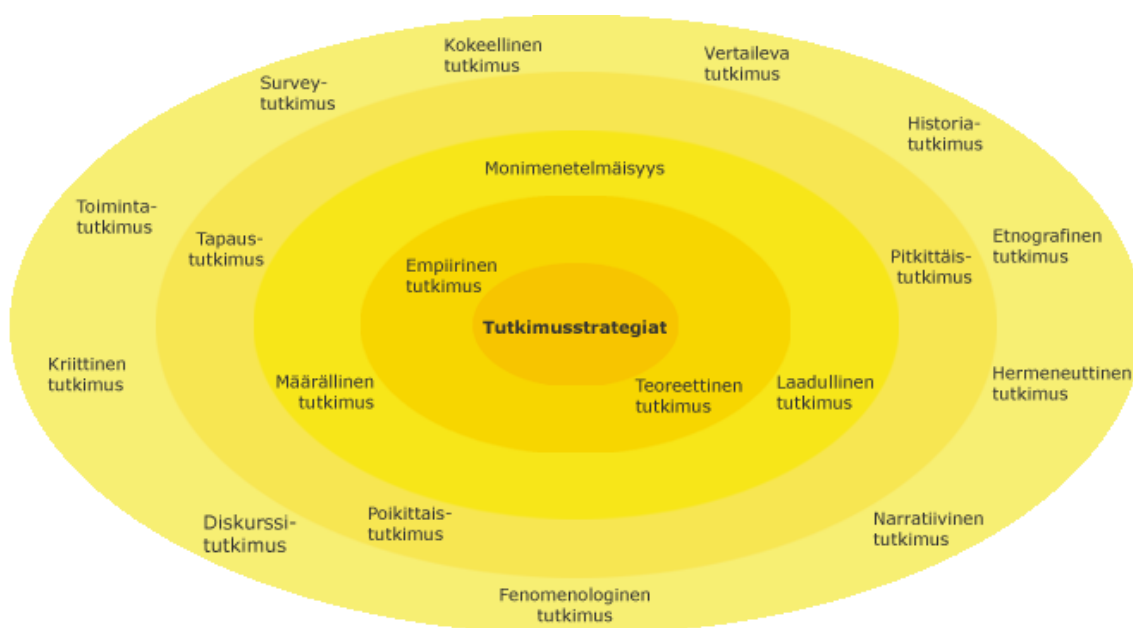
Tutkimusstrategia, aineiston hankintamenetelmä ja analyysimenetelmä liittyvät kiinteästi toisiinsa. Ongelmanasettelu ohjaakin tietynlaisen tutkimusstrategian käyttöön sekä tietynlaisten aineistonhankinta- ja analyysimenetelmien valintaan. (Jyväskylän Yliopisto, 2019).



KUVIO 1. Tutkimuksen eri osa-alueet. (Jyväskylän Yliopisto, 2019).

Ongelman asettelu siis ohjaa tietynlaisen tutkimusstrategian käyttöön ja toisaalta taas menetelmälliset valinnat ohjaavat ongelmanasettelua. Työssä päädyttiin käyttämään ongelman asettelun kautta empiiristä tutkimusta, joka perustuu kokemukseen tutkittavasta kohteesta (Jyväskylän Yliopisto, 2019).

Kuviossa 2. on kuvattu erilaisia tutkimusstrategioita ja niiden etäisyydellä kuvion keskustasta havainnollistetaan erilaisia valintatasoja (Jyväskylän Yliopisto, 2019).



KUVIO 2. Eri tutkimusstrategiat. (Jyväskylän Yliopisto 2019).

#### 4.4 Tutkimusmenetelmän taustaa

Empiirisessä tutkimuksessa kerätään aineistoa tekemällä havaintoja tutkimuskohteesta ja analysoimalla ja mittaamalla sitä. Toisaalta tutkimus voidaan jakaa määrälliseen (kvantitatiivinen) ja laadulliseen (kvalitatiivinen) tutkimukseen. (Jyväskylän Yliopisto, 2019).

Laadullisessa tutkimuksessa pyritään ymmärtämään tutkittavan kohteen ominaisuuksia, laatua ja merkityksiä kokonaisvaltaisesti. Määrällinen tutkimus taas perustuu tutkittavan kohteen kuvaamiseen ja tulkitsemiseen tilastoiden ja numeroiden avulla. (Jyväskylän Yliopisto, 2019).

Kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus auttaa ymmärtämään tutkittavaa kohdetta. Miten tutkimuksen kohde käyttäytyy ja tekee päätöksiä. Siinä tutkittavia kohteita on yleensä pieni määrä ja kohteet on valittu harkitusti. Laadullisen tutkimuksen avulla pyritään selvittämään kohderyhmän arvot ja asenteet analysoimalla tutkimuksen tulokset tarkasti tekemättä tilastollisia yleistyksiä. (Heikkilä 2014, 15).

Määrällinen ja laadullinen tutkimus ovat toteavia tutkimuksia. Toisin sanoen, niiden tuloksena todetaan asioiden sen hetkinen tila ja tutkimus loppuu tähän. Toiminta- ja kehittämistutkimusten tavoitteena on saada asioihin pysyvä muutos. (Kananen 2012, 37).

Toimintatutkimuksessa tutkija osallistuu itse tutkittavan kohteen toimintaan ja tavoitteena on toteuttaa muutos. Toimintatutkimuksessa on nähtävissä eri vaiheet: suunnittelu, toiminta eli muutos, arviointi ja seuranta. Seurannasta on takaisinkytkentä suunnitteluun ja sitä kautta koko ketjun lävitse uudelleen. (Kananen 2012, 38-39).

#### **4.5 Työssä käytetty tutkimusmenetelmä**

Tässä työssä tutkimusmenetelmänä on empiirinen tutkimus ja edelleen laadullinen tutkimus. Käytetyssä tutkimusmenetelmässä on piirteitä toimintatutkimuksesta, koska tutkimuksen avulla on tarkoitus saada aikaan muutoksia ja tutkija osallistuu itse tutkittavan kohteen toimintaan. Työn puitteissa ei kuitenkaan tehdä toimintatutkimukselle vaadittavaa seurantaa ja siihen liittyvää uudelleen suunnittelua. Toimintatutkimuksen määritelmä ei tässä työssä toteudukaan kokonaisvaltaisesti.

#### **4.6 Tutkimuksen kysymysten laadinta**

Tutkimusten kysymykset laadittiin yhteistyössä toisen koulumme opettajan Heikki Sarjan kanssa. Hänen opinnäytetyönsä käsittelee robotti-, hydraulikka- ja pneumatiikkaopetuksen kehittämistä. Kyselyt päätettiin yhdistää, koska kyselyn kohderyhmä on molemmissa tutkimuksissa sama ja haluttiin saada mahdollisimman hyvä vastausprosentti kyselyihin. Kahden erillisen perättäisen kyselyn toteuttamisen ajateltiin pienentävän vastaajien määrää tutkimuksissa.

Tutkimus päätettiin toteuttaa tutkimusmenetelmän mukaisesti kyselytutkimuksena. Kysymyslomakkeita laadittiin kaksi erilaista, joista toinen oli kohdennettu

yri­tysten edustajille ja toinen koulusta valmistuneille automaatioasentajille. Kysymykset kohdentuivat automaatiotekniikan opetukseen liittyviin asioihin. Painopiste oli kappaletavara-automaatioon, pneumatiikkaan ja hydraulikkaan liittyvässä opetuksessa ja oppimisympäristöissä.

#### 4.6.1 Yrityskyselyn laadinta

Kysymysten laadinta aloitettiin yritys­elämälle suunnatusta kyselystä. Ensimmäisissä kysymyksissä kartoitettiin, kuinka moni yritys on palkannut automaatioalan osaajia viimeisen kahden vuoden aikana ja jos ovat palkanneet, niin miten heidän osaamisensa on vastannut heidän tarpeitaan. Kysymyksellä haluttiin saada ennakkotietoa siitä, kuinka hyvin vastaajat todellisuudessa ovat tietoisia viime aikoina koulusta valmistuneiden automaatioasentajien ammattitaidosta.

Seuraavissa kysymyksissä kartoitettiin täsmällisin kysymyksin sitä, miten yritys­elämän edustajat painottaisivat opetussuunnitelman ammattitaitovaatimusten asioita opetuksessa ja yritysten mahdollisuutta tarjota työssäoppimisympäristöjä automaatioalan opiskelijoille. Kysymyksillä pyrittiin saamaan tietoa siitä, mitä jatkossa tulisi opetuksessa painottaa yritys­elämän edustajien mielestä.

Lopuksi kyselyssä kartoitettiin yritysten automaatiojärjestelmiä ja tarpeita henkilöstönsä jatkokoulutukseen automaatiotekniikan osalta. Kysymyksillä pyrittiin saamaan tietoa siitä, minkä valmistajan tai valmistajien järjestelmiä lähialueen yritykset käyttävät. Tiedon avulla voimme painottaa hankintoja eniten paikallisissa yrityksissä käytettyihin järjestelmiin tuottaen täsmällisemmin osaajia heidän tarpeisiinsa ja mahdollisesti tarjota ammatillista jatkokoulutusta heidän työntekijöilleen.

Kyselyn lopussa oli myös mahdollisuus antaa vapaamuotoista palautetta ammatilliseen koulutukseen. Yrityskysely on esitettyä Liitteessä 1.

#### **4.6.2 Opiskelijakyselyn laadinta**

Yrityksille suunnatun tutkimuksen kysymysten laadinnan yhteydessä päätettiin kyselyn toiseksi kohderyhmäksi valita koulusta viime vuosina valmistuneet automaatioasentajat. Opiskelijakyselyllä haluttiin saada tietoa siitä, mitä ammattitaitovaatimusten mukaisia asioita valmistuneet automaatioasentajat ovat tarvinneet tai uskovat tarvitsevansa työssään tai jatko-opinnoissaan.

Ensimmäisissä kysymyksissä kartoitettiin vastaajan sijoittumista työelämässä tai mahdollisissa jatko-opinnoissa. Kysymyksillä pyrittiin saamaan vastaus siihen, ovatko vastaajat automaatioalan työtehtävissä tai jatko-opinnoissa.

Seuraavissa kysymyksissä kysyttiin vastaajan kokemusta opintojen hyödyllisyydestä, mikäli vastaaja on automaatioalan työtehtävissä tai jatko-opinnoissa. Kysymyksillä pyrittiin saamaan tietoa siitä, miten työelämän tai jatko-opintojen tehtävät ovat vastanneet automaatioasentajan koulutuksessa opittuja asioita.

Seuraavaksi kysyttiin työelämässä käytössä olevien automaatiojärjestelmien valmistajia. Kysymyksellä haluttiin saada tietoa siitä, minkä valmistajan järjestelmiä tulisi koulumme hankinnoissa painottaa.

Lopuksi kysyttiin valmistuneiden mielipidettä siitä, mitä opinnoissa tulisi heidän mielestään painottaa ja kuinka opetuslaitteistoja tulisi kehittää.

Kyselyn lopussa oli myös mahdollisuus antaa vapaamuotoista palautetta opintojen kehittämiseen. Opiskelijakysely on esitettyä liitteessä 2.

#### **4.7 Tutkimuksen käytännön toteutus**

Tutkimus toteutettiin kyselytutkimuksena käyttäen kyselyn laatimiseen Microsoft Forms -ohjelmistoa. Ohjelmisto tuottaa kyselystä oman versionsa sekä matkapuhelimelle että tietokoneelle. Ohjelmiston avulla on helppo tarkastella yksittäisiä vastauksia ja tulostaa vastaukset esimerkiksi pdf-muotoon. Kyselyn kokonaistu-

lostien tarkastelu onnistuu myös ohjelman avulla ja ohjelmisto tuottaakin perustasoiset ympyrä- ja pylväsdiagrammit yms. automaattisesti. Microsoft Forms tarjoaa myös tietojen siirron Excel-muotoon. Tämä mahdollistaa edelleen tulosten analysoinnin kehittyneempien työkalujen kuten Tableau tai Python avulla.

Suurimmalle osalle kyselyyn osallistuneista soitettiin ja kerrottiin kyselystä ja sen tavoitteista. Tällä tavalla pyrittiin saamaan kyselyyn mahdollisimman suuri vastausprosentti. Itse kysymykset lähetettiin sähköpostiin liitettyllä linkillä.

Kaikkiaan yrityskysely lähetettiin kymmeneen eri yritykseen ja yhteensä kahdeksankymmenekymmenelle kahdeksalle eri henkilölle. Yrityskyselyn vastausprosentti oli 36 % vastanneiden henkilöiden määrällä mitattuna. Vastanneiden yritysten määrällä mitattuna vastausprosentti oli 80 %.

Opiskelijakysely lähetettiin seitsemälle koulusta valmistuneelle automaatioasentajalle. Heidän osaltaan oli ennakkoon tiedossa, että he ovat työelämässä ja että osa on hakeutumassa jatko-opintoihin. Opiskelijakyselyn vastausprosentti oli 86 %.

#### **4.8 Tulosten analysointi**

Tutkimuksen luotettavuuden kannalta on tärkeää, että se on tehty tieteelliselle tutkimukselle asetettujen kriteerien mukaan. Mittauksen luotettavuutta ja hyvyttä voidaan kuvata käsitteillä validiteetti ja reliabiliteetti. Validiteetti kuvaa sitä, miten onnistuttu mittaamaan sitä mitä piti mitata. Kyselytutkimuksessa validiteettiin vaikuttaa se, miten hyvin tutkimuskysymykset ovat onnistuneet ja voidaanko niiden avulla ratkaista tutkimuksen ongelma. Reliabiliteetti kuvaa tutkimuksen kykyä tuottaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Se voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen reliabiliteettiin, joista sisäinen voidaan todeta mittaamalla samaa tilastoyksikköä useampaan kertaan ja ulkoinen taas kuvaa sitä, kuinka hyvin mittaus on toistettavissa muissa tutkimuksissa ja tilanteissa. (Heikkilä 2014, 176-178).

Tutkijan tulisi arvioida tutkimusraportissaan sekä validiteettiä että reliabiliteettiä. Otoksen tulisi olla tarpeeksi suuri ja edustava. (Heikkilä 2014, 178).

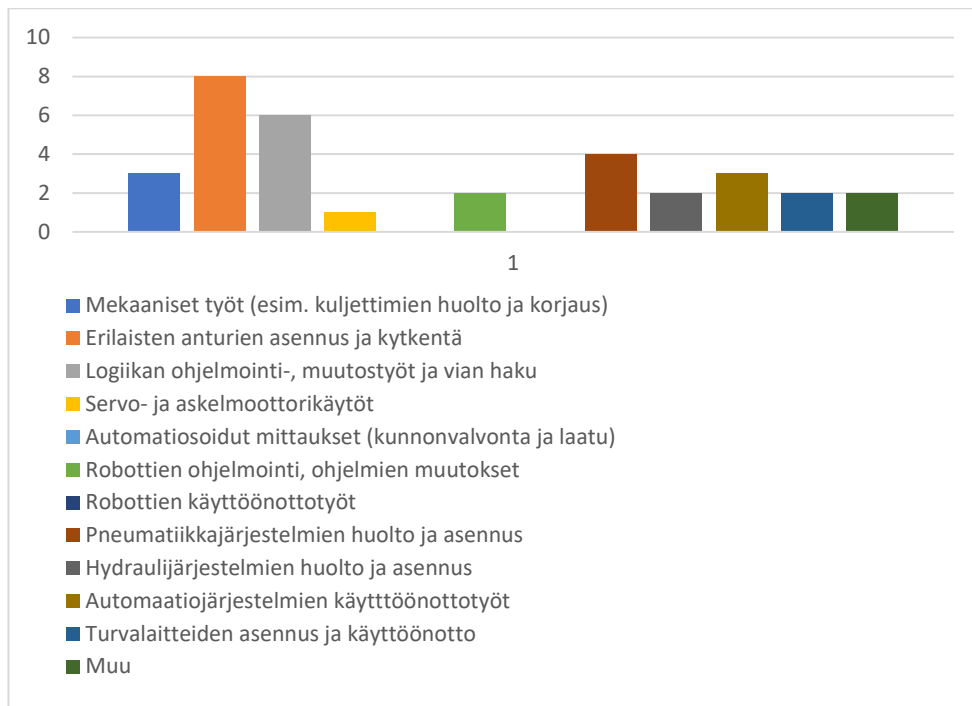


Tässä tutkimuksessa pyrittiin kysymysten asettelun avulla toistamaan samoja kysymyksiä eri kohdissa lähestyen tutkittavaa asiaa hieman eri näkökulmasta. Kysymykset oli laadittu tarkasti yksilöiden opetussuunnitelman ammattitaitovaatimukset ja lisäksi eri ammattitaitovaatimusten osa-alueiden työt oli kuvattu kysymyksissä tarkasti. Tällä tavoin pyrittiin saamaan tutkimuksen tuloksista luotettavia.

Tutkimuksen molemmista kyselyistä analysoitiin yksittäiset vastaukset ja yhteenveto erikseen. Lopuksi kyselyiden tuloksista laadittiin yhteenveto huomioiden tutkimuksen tavoite. Yrityskyselyn yhteenveto on liitteessä 3. ja opiskelijakyselyn yhteenveto liitteessä 4.

#### **4.8.1 Yrityskyselyn tulosten analysointi**

Yrityskyselyyn osallistuneista yrityksistä kolme oli palkannut automaatioalan osaajia viimeisen kahden vuoden aikana. Heidän mukaansa palkattujen henkilöiden osaaminen vastasi osittain heidän odotuksiaan. Vapamuotoisissa palautteissa suurimmiksi haasteiksi heidän osaltaan oli muodostunut työelämän pelisääntöjen tuntemus ja noudattaminen sekä osaamispuutteet perustyökalujen käytössä. Automaatioasentajia palkatessaan yritykset painottaisivat erilaisten anturien asennus- ja kytkentäosaamista sekä logiikoiden ohjelmointi-, muutostyö ja vianhaku taitoja (Kuvio 3.).



Kuvio 3. Paikallisten yritysten tärkeimmät painotukset automaatioasentajia palkattaessa.

Oppimisympäristöjä paikallisesta yrityselämästä löytyi tasaisesti useille eri kapaletavara-automaation osa-alueelle. Parhaiten oppimisympäristöjä löytyi mekaanisiin asennuksiin, anturien asennukseen ja kytkentään sekä turvalaitteiden asennukseen ja käyttöönottoon (Kuvio 4.)



Kuvio 4. Paikallisesta yrityselämästä löytyviä oppimisympäristöjä.

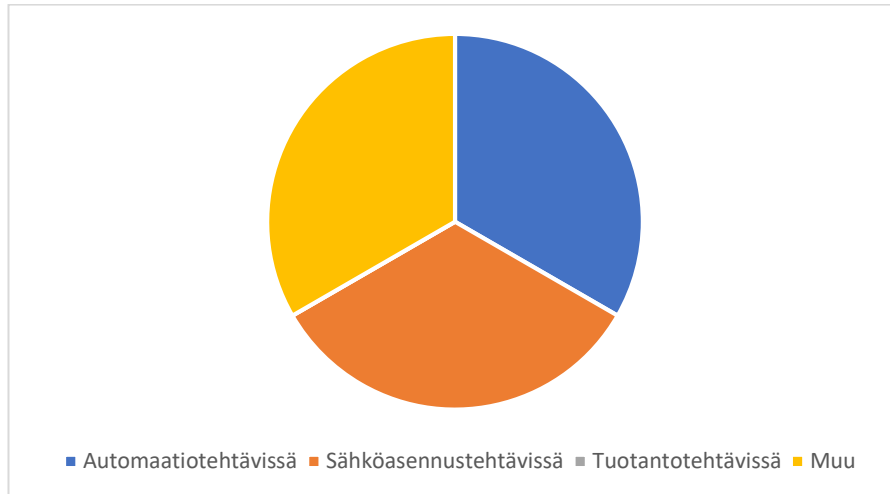
Automaatioasentajan koulutuksen painopistealueiden merkitystä arvioitaessa asteikolla 1 – 5, merkittävimmit nousivat kappaletavara-automaation opetuksen osalta erilaisten anturien asennus ja kytkentä (keskiarvo 4,5) ja logiikan ohjelmointi-, muutostyöt ja vian haku (keskiarvo 4). Kolmanneksi merkittävimmit koettiin automaatiojärjestelmien käyttöönottotyöt (keskiarvo 3,6). Kysymyksen tulos korreloi hyvin automaatioasentajan palkkaamisessa painotettujen osaamisvaatimusten kanssa.

Yritysten käytössä olevia automaatiojärjestelmiä kysyttäessä yleisimmäksi nousi Siemens. Myös vapaamuotoisesti yrityksen käytössä olevia logiikoita kysyttäessä vastaajista viisi seitsemästä mainitsi Siemens-logiikat.

Yritysten jatkokoulutustarpeet kappaletavara-automaation osalta liittyivät NPN- ja PNP- tyyppisten anturien kytkentään, analogiviestien käsittelyyn ja robotiikkaan. Kyselyyn osallistuneista vastaajista puolet työskenteli yli 50 henkilöä työllistävässä yrityksissä. Kyselyn kattavuutta eri yritysten osalta varmistettiin henkilökohtaisin yhteydenotoin. Kyselyn tulos kattoi hyvin kaikki alueen merkittävimmät yritykset. Kyselyyn osallistuneiden yritysten nimet jätettiin tutkimustuloksista pois, koska kolme yrityksistä ei halunnut nimeään siinä mainittavan.

#### 4.8.2 Opiskelijakyselyn tulosten analysointi

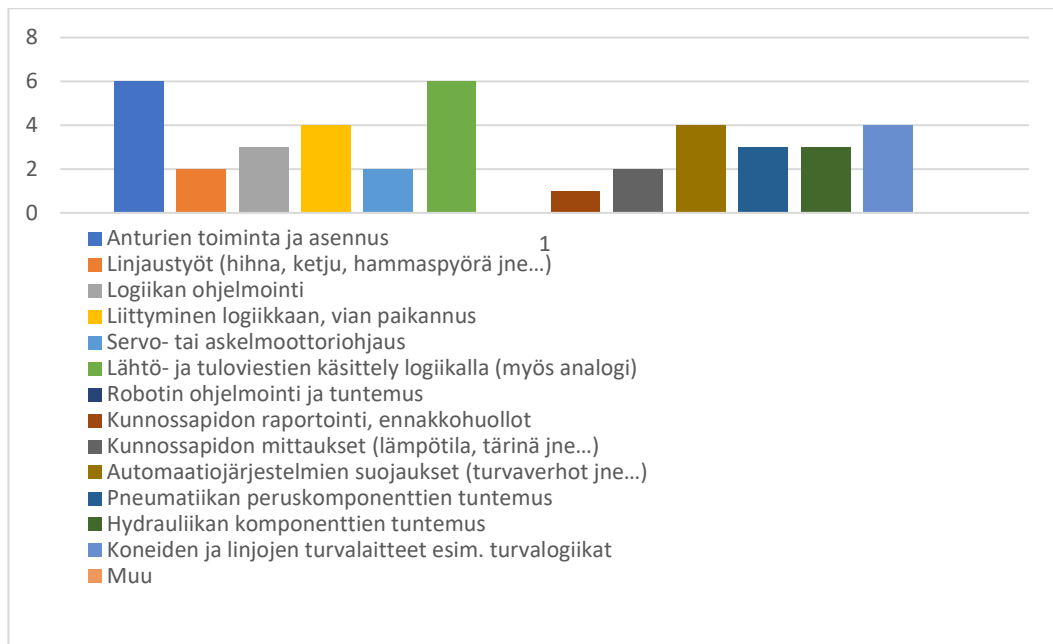
Opiskelijakyselyyn vastanneista puolet oli valmistunut koulustamme tänä vuonna ja puolet vuonna 2015. Heistä kaikki olivat työelämässä jakautuen automaatiotehtäviin, sähköasennustehtäviin ja muihin tehtäviin. Kuviossa 5. on esitetty koulusta valmistuneiden sijoittuminen erilaisiin työtehtäviin.



Kuvio 5. Koulustamme valmistuneiden opiskelijoiden sijoittumien eri työtehtäviin.

Yksi kyselyyn vastanneista oli tulevaisuudessa aloittamassa jatko-opinnot sähkö- ja automaatioalalla. Kysyttäessä kappaletavara-automaation opintojen tuottamaa hyötyä työelämän tehtäviin ja jatko-opintoja ajatellen, koki neljä vastaajaa saaneensa hyötyä niistä ja kaksi uskoi hyötyvänsä niistä tulevaisuudessa. Vastauksesta voidaan päätellä, että kappaletavara-automaation opetuksen sisällöt koetaan tarpeellisiksi.

Kysyttäessä kappaletavara-automaation eri ammattitaitovaatimusten hyödyllisyyttä ja tarpeellisuutta valmistuneiden automaatioasentajien työelämässään kohtaamissa haasteissa, saatiin kuvion 6. mukainen tulos.

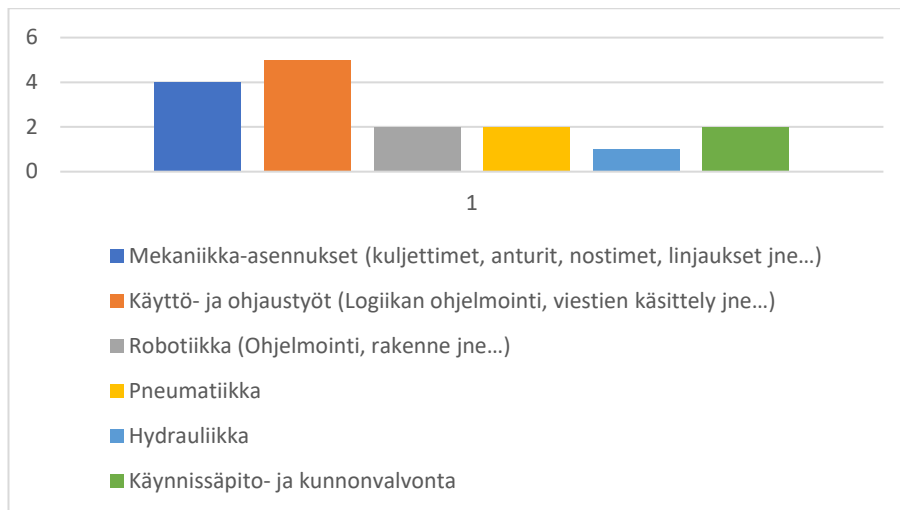


Kuvio 6. Työelämän tehtävissä kohdatut osaamistarpeet.

Kuviosta 6. voidaan todeta, että kaikki vastaajat ovat tai olisivat tarvinneet anturien toiminnan tuntemusta ja asennusosaamista työelämässä. Samoin lähtö- ja tuloviestien käsittelytaitoa. Nämä kaksi taitoa tulivat esille myös yrityskyselyn tuloksissa kysyttäessä yritysten jatkokoulutustarpeita automaatiotekniikkaan liittyen.

Seuraavassa vapaamuotoisessa kysymyksessä kysyttiin työpaikoilla käytössä olevien automaatiojärjestelmien valmistajia. Vastauksia saatiin neljä kappaletta ja kaikissa mainittiin Siemens -logiikat. Myös eri aikakauden versiot tulivat vastauksissa esille ja samoin eri mallisarjat. Vastaus korreloi hyvin yrityskyselystä saatujen tulosten kanssa.

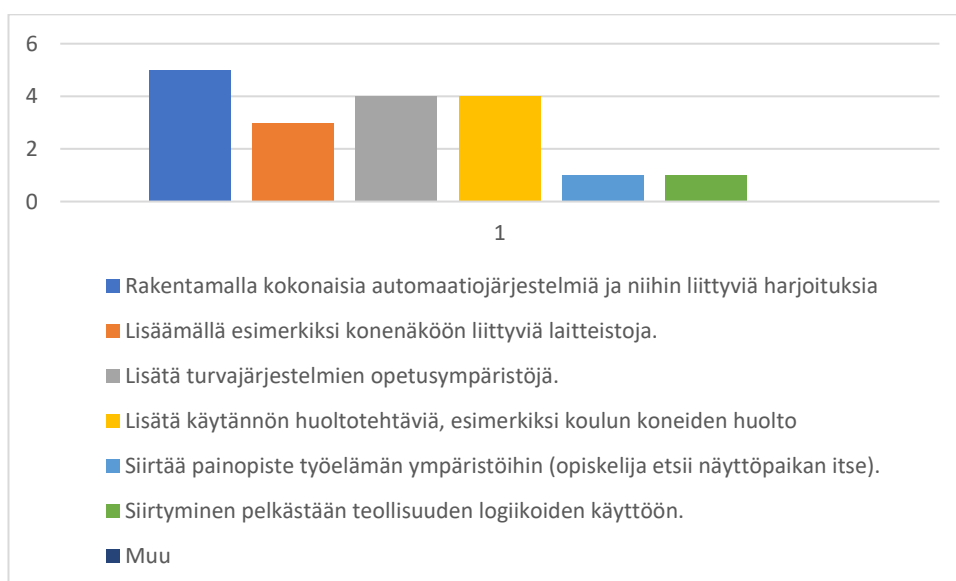
Kysyttäessä valmistuneiden automaatioasentajien mielipidettä automaation ope- tuksen painopistealueisiin, saatiin kuvion 7. mukainen tulos.



Kuvio 7. Mihin automaatiotekniikan osa-alueisiin tulisi opetuksessa painottaa.

Selkeänä tuloksena kappaletavara-automaation osalta nousee mekaniikka-asennukset ja käyttö- ja ohjaustyöt. Edellä mainitut pitävät sisällään anturien asennukset ja kytkennät, logiikoiden ohjelmointi- ja muutostyöt ja erilaisten tulo- ja lähtöviestien käsittelyn. Saatu vastaus on samanlainen aiempien kysymysten vastausten ja yritys­kyselyn kanssa.

Lopuksi kartoitettiin kahdella kysymyksellä opetuslaitteistojen kehittämiseen liittyviä asioita. Kuviossa 8. on nähtävissä, miten opetusympäristöjä tulisi vastaajien mielestä kehittää.



Kuvio 8. Opetusympäristöjen ensisijainen kehityssuunta.

Siirtyminen pelkästään työelämän opetus- ja näyttöympäristöihin tai siirtyminen pelkästään oppilaitoksen opetusympäristöihin saa huonosti kannatusta. Vastauksen perusteella opetusympäristöjen tulisi olla kokonaisia automaatiojärjestelmiä ja niiden tulisi pitää sisällään turvajärjestelmät. Myös konenäköön liittyvät opetuslaitteistot ja -ympäristöt nähtiin tärkeiksi.

Vapaamuotoisissa vastauksissa painotettiin opetuslaitteistojen monipuolisuuden ja ajantasaisuuden merkitystä. Samoin sitä, että opetuslaitteiden tulisi olla kunnossa, ettei opiskelijoiden aika kuluisi niiden korjaamiseen.

#### **4.9 Tulosten yhteenveto**

Kyselyn tuloksena saatiin kohdennettua tietoa paikallisen yrityselämän ja koulusta valmistuneiden automaatioasentajien tarpeista kappaletavara-automaation koulutuksen osalta. Työelämän oppimis- ja näyttöympäristöjen hyödyntämiseksi opetuksessa vaadittaisiin tarkempi jatkoselvitys tai mahdollisesti uusi kysely.

Yhteenvetona tärkeimmiksi kappaletavara-automaation opetuksen painopiste-alueiksi muodostuivat erilaisten anturien toimintaperiaatteen tuntemus ja kytkentäosaaminen. Toiseksi tärkeäksi asiaksi nousi erilaisten tulo- ja lähtöviestien käsittely logiikalla ja muutoinkin logiikoiden ohjelmointi- ja muutostyöt. Opetuslaitteistojen tulisi olla monia kappaletavara-automaation osa-alueita kattavia kokonaisuuksia.

## **5 TARVITTAVAT KEHITYSTOIMENPITEET**

### **5.1 Opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen turvallisuus**

Hankittavien opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen tulee olla turvallisia käyttää. Niiden mukana tulee toimittaa vaatimuksenmukaisuusvakuutus ja niiden tulee olla CE-merkittyjä. Hankinnoissa tulee pyrkiä hankkimaan kokonaisuuksia, jolloin edellä kerrottujen turvallistamistoimenpiteiden ja merkintöjen toteuttaminen jää valmistajan tai markkinoille saattajan tehtäväksi. Hankinnoissa tulee vaatia opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen mukana tarvittavat dokumentit, kuten käyttö- ja huolto-ohjeet. Varaosien saatavuus tulee myös varmistaa. (Työsuojeluhallinto 2008, 14,16).

### **5.2 Opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen ajantasaisuus**

Automaatioasentajien koulutuksen ensisijaisena tavoitteena on vastata työelämän tarpeisiin nyt ja tulevaisuudessa. Hankinnoissa onkin pyrittävä osaltaan huomioimaan tulevaisuusosaaminen. Koulusta valmistuvat automaatioasentajat ovat osaltaan suunnannäyttäjiä ja heidän asenteidensa avulla on mahdollista poistaa yrityksissä esiintyvää muutosvastarintaa automaation kehittämisen yhteydessä.

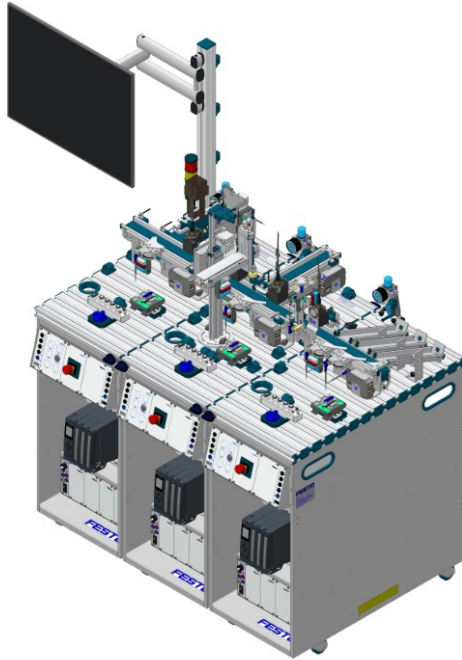
### **5.3 Opetuslaitteistojen uudistamistarpeet**

Tarkasteltaessa opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen uudistamistarvetta tulevan opetussuunnitelman luonnoksen pohjalta, painottuu selkeästi tarve hankkia automaatiojärjestelmäkokonaisuuksia. Kun uudistamissuunnitelmassa huomioidaan yritys-elämän tarpeet ja valmistuneiden automaatioasentajien näkemykset, nousee selkeästi esille erilaisten anturien kytkentä ja asennukset, erilaisten tulo- ja lähtöviestien käsittely ja logiikan muutos- ja ohjelmointityöt. Myös turvalaitteiden merkitys painottuu sekä opetussuunnitelman luonnoksessa että opiskelijajäytelyn palautteessa. (Opetushallitus 2019, 7-8).



### 5.3.1 Automaatiojärjestelmä

Pyrittäessä mahdollisimman laaja-alaisesti vastaamaan edellisessä kappaleessa kerrottuihin tarpeisiin, tulisi hankkia esimerkiksi kuvan 10. mukaisia kokonaisuuksia. Kokonaisuus on hankittavissa moduuleina. Aloituskokoonpanon hankinta vaatii suuremman alkupanostuksen, mutta lisäosia kokoonpanoon on saatavissa huomattavasti pienemmillä rahallisilla panostuksilla.



Kuva 10. Festo Didaktikka MPS-asetista koostuva järjestelmä, joka on suunniteltu Teollisuus 4.0 ja IoT-periaatteiden mukaisesti. (Festo Didactic SE n.d.).

Kuvan mukaisella laitteistolla pystytään harjoittelemaan monipuolisesti kappale-tavara-automaatioon liittyviä mekaanisia asennuksia, antureiden ja toimilaitteiden asentamista ja säätöä, pneumatiikka- ja sähkökytkentöjä sekä kaavioiden lukua, logiikkaohjelmointia, profinet-tiedonsiirtoa, RFID-tunnistusta ja paikoitusjärjestelmien toimintaa ja ohjausta. Järjestelmään voidaan liittää myös nykyaikaista turvatekniikkaa.

### 5.3.2 Alipainenostin

Ammatillisessa koulutuksessa on myös tärkeää, että harjoitellaan käsillä tekemisen taitoja. Nykyisin voimassaolevan opetussuunnitelman puitteissa osa harjoitustehtävistä toteutetaan suunnittelemalla opetussuunnitelman mukainen laitteisto teoriassa. Tästä esimerkkinä imukuppinostin. Kuvassa 11. on esitettyä imukuppinostimen toiminnan harjoitteluun soveltuva opetuslaitteisto.



Kuva 11. Festo TP 230 alipaineteknologia -laajennus. (Festo Didactic SE n.d.).

Laitteiston avulla on mahdollista harjoitella käytännössä alipainetarttujan mitoitusta ja kappaleen ominaisuuksien (koon, muodon, pinnanlaadun) vaikutusta alipainetarttujan toimintaan. Käytännössä laitteiston avulla on mahdollista harjoitella kaikki asiat, joita nykyinen teoriapohjainen harjoitustehtävä pitää sisällään. (Festo Didactic SE n.d.)

### 5.3.3 Konenäkö -kamera

Konenäkö -sovellukset yleistyvät teollisuudessa kovaa vauhtia. Niiden avulla pystytään korvaamaan erilaisia tarkastustehtäviä, joissa ihminen kykenee toimimaan tarkasti vain lyhyitä aikoja tauotta. Konenäköön liittyvää tarkastusohjelman laatimista pystytään harjoittelemaan ilman varsinaista konenäkökameraa. Opinnäytetyön puitteissa onkin koulullamme otettu käyttöön In-Sight Explorer -ohjelmisto

automaatioluokan koneissa. Ohjelmiston avulla voidaan harjoitella eri kappaleiden tunnistusta kuvamateriaalin pohjalta. Kuvamateriaalin tuottamista ja käytännön harjoituksia varten hankittiin tämän opinnäytetyön pohjalta In-Sight 7801 Color (1280x1024) -koneäkökamera. Kameran avulla voidaan nykyisillä kuljettimilla harjoitella liikkuvan kappaleen tunnistusta. Kamera on tarkoitus liittää ABB:n robottisoluun, jossa sen avulla voidaan tunnistaa kappaleita käsittelypöydällä asettamalla kamera robotin käsivarteen tai kappaleiden käsittelypöydän päälle.

### **5.3.4 Turvaskanneri**

Turvallisuuslaitteiden harjoitteluun ei koulullamme ole olemassa opetuslaitteistoja. Valoverhoja on käytössä esimerkiksi ABB:n robottisolussa ja vesileikkurilla. Turvaskanneria ei koulullamme ole käytössä. Teollisuudessa ne ovat yleisiä ja tulevaisuudessa niiden määrä tulee edelleen kasvamaan. Tästä syystä olisi opetuskäyttöön hankittava turvaskanneri. Turvaskannerin tulisi pystyä muodostamaan vähintään kaksi erillistä valvonta-alueita, jolloin toisen ollessa käytössä, voitaisiin toisessa työskennellä. Sen avulla voitaisiin ohjata kuvan 10. mukaista konelinjaa tai tehdä erillinen työpiste, jossa tulisi lattiaan merkityille alueille osata ohjelmoida omat turva-alueensa.

### **5.3.5 Turvalogiikka**

Turvaskannerin ohjaukseen tulisi hankkia erillinen turvalogiikka. Oikeaoppisesti toteutetut turvatoiminnot vaativat rinnalleen turvareleen tai turvalogiikan. Koulullamme on valoverhojen yhteydessä käytetty turvareleitä, mutta niiden avulla harjoittelu ei ole käytännön syistä mahdollista.

### **5.3.6 Mekaniikka-asennus työpiste**

Linjausharjoituslaitteisto tulisi korvata esimerkiksi liitteen 5. mukaisella mekaniikka-asennus työpisteellä. Samaa laitteistoa voitaisiin käyttää koneosaston eri

tutkintojen opetuksessa. Laitteiston avulla pystytään korvaamaan kaikki harjoitteet, joita nyt tehdään automaatioasentajien koulutukseen liittyen linjausharjoituslaitteistolla.

#### **5.4 Uudistamissuunnitelma**

Kappaleissa 5.3.1 – 5.3.6 on esitetty erilaisia hankintatarpeita opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen osalta. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa uudistamissuunnitelma (liite 6.) kappaletavara-automaation opetuslaitteistoille ja oppimisympäristöille aikatauluineen tulevien vuosien hankintoja varten. Erillistä rahoitusta laitteistojen hankintaan ei ole olemassa, joten tulevaisuus näyttää, kuinka hyvin suunnitelmaa pystytään toteuttamaan. Opinnäytetyön kirjoitushetkellä konenäkökamera on hankittuna ja imukuppinostimen -opetuslaitteisto tilauksessa. Uudistamissuunnitelman kallein yksittäinen hankinta on automaatiojärjestelmä, joka on esitetty kappaleessa 5.3.1. Laitteiston alkukustannus on niin suuri, että hankintasuunnitelmassa on mahdolliseksi korvaajaksi esitetty hieman vanhempi laitteisto, jonka hankinnan aloituskustannukset ovat noin kolmasosa esitetyn mukaisen laitteiston kustannuksista.

Kappaleen 5.3.6 mukainen laitteisto on uudistamissuunnitelmassa optiona mukana, mutta laitteisto liittyy selkeämmin koneosaston opintosuunnitelmiin ja sen hankinta tulisi tehdä heidän opetustaan varten. Laitteisto tukisi kuitenkin automaation opetusta paremmin kuin nykyinen linjausharjoituslaitteisto.

## 6 POHDINTA

Työn tavoitteena oli laatia uudistamissuunnitelma sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinnon tutkinnon osan kappaletavara-automaatio opetuslaitteistoille ja oppimisympäristöille. Tutkinnon osa on laajuudeltaan 30 osaamispistettä, joka vastaa lähiopetuksena ammatillisessa koulutuksessa tällä hetkellä noin 400 - 500 opetustuntia (Opetushallitus 2017). Uudistamissuunnitelman tuli vastata kappaletavara-automaatio tutkinnon osan opetussuunnitelman ammattitaitovaatimuksiin, huomioiden 1.8.2020 voimaantulevan opetussuunnitelman vaatimukset ja paikallisen työelämän tarpeet automaatioasentajien osaamisessa (Lausuntopalvelu 2019). 1.8.2020 voimaantulevan opetussuunnitelman ammattitaitovaatimusten osalta oli käytössä lausuntokierroksella 6.9.2019 saakka ollut luonnos, jossa kappaletavara-automaatio tutkinnon osan laajuus oli 45 osaamispistettä (Lausuntopalvelu 2019). Paikallisten yritysten tarpeet automaatioasentajan koulutuksessa kartoitettiin kyselytutkimuksen avulla. Kyselytutkimus toteutettiin kahtena erillisenä kyselynä, joista toinen suunnattiin yrityselämän edustajille ja toinen koulusta valmistuneille paikallisissa yrityksissä työskenteleville automaatioasentajille.

Työn tuloksena saatiin kappaletavara-automaation opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen uudistamissuunnitelma, joka vastaa tutkinnon osan opetussuunnitelmaan ja mahdollisimman hyvin paikallisen yrityselämän tarpeisiin. Uudistamissuunnitelman avulla voidaan käytettävissä olevat rajalliset resurssit kohdentaa oikealla tavalla tukien Mäntän seudun koulutuskeskuksen, paikallisten yritysten ja opiskelijoiden tarpeita. Suunnitelman mukaan hankittavien opetuslaitteistojen ja oppimisympäristöjen tulee olla automaatiojärjestelmäkokonaisuuksia. Niiden avulla voidaan harjoitella sekä yksittäisiä kappaletavara-automaation tutkinnon osan ammattitaitovaatimuksia että laajempia työtehtäväkokonaisuuksia aloittaen valmistautumisesta asennuksiin, edeten asennuksiin ja päättyen töiden viimeistelyyn. Järjestelmien tulee olla varustettu nykyaikaisella turvatekniikalla. Tutkimuksen avulla saatiin tietoa paikallisen yrityselämän tarjoamista oppimisympäristöistä ja ajatuksista ammatillisen koulutuksen sisältöjen painopistealueista. Kyselyn toteuttaminen lisäsi koulumme yhteistyötä yrityselämän kanssa. Ammatillisen koulutuksen reformin yksi tärkeimmistä tavoitteista

olikin koulutuksen työelämälähtöisyys ja opiskelijoiden kouluaikainen yhteistyö yritysten kanssa.

Opinnäytetyössä toteutettu kappaletavara-automaation tutkinnon osan ammattitaitovaatimusten systemaattinen vertailu käytössä oleviin harjoitustöihin ja -tehtäviin onnistui hyvin ja tuotti työn tavoitteen mukaisia tuloksia. Tutkimusosio toteutettiin kyselytutkimuksena käyttäen Microsoft Forms -ohjelmistoa kyselyn toteuttamiseen ja tulosten analysointiin. Kysymysten laadinnassa ja tulosten analysoinnissa hyödynnettiin kirjallisuudesta saatua tietoa erilaisista tutkimusmenetelmistä ja tulosten analysointimenetelmistä. Kysymysten asettelu onnistui hyvin ja niiden avulla saatiin tietoa paikallisen yrityselämän tarpeista automaatioasentajan koulutukselle. Tutkimuksen tulokset ovatkin luotettavia ja käyttökelpoisia. Työelämän oppimisympäristöjen hyödyntäminen opetuksessa vaatisi lisää selvitystyötä. Oppimisympäristöistä tulisi ainakin selvittää niiden käytettävyys ja aikataulullinen sopivuus opetuksen kannalta. Yritysten mahdollisuudet osallistua niissä suoritettujen harjoitustöiden ja näyttöjen toteuttamiseen ja arviointiin tulisi myös selvittää.

Opinnäytetyön tulokset eivät ole sellaisenaan hyödynnettävissä muiden oppilaitosten tarpeisiin, koska kyselytutkimus oli kohdennettu paikallisille yrityksille ja työssä analysoidut harjoitustyöt ja -tehtävät eivät toteutukseltaan vastaa muiden oppilaitosten vastaavia töitä ja tehtäviä. Työn teoreettista tarkastelua ja kyselytutkimuksen kysymyksiä voitaisiin kuitenkin hyödyntää vastaavanlaisissa tutkimuksissa.

## LÄHTEET

Festo Didactic SE. N.d. Hardware. Luettu 6.12.2019.

<https://ip.festo-didactic.com/InfoPortal/MPS/MPS203I4.0/EN/index.html>

Festo Didactic SE. N.d. Learning systems. Luettu 6.12.2019.

<https://www.festo-didactic.com/int-en/learning-systems/equipment-sets/pneumatics/training-packages/equipment-set-tp-230-advanced-level-vacuum-technology.htm?fbid=aW50LmVuLjU1Ny4xNy4xOC41NjMuNzU5MQ>

Festo Didactic SE. N.d. Mechanical Drives Training System. Luettu 6.12.2019.

[https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/dsi\\_mechanical\\_drives\\_training\\_system\\_si\\_did1112\\_en\\_a4,screen\\_version.pdf](https://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/dsi_mechanical_drives_training_system_si_did1112_en_a4,screen_version.pdf)

Heikkilä, T. 2014. Tilastollinen tutkimus. 9. uudistettu painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Jyväskylän yliopisto. Menetelmäpolkuja humanisteille. Luettu 17.11.2019.

<https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimus-strategiat/empiirinen-tutkimus>

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän Ammattikorkeakoulu.

Lausuntopalvelu. 2019. Lausuntopyyntö sähkö- ja automaatioalan perustutkinnon perusteista. Luettu 6.10.2019

<https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposallid=da22ccb3-913f-4c5f-b079-1504f794f092>

Opetushallitus. 2017. 2638 - Sähkö- ja automaatioalan perustutkinto. Kappale-tavara-automaatio 30 osp. Luettu 6.10.2019.

<https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/esitys/3328286/reformi/tutkinnon-osat/3376120>

Opetushallitus. 2018. Näytöt ja osaamisen arviointi. Luettu 24.11.2019.

<https://eperusteet.opintopolku.fi/eperusteet-service/api/dokumentit/6081032>

Opetushallitus. 2019. 1756 - Lausuntopyyntö sähkö- ja automaatioalan perustutkinnon perusteista-pdf. Luettu 6.10.2019.

<https://www.lausuntopalvelu.fi/FI/Proposal/Participation?proposallid=da22ccb3-913f-4c5f-b079-1504f794f092>

Sastamalan koulutuskuntayhtymä. Luettu 6.10.2019.

<https://www.sasky.fi/sasky/>

Työsuojeluhallinto. 2008. Koneturvallisuus. Luettu 6.12.2019.

[https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Koneturvallisuus\\_tso\\_16-2009.pdf/6ae406a0-29fc-45fa-a4a6-19e38af399cc](https://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Koneturvallisuus_tso_16-2009.pdf/6ae406a0-29fc-45fa-a4a6-19e38af399cc)

## LIITTEET

Liite 1. Yrityskysely (Mika Myntti, Heikki Sarja).

1 (5)

### Paikallisten yritysten osaamistarpeet

Teemme YAMK opintoihimme liittyen kyselyä oppilaitoksestamme (Mäntän seudun koulutuskeskus) paikallisen yritys-elämän edustajille. Tarkoituksenamme on kehittää kappaletavara-automaation, pneumatiikan ja hydraulikan opetuslaitteita, opetusta ja oppimisympäristöjä vastaamaan paremmin työelämän tarpeita. Toivomme myös vapaasti vastattaviin kohtiin kommentteja aiheeseen liittyen. Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti ja vastaajien nimiä ei mainita opinnäytetyössä eikä muissakaan materiaaleissa. Terveisin Mika Myntti ja Heikki Sarja.

1. Oletteko palkanneet automaatioalan osaajia yritykseenne viimeisen kahden vuoden aikana?

- Kyllä
- Ei

2. Onko heidän osaamisensa vastannut odotuksianne ja tarpeitanne?

- Kyllä täysin
- Osittain
- Ei lainkaan

3. Mikäli osaaminen ei ole vastannut odotuksianne, niin kertokaa lyhyesti, miten se ei ole vastannut? \_\_\_\_\_

4. Mitä seuraavista osaamisalueista painotitte tai painottaisitte, jos olisitte palkkaamassa automaatioasentajia?

- Mekaaniset työt (esim. kuljettimien huolto- ja korjaus)
- Erilaisten anturien asennus ja kytkentä
- Logiikan ohjelmointi- ja muutostyöt sekä vian haku
- Servo- ja askelmoottorikäytöt
- Automatisoidut mittaukset (kunnonvalvonta ja laatu)



2 (5)

- Robottien ohjelmointi, ohjelmien muutokset
- Robottien käyttöönototyöt
- Pneumatiikkajärjestelmien huolto- ja asennustyöt
- Hydraulikkajärjestelmien huolto- ja asennustyöt
- Automaatiojärjestelmien käyttöönototyöt
- Turvalaitteiden asennus ja käyttöönotto
- Muu \_\_\_\_\_

5. Onko yrityksessänne mahdollisuutta työpaikalla tapahtuvaan koulutukseen tai työelämän näyttöihin yhdellä tai useammalla seuraavista osa-alueista?

- Mekaaniset työt (esim. kuljettimien huolto- ja korjaus)
- Erilaisten anturien asennus ja kytkentä
- Logiikan ohjelmointi- ja muutostyöt sekä vian haku
- Servo- ja askelmoottorikäytöt
- Automatisoidut mittaukset (kunnonvalvonta ja laatu)
- Robottien ohjelmointi, ohjelmien muutokset
- Robottien käyttöönototyöt
- Pneumatiikkajärjestelmien huolto- ja asennustyöt
- Hydraulikkajärjestelmien huolto- ja asennustyöt
- Automaatiojärjestelmien käyttöönototyöt
- Turvalaitteiden asennus ja käyttöönotto
- Muu \_\_\_\_\_

6. Kohdissa 7 - 17 pyydämme arvioimaan eri osaamisalueiden merkitystä yrityksenne tarpeita silmällä pitäen. Arvioi jokaisen osa-alueen merkitys asteikolla 1 - 5.

7. Mekaaniset työt (esim. kuljettimien huolto- ja korjaus)

*Osaamisalan merkitys*

<i>Vähäinen</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>Merki-</i>
<i>tyksellinen</i>						

## 8.Erilaisten anturien asennus ja kytkentä

*Osaamisalan merkitys*

<i>Vähäinen</i>	1	2	3	4	5	<i>Merki-</i>
-----------------	---	---	---	---	---	---------------

*tyksellinen*

## 9.Logiikan ohjelmointi-, muutostyöt ja vian haku

*Osaamisalan merkitys*

<i>Vähäinen</i>	1	2	3	4	5	<i>Merki-</i>
-----------------	---	---	---	---	---	---------------

*tyksellinen*

## 10.Servo- ja askelmoottorikäytöt

*Osaamisalan merkitys*

<i>Vähäinen</i>	1	2	3	4	5	<i>Merki-</i>
-----------------	---	---	---	---	---	---------------

*tyksellinen*

## 11.Automatisoidut mittaukset (kunnonvalvonta ja laatu)

*Osaamisalan merkitys*

<i>Vähäinen</i>	1	2	3	4	5	<i>Merki-</i>
-----------------	---	---	---	---	---	---------------

*tyksellinen*

## 12.Robottien ohjelmointi, ohjelmien muutokset

*Osaamisalan merkitys*

<i>Vähäinen</i>	1	2	3	4	5	<i>Merki-</i>
-----------------	---	---	---	---	---	---------------

*tyksellinen*

## 13.Robottien käyttöönotto

*Osaamisalan merkitys*

<i>Vähäinen</i>	1	2	3	4	5	<i>Merki-</i>
-----------------	---	---	---	---	---	---------------

*tyksellinen*

## 14.Pneumatiikkajärjestelmien huolto ja asennus

*Osaamisalan merkitys*

*Vähäinen* 1            2            3            4            5            *Merki-  
tyksellinen*

## 15.Hydraulijärjestelmien huolto ja asennus

*Osaamisalan merkitys*

*Vähäinen* 1            2            3            4            5            *Merki-  
tyksellinen*

## 16.Automaatiojärjestelmien käyttöönototyöt

*Osaamisalan merkitys*

*Vähäinen* 1            2            3            4            5            *Merki-  
tyksellinen*

## 17.Turvalaitteiden asennus ja käyttöönotto

*Osaamisalan merkitys*

*Vähäinen* 1            2            3            4            5            *Merki-  
tyksellinen*

18.Yrityksenne automaatiojärjestelmät

*Robotiikka*

- ABB Robot
- Motoman
- Fanuc
- KUKA
- Siemens
- Kawasaki
- Muu \_\_\_\_\_

19.Mitä logiikoita yrityksenne automaatiojärjestelmissä on käytössä?

20.Yrityksenne erityistoiveet ammatilliseen koulutukseen?

21.Onko yrityksellänne tarvetta työntekijöidenne ammatilliseen jatkokoulutukseen automaatiotekniikan osalta?

- Kyllä
- Ei

22.Jos vastasitte edelliseen kysymykseen kyllä, niin kertokaa lyhyesti, minkälaista koulutusta tarvitsisitte?

23.Yrityksenne työntekijöiden määrä.

- 1 - 10
- 10 - 20
- 20 - 50
- 50 –

24.Saako yrityksenne nimen mainita raportissa?

- Saa mainita, mutta vain nimi
- Saa mainita ja järjestelmäkuvaukset
- EI SAA

25.Vapaa palautekenttä, toiveita ammatillisen koulutuksen kehittämiseen.

Liite 2. Opiskelijakysely (Mika Myntti, Heikki Sarja).

1 (3)

## **Opiskelijakysely**

Teemme YAMK opintoihimme liittyen kyselyä koulustamme valmistuneille opiskelijoille ja paikallisen yritysälämän edustajille. Tarkoituksenamme on kehittää kappaletavara-automaation, pneumatiikan ja hydrauliiikan opetuslaitteita ja ympäristöjä vastaamaan paremmin työelämän tarpeita. Toivomme myös vapaasti vastattaviin kohtiin kommentteja aiheeseen liittyen. Vastauksesi esitetään opin- näytetyössä nimettömänä ja saatua palautetta käsitellään muutoinkin luottamuk- sellisesti. Terveisin Mika Myntti ja Heikki Sarja.

### **1. Valmistumisvuosi**

### **2. Tämän hetkinen tilanne työmarkkinoilla?**

- Työssä
- Opiskelija
- Muu

### **3. Mikäli olet työelämässä, missä tehtävissä olet?**

- Automaatiotehtävissä
- Sähköasennustehtävissä
- Tuotantotehtävissä

### **4. Mikäli olet hakeutunut jatko-opintoihin, opiskeletko sähkö- ja automaa- tioalalla?**

- Kyllä
- En

2 (3)

**5. Jos opiskelet tai työskentelet sähkö- ja automaatioalalla, koetko että kappaletavara-automaatio opinnoista tai pneumatiikka- ja hydraulikka opinnoista on ollut tähän mennessä hyötyä sinulle?**

- Kyllä
- Ei
- Uskon, että jatkossa on.

**6. Mistä seuraavista (valitse yksi tai useampi) on ollut sinulle hyötyä tai olisit tarvinnut työssäsi?**

- Anturien toiminta ja asennus
- Linjaustyöt (higna, ketju, hammaspyörä jne...)
- Logiikan ohjelmointi
- Liittyminen logiikkaan, vian paikannus
- Servo- tai askelmoottoriohjaus
- Lähtö- ja tuloviestien käsittely logiikalla (myös analogi).
- Robotin ohjelmointi ja tuntemus
- Kunnossapidon raportointi, ennakkohuollot.
- Kunnossapidon mittaukset (lämpötila, värinä jne...)
- Automaatiojärjestelmien suojaukset (turvaverhot jne...)
- Pneumatiikan peruskomponenttien tuntemus
- Hydraulikan komponenttien perustuntemus
- Koneiden ja linjojen turvalaitteet esim. turvalogiikat

**7. Mikäli työskentelet automaatiotehtävissä tai tuotantotehtävissä, joissa käytetään automaatiojärjestelmiä, mitä nämä järjestelmät ovat? (Esim. logiikka Siemens S7-1500, Robotti ABB jne...)**

3 (3)

**8. Valitse seuraavista kappaletavara-automaation ja sähkö- ja automaatio-asennukset sisällöistä kolme osa-aluetta, jota painottaisit opinnoissa enemmän.**

- Mekaniikka-asennukset (kuljettimet, anturit, nostimet, linjaukset jne...)
- Käyttö- ja ohjaustyöt (Logiikan ohjelmointi, viestien käsittely jne...)
- Robotiikka (Ohjelmointi, rakenne jne...)
- Pneumatiikka
- Hydraulikka
- Käynnissäpito- ja kunnonvalvonta.

**9. Miten kappaletavara-automaation, pneumatiikan ja hydraulikan opetuslaitteistoja ja opetusympäristöjä tulisi mielestäsi kehittää?**

- Rakentamalla kokonaisia automaatiojärjestelmiä ja niihin liittyviä harjoituksia
- Lisäämällä esimerkiksi konenäköön liittyviä laitteistoja.
- Lisätä turvajärjestelmien opetusympäristöjä.
- Lisätä käytännön huoltotehtäviä, esimerkiksi koulun koneiden huolto
- Siirtää painopiste työelämän ympäristöihin (opiskelija etsii näyttöympäristön itse).
- Siirtyminen pelkästään teollisuuden logiikoiden käyttöön.

**10. Kerro vapaasti miten opetuslaitteistoja tulisi mielestäsi kehittää?**

**11. Kerro vapaasti, miten opetusta tulisi mielestäsi kehittää?**

## Liite 3. Yrityskyselyn tulokset (Mika Myntti, Heikki Sarja)

1(5)

6.12.2019

Microsoft Forms

Forms

Paikallisten yritysten osaamistarpeet - Tallennettu

? MM

## Paikallisten yritysten osaamistarpeet




10  
vastausta08:33  
Keskimääräinen vastaamisaikaAktiivinen  
Tila  
Ideat

1. Oletteko palkanneet automaatioalan osaajia yritykseenne viimeisen kahden vuoden aikana?

 Kyllä	3
 Ei	7



2. Onko heidän osaamisensa vastannut odotuksianne ja tarpeitanne?

 Kyllä, täysin.	0
 Osittain.	3
 Ei lainkaan.	3



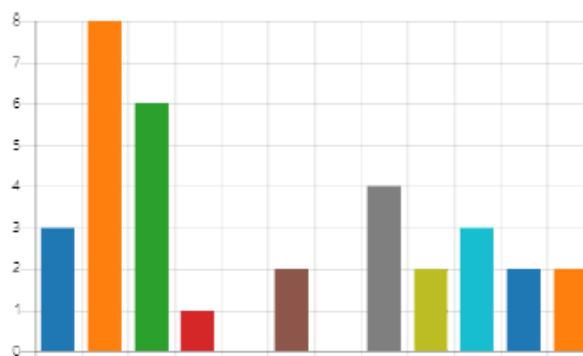
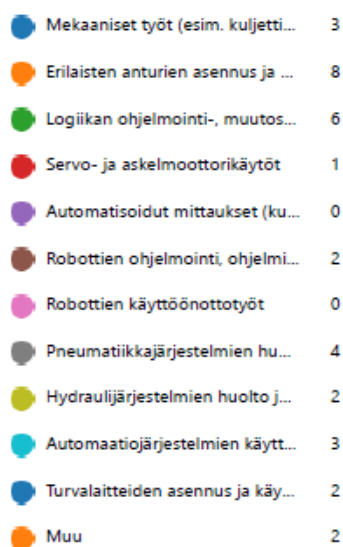
3. Mikäli osaaminen ei ole vastannut odotuksianne, niin kertokaa lyhyesti, miten se ei ole vastannut?

6  
vastausta

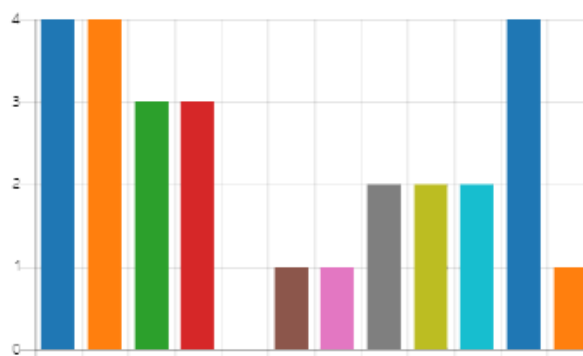
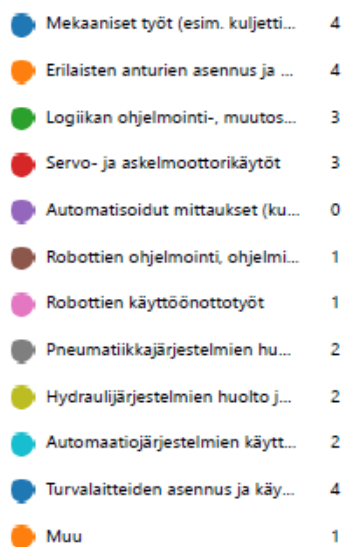
Uusimmat vastaukset



4. Mitä seuraavista osaamisalueista painotitte tai painottaisitte, jos olisitte palkkaamassa automaatioasentajia?



5. Onko yrityksessänne mahdollisuutta työpaikalla tapahtuvaan koulutukseen tai työelämän näyttöihin yhdellä tai useammalla seuraavista osa-alueista?



3 (5)

6. Kohdissa 7 - 17 pyydämme arvioimaan eri osaamisalueiden merkitystä yrityksenne tarpeita silmällä pitäen. Arvioi jokaisen osa-alueen merkitys asteikolla 1 - 5.

7. Mekaaniset työt (esim. kuljettimien huolto- ja korjaus)

**10**  
vastausta

**3.4**  
Keskiarvo

8. Erilaisten anturien asennus ja kytkentä

**10**  
vastausta

**4.5**  
Keskiarvo

9. Logiikan ohjelmointi-, muutostyöt ja vian haku

**10**  
vastausta

**4**  
Keskiarvo

10. Servo- ja askelmoottorikäytöt

**10**  
vastausta

**2.8**  
Keskiarvo

11. Automatisoidut mittaukset (kunnonvalvonta ja laatu)

**9**  
vastausta

**3**  
Keskiarvo

## 12. Robottien ohjelmointi, ohjelmien muutokset

10

vastausta

1.8

Keskiarvo

## 13. Robottien käyttöönototyöt

10

vastausta

2.1

Keskiarvo

## 14. Pneumatiikkajärjestelmien huolto ja asennus

10

vastausta

3.5

Keskiarvo

## 15. Hydraulijärjestelmien huolto ja asennus

10

vastausta

3.9

Keskiarvo

## 16. Automaatiojärjestelmien käyttöönototyöt

10

vastausta

3.6

Keskiarvo

## 17. Turvalaitteiden asennus ja käyttöönotto

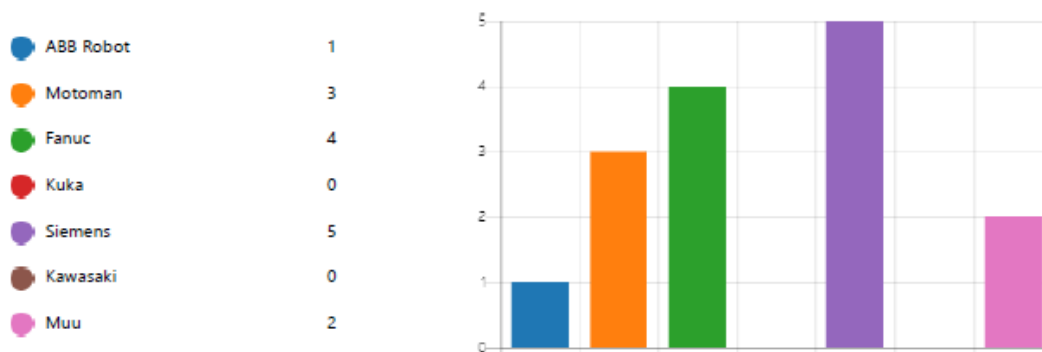
10

vastausta

3.3

Keskiarvo

## 18. Yrityksenne automaatiojärjestelmät



## 19. Mitä logiikoita yrityksenne automaatiojärjestelmissä on käytössä?

7  
vastausta

Uusimmat vastaukset

## 20. Yrityksenne erityistoiveet ammatilliseen koulutukseen?

4  
vastausta

Uusimmat vastaukset

## 21. Onko yrityksellänne tarvetta työntekijöidenne ammatilliseen jatkokoulutukseen automaatiotekniikan osalta?



## Liite 4. Opiskelijakyselyn tulokset (Mika Myntti, Heikki Sarja)

1 (4)

6.12.2019 Microsoft Forms

Forms Opiskelijakysely - Tallennettu ? MM

## Opiskelijakysely

**6**  
vastausta

**204:11**  
Keskimääräinen vastaamisaika

**Aktiivinen**  
Tila

## 1. Valmistumisvuosi

**6**  
vastausta

Uusimmat vastaukset

"2019"

"2015"

"2019"

## 2. Tämän hetkinen tilanne työmarkkinoilla?

<span style="color: blue;">●</span> Työssä	6
<span style="color: orange;">●</span> Opiskelija	0
<span style="color: green;">●</span> Muu	0

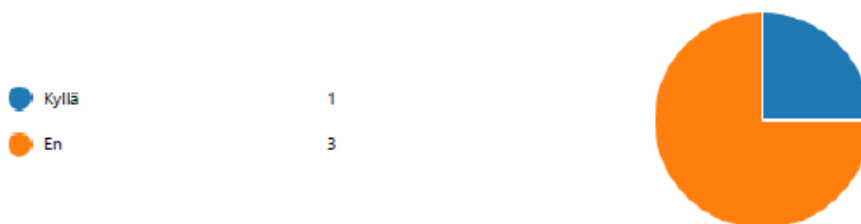


## 3. Mikäli olet työelämässä, missä tehtävissä olet?

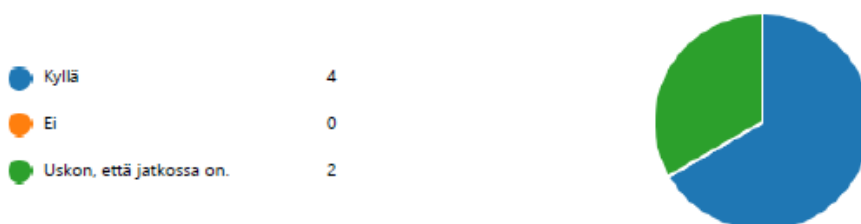
<span style="color: blue;">●</span> Automaatiotehtävissä	2
<span style="color: orange;">●</span> Sähköasennustehtävissä	2
<span style="color: green;">●</span> Tuotantotehtävissä	0
<span style="color: red;">●</span> Muu	2



4. Mikäli olet hakeutunut jatko-opintoihin, opiskeletko sähkö- ja automaatioalalla?

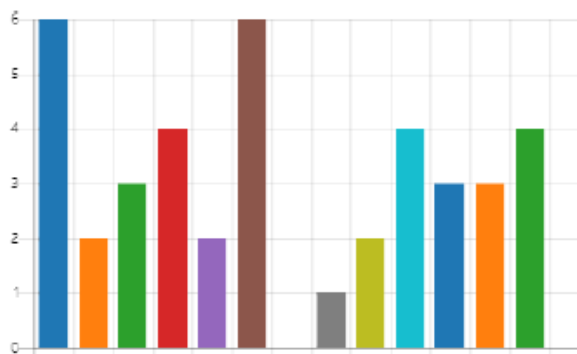


5. Jos opiskelet tai työskentelet sähkö- ja automaatioalalla, koetko että kappaletavara-automaatio opinnoista tai pneumatiikka- ja hydraulikka opinnoista on ollut tähän mennessä hyötyä sinulle?



6. Mistä seuraavista (valitse yksi tai useampi) on ollut sinulle hyötyä tai olisit tarvinnut työssäsi?

Anturien toiminta ja asennus	6
Linjaustyöt (higna, ketju, ham...	2
Logiikan ohjelmointi	3
Liittyminen logiikkaan, vian pa...	4
Servo- tai askelmoottoriohjaus	2
Lähtö- ja tuloviestien käsittely ...	6
Robotin ohjelmointi ja tuntem...	0
Kunnossapidon raportointi, en...	1
Kunnossapidon mittaukset (lä...	2
Automaatiojärjestelmien suoja...	4
Pneumatiikan peruskompone...	3
Hydrauliikan komponenttien p...	3
Koneiden ja linjojen turvalaitte...	4
Muu	0



3 (4)

7. Mikäli työskentelet automaatiotehtävissä tai tuotantotehtävissä, joissa käytetään automaatiojärjestelmiä, mitä nämä järjestelmät ovat? (Esim. logiikka Siemens S7-1500, Robotti ABB jne...)

4

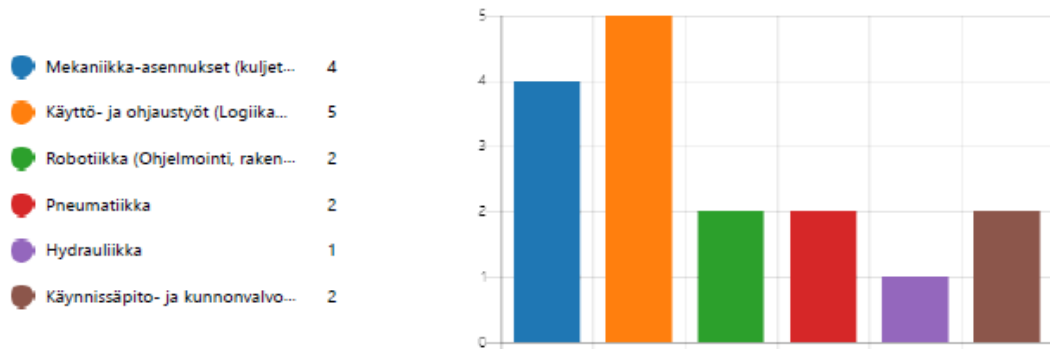
vastausta

Uusimmat vastaukset

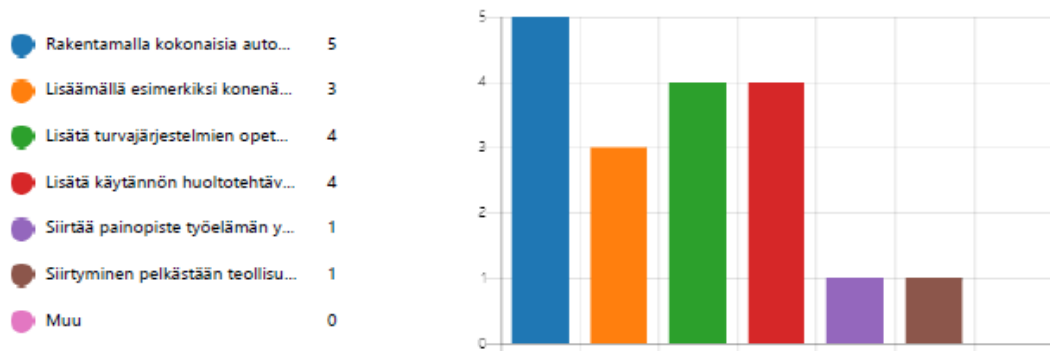
\*\*

\*Siemens S7 300/400/1200/1500. Siemens S5. Siemens Sinamics servo...

8. Valitse seuraavista kappaletavara-automaation ja sähkö- ja automaatioasennukset sisällöistä kolme osa-alueetta, jota painottaisit opinnoissa enemmän.



9. Miten kappaletavara-automaation, pneumatiikan ja hydrauliiikan opetuslaitteistoja ja opetusympäristöjä tulisi mielestäsi kehittää?



10. Kerro vapaasti miten opetuslaitteistoja tulisi mielestäsi kehittää?

4  
vastausta

Uusimmat vastaukset

"Monipuolisuus"

"Pyrkiä pitämään laitteistoa ajan tasalla ja kunnossa, ettei suuri osa o...

11. Kerro vapaasti, miten opetusta tulisi mielestäsi kehittää?

4  
vastausta

Uusimmat vastaukset

"Lisää tunteja"

"Näyttöitä voisi painottaa enemmän työssäoppimisjaksoille. Tällöin ...

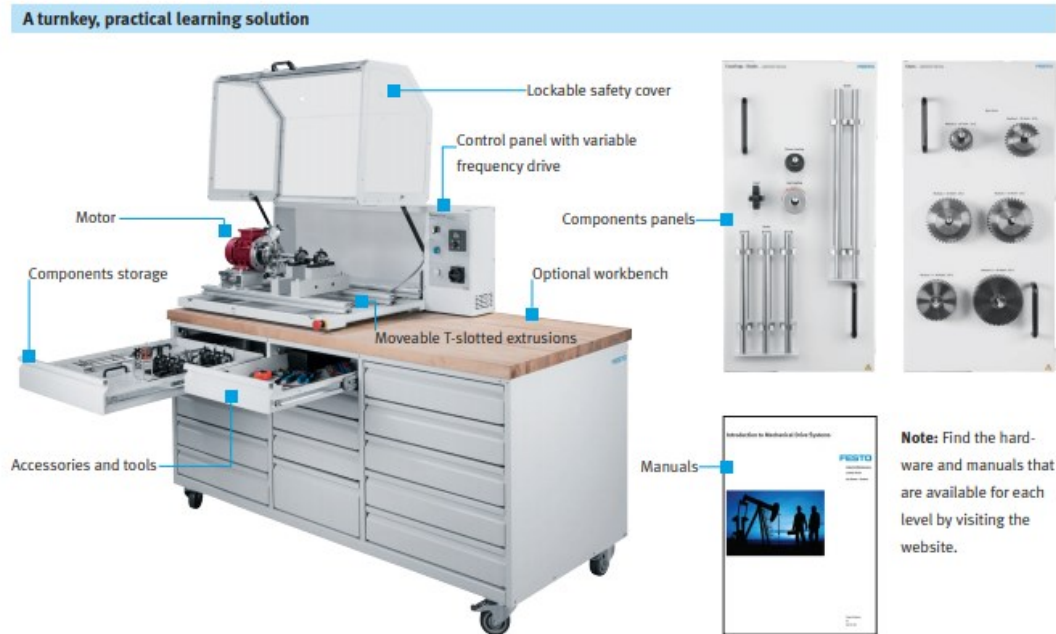


Liite 5. Mekaniikka-asennustyöpieste. (Festo Didactic SE n.d.).

1 (2)

## Overview of the Mechanical Drives Training System

### A modular approach to suit a range of training needs



#### Ergonomic design

The system is designed with movable, T-slotted extrusions to minimize assembly time.

Positioning the extrusions and the main components requires just a single tool and a couple of minutes, allowing students to focus their attention on the most relevant learning objectives.

#### Space-efficiency

Industrial-grade machine elements, such as pulleys, gears, chains, or bearings, are sized specifically so that experiments can be performed within the table-top workstation.

Components are stored on panels for better organization, storage, and inventory control. Panels can be wall-mounted on the optional support or stored in the optional workbench.

#### Safety first

Safety is maintained with an industrial-grade detection circuit that cuts power when the polycarbonate cover is opened. The cover can also be locked when closed to further improve safety during operation and allow instructors to control access to the components.

A lockout/tag out procedure is performed by students on the main switch each time they work with the system.

#### Guided learning

Student and instructor manuals complement the training system, and consist of illustrated theory and exercises, offering self-paced experiments with step-by-step procedures. This is ideal for autonomous learning, and enables instructors to optimize the time they spend with students.

Manuals are available in electronic or printed format for convenience.

**Start with the workstation package, then select the level packages you need**

**Workstation package**

The Workstation package is the foundation of the training system and includes the Workstation and the components common to most of the system experiments.

The Workstation can be enriched through the addition of one or more levels packages. Each level includes machine elements, basic tools, and measuring apparatus; student manuals and instructor guides are also available. The Workstation package is prerequisite to all levels.

**Topics covered:**

- Mechanical drives and safety procedures
- Familiarization with workstation hardware and controls
- Building simple set-ups with frequently-used components, such as pillow block bearings, shafts, and couplings
- Basic alignment procedures, measurement of torque and speed, and the calculation of power and efficiency

**Level 1**

Level 1 includes components and exercises for teaching basic skills related to the installation and commissioning of belt, chain, and gear drives.

**Topics covered:**

- Students learn to align pulleys, sprockets, and gears, as well as adjust belt tension, chain slack, and gear backlash, among other skills. Recognizing the most common problems is also part of the curriculum.

**Level 2**

Level 2 provides students with more practice in installation procedures for belt, chain, and gear drives, as well as familiarization with additional hardware and set-ups commonly found in industry. Level 1 is a prerequisite for Level 2.

**Topics covered:**

- Multiple and variable speed belt drives, synchronous belt drives, and multiple belt/chain set-ups
- Use of an idler for belt and chain drives
- Types of gears and their specific installation procedures; bevel, helical, and worm/worm gear set-ups
- Gearbox components and operation

**Level 3**

Level 3 introduces couplings and additional shaft alignment methods. In the context of real industrial applications, students learn methods for installing/removing bearings and seals in housings and on shafts.

**Topics covered:**

- Installation of couplings with various misalignment tolerances, including the universal joint
- Dial and reverse indicators shaft alignment methods
- Use of a press, a pusher/puller, or a heating plate for installation/removal of ball bearings in various configurations
- Installation methods for seals, such as O-ring, lip, and mechanical

**Level 4**

Level 4 deals in part with the fundamentals of engaging and braking loads. The learning material also includes a linear slide application to introduce the hardware required to convert between rotary and linear motion.

**Topics covered:**

- Installation and operation of an electromagnetic clutch-brake unit, roller ramp clutch, and torque limiter
- Building of a linear slide with ball screws and linear bearings. Backlash measurement, lead, and speed ratio are covered

**Additional packages**

Two different packages are offered to better understand the nature of vibrations in mechanical drives: Vibration metering and Vibration analysis. Both packages include hardware to generate vibrations.

**Topics covered:**

- **Basic package:**  
Vibration metering – Measurement using an accelerometer in different positions, comparison of vibration levels to a severity chart
- **Advanced package:**  
Vibration analysis – Introduction to vibration, level measurement, FFT spectrum and waveform analyses, machine diagnosis, and data analysis/reporting.

## Liite 6. Uudistamissuunnitelma.

Hankittava laite / laitteisto	Osa-kokonaisuus	Valmistaja	Toimittaja	Merkki	Määrä	Q	Vuosi	Kustannusarvio / Hintal/ keur	Kilpailutettava	Tarjoukset pyydetty	Tilattu	Toimitettu	Puutteita
Konenäkökamera	Ei	Cognex			1	Q2	2019	10	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Ei
Alipainenostin	Kyllä	Festo	Festo	TP230	1	Q4	2019	1,5	Ei	Kyllä	Kyllä	Ei	
Turvaskanneri	Ei				1	Q1	2020	1,5	Ei				
Turvalogiikka	Ei				2	Q3	2020	2	Ei				
Logiikka	Ei	Siemens		S7-1200	2	Q1	2020	1,5	Ei				
Automaatiojärjestelmä	1/3	Esim. Festo			1	Q2	2020	20	Kyllä				
Automaatiojärjestelmä	2/3	Esim. Festo			1	Q2	2021	20	Kyllä				
Logiikka	Ei	Siemens		S7-1500	2	Q1	2021	2	Ei				
Automaatiojärjestelmä	3/3	Esim. Festo			1	Q2	2022	20	Kyllä				
Mekaniikka- asennustyöpiste	Ei	Esim. Festo			1			44	Kyllä				
Optiot edelliseen, väärnämittaukset		Esim. Festo			1			12,5	Kyllä				