



Kappaletavara-automaation opetuslaitteisto

Markus Miller

Opinnäytetyö
Tammikuu 2011
Ylempi AMK
Automaatioteknologia
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ylempi AMK koulutusohjelma
Automaatioteknologian suuntautumisvaihtoehto
Markus Miller: Kappaletavara-automaation opetuslaitteisto
Opinnäytetyö 92 s., liitteet 31 s.
Marraskuu 2011

Opinnäytetyössä suunniteltiin ja osittain jo rakennettiin kappaletavara-automaatioon soveltuva opetuslaitteisto, joka tulee koostumaan kahdesta kuljetimesta ja niitä yhdistävästä hissistä. Lisäksi kuljetinradoilla on kaksi kääntöpöytää, joilla kuljettimilla liikkuvat työtasot saadaan siirrettyä hihnalta sivuun, ja erillinen työstöpöytä, jolla pieni kappaletavaramanipulaattori siirtää työstettävän osan työtasolla olevalle kuljetinalustalle. Laitteisto yhdistää mekaaniset ja sähköiset osat toisiinsa sekä käyttää hyödykseen pneumatiikan komponentteja.

Työn teoreettisessa osassa käsiteltiin oppimisen perusteita, opetuksen työelämävastaavuutta ja oppimisympäristön merkitystä oppimiseen. Työssä tehtiin sähköalan yrityksille kysely, jonka tehtävänä oli selvittää nykyisen opetuksen työelämävastaavuutta. Opetuslaitteiston suunnittelussa perehdyttiin ohjelmoitavaan logiikkaan, laitteistoon liitettäviin sähköisiin komponentteihin ja teollisuudessa käytettäviin väyläjärjestelmiin.

Työpaikoille suunnattua kyselyä pidettiin tärkeänä osana ammattikoulun ja työpaikkojen yhteistyötä. Kyselyn tuloksena voidaan koulutusta suunnata työelämän haluamaan suuntaan ja tuottaa sinne ammattitaitoista työvoimaa. Suunniteltu ja osittain rakennettu opetuslaitteisto todettiin hyödylliseksi opetettaessa teollisuusautomaatiota ja vian etsintää. Tulevaisuudessa laitteiston laajennusmahdollisuus esim. valvomojärjestelmiin antaa valmiudet pysyä ajan tasalla työelämän tarpeet huomioiden.

Avainsanat: Kappaletavara-automaation opetuslaitteisto, sähköasentaja, ammatillinen koulutus

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences, Master's Degree
Degree Programme in Automation Technology

Writer	Markus Miller
Thesis	Development of Automation Teaching equipment
Pages	92 + 31 appendices
Graduation time	December 2011
Thesis supervisor	Olavi Kopponen

This thesis describes the development of a automation equipment suitable for teaching. The equipment consists of two conveyors, two turntables, working table with a small manipulator and an elevator that links them together. The equipment combines mechanical and electrical components to each other as well as takes advantage of pneumatic components.

The theoretical part of the thesis discussed the criteria of learning and teaching, working life relevance and the significance of learning environment. The data collection methods used in the thesis were survey and interviews among electricity companies and a survey among students. The aim was to find out how teaching correspond with the skills electricians needed. In designing the equipment, programmable logical controllers connected to electronic components, used in industry systems were utilised.

The survey carried out in the electricity companies was seen as an important act of cooperating between vocational school and workplaces. The results can be use to direct teaching. The designed and partially built educational system was found useful in teaching industrial automation, and in troubleshooting. In the future, the possibility of to extend the system to cover for instance SCADA systems, provides the readiness to keep up-to-date regarding the needs of the labor market.

Key words: Automation teaching equipment, teaching of electricians.

Sisältö

1	JOHDANTO	6
2	KEHITYSTYÖN TAVOITE JA RAJAUKSET	7
3	SUUNNITTELUYÖN ONGELMAT	8
4	TUTKIMUSMENETELMÄT	9
5	SÄHKÖTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA	11
5.1	Tutkinnon vaatimukset	11
5.2	Koulutusohjelman tavoitteet	11
5.3	Koulutusohjelman työelämävastaavuus	12
6	OPETUSMENETELMÄT	13
6.1	Lähiopetus	14
6.2	Ammatillinen työharjoittelu	15
7	OPPIMISKÄSITYKSET	17
7.1	Oppimisympäristön vaikutus oppimiseen	21
7.2	Opetusmenetelmien testaaminen käytännössä	22
8	TYÖELÄMÄN MUUTTUVAT VAATIMUKSET	25
9	OSAAMISEN ARVIOINTI	27
9.1	Arvioitava osaaminen ja arvioinnin tavoitteet	27
9.2	Ammattiosaamisen näyttöjen laatuvaatimukset	31
10	YRITYSKYSELY SÄHKÖASENTAJAN KOULUTUKSESTA	32
10.1	Yrityskyselyn tulosten tulkitseminen	32
10.2	Yrityskyselyn tulosten tulokset	33
11	SÄHKÖLABORATORIOTILAT JA -LAITTEISTOT	38
11.1	Sähkötyöturvallisuus sähkölaboratoriotiloissa	38
11.2	Asennusstandardin SFS 6000 huomioonottaminen	39
11.3	Konedirektiivin vaatimukset	40
11.4	Riskien arviointi	40
12	AUTOMAATIOTEKNIIKAN OPETUSLAITTEISTON SUUNNITTELU	42

12.1	Mekaniikka.....	42
12.2	Pneumatiikka.....	43
12.3	Sähkösuunnittelu.....	44
12.4	Automaatiosuunnittelu.....	45
12.5	Anturit.....	45
12.6	Sähkömoottorit ja niiden ohjaus.....	47
12.7	Taajuusmuuttajat.....	48
12.8	Turvareleet ja hätäseis.....	49
12.9	Releistys, sulakkeet ja muut sähkötekniikan komponentit.....	50
12.10	Kaapelointi ja laitekaapit.....	51
12.11	Ohjelmoitavat logiikat.....	52
12.12	Teollisuusväylät.....	53
12.13	Kappaletavaran käsittelymanipulaattori.....	54
13	ASENNUKSET.....	55
13.1	Ohjelmointi.....	55
13.2	Kuljetinlaitteiston dokumentointi.....	55
14	LAITTEISTON HYÖDYNTÄMINEN OPETUKSESSA.....	57
15	TYÖN TULOSTEN TARKASTELU.....	58
	LÄHDELUETTELO.....	59
	LIITTEET.....	61

1 JOHDANTO

Tarkastelen tässä opinnäytetyössä sähköasentajan ammatilliseen perustutkintoon liittyviä ongelmia, haasteita ja työelämän vaatimusten vastaavuutta. Työtä lähestytään sekä pedagogiselta kantilta että käytännön läheisesti.

Työssä on tehty tutkimus sekä työelämän näkemyksistä että opiskelijoiden näkemyksistä, minkälaisia asioita he pitävät tärkeinä ja mitä eivät. Tutkimustulokset ovat käyty lävitse ja niistä on tehty johtopäätöksiä, jotka edesauttavat suunnitamaan koulutusta työelämän vaatimuksia lähemmäksi.

Yhtenä työn tavoitteena on suunnitella automaatiotekniikan opetustyössä tarvittava laitteisto. Laitteiston tarkoituksena on herättää mielenkiintoa teoreettisia aineita kohtaan tarjoamalla teorioita havainnollistavia laitteita. Lisäksi suunnitellulla laitteistolla voidaan opettaa kokonaisuuksien hallintaa, mikä on normaaliopetuksessa ollut harvinaista ja joka on normaalisti jätetty yksinomaan työelämän harteille. Laitteiston avulla on mahdollista saada sähköasentajien koulutuksesta monipuolisempaa ja siten myös edistää heidän sijoittumistaan työelämän palvelukseen.

2 KEHITYSTYÖN TAVOITE JA RAJAUKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella automaatiotekniikan opetukseen turvallinen, nykyaikainen ja yleisesti teollisuudessa käytetty kappaletavara-automaation laitteisto, jolla voitaisiin opettaa teollisuudessa käytettävien komponenttien asentamista, korjaamista sekä huoltamista. Laitteiston tulisi sisältää mekaanista huoltoa tarvitsevia laitteita, sähköisiä komponentteja sekä pneumaattisia laitteita. Laitteiston kehittäminen lähti alkuunsa joskus Vammalan ammattikouluun huutokaupasta hankitusta hihnakuuljetinlaitteistosta, jota oli käytetty matkapuhelinten valmistuksessa.

Laitteisto koostui kahdesta hihnakuuljettimesta, hissistä, kahdesta kääntöpöydästä sekä erillisestä työstöpöydästä. Laitteisto sisälsi pneumatiikan komponentteja esim. ilmasynterejä sekä niiden ohjaukseen käytettäviä sähkökäyttöisiä venttiilejä. Tarkoituksena oli hyödyntää jo valmiit osat mahdollisimman tarkkaan. Lisäksi laitteiden osien mukana oli pieni manipulaattori, joka oli myös tarkoitus hyödyntää opetuslaitteistossa. Ongelma laitteiston kokoamisessa oli, että siitä puuttuivat mekaaniset piirustukset ja laitteiston ostaneet ihmiset olivat joko eläkkeellä tai muuttaneet eri työpaikkaan. Lisäongelman toi myös se, että laitteiston logiikoiden ikä oli jo yli 15 vuotta, joten ne eivät siten vastanneet enää nykyajan laitteistoa.

Suunnittelun ja tämän työn lähtökohdaksi otettiin, että laitteisto suunnitellaan uusiksi moderneilla komponenteilla, kuitenkin hyödyntäen niin paljon vanhoja osia kuin mahdollista. Samalla lähtökohdaksi asetettiin, että laitteiston avulla voitaisiin opettaa väyläjärjestelmiä, antureita, taajuusmuuttajakäyttöjä sekä Siemens S7-1200 sarjan logiikoita. Työ rajattiin koskemaan lähinnä suunniteltua, jonka perusteella työ voidaan myöhemmin oppilastoimintana toteuttaa.

3 SUUNNITTELUTYÖN ONGELMAT

Suunnittelutyön ongelmaksi muodostui heti alussa puuttuvat mekaaniset piirustukset. Työn alku olikin aluksi mekaanisten osien yhteensovittamista, kunnes laitteisto saatiin hahmotettua. Opetuksellisesti ongelmaksi muodostui käytettävä teknologia, koska laitteistossa oleva tekniikka oli jo vanhentunutta. Ensimmäiseksi piti selvittää ja valita opetuksessa käytettävä logiikkamalli. Vanhat laitteet olivat Omron logiikoita ja nyt valitsin Siemens s7-1200 sarjan logiikat. Tarkoituksena oli yhtenäistää logiikoiden opetusta. Sähköasentajien koulutuksessa tärkeintä ei ole kuitenkaan ohjelmointi vaan sähköisten kytkentöjen osaaminen. Oppilaitoksessa on käytössä kuusi s7-1200 sarjan logiikkaa entuudestaan ja laitteiston uusimisen myötä, määrä on tarkoituksena nostaa 12 kappaleeseen. Tarkoituksena on saavuttaa mahdollisimman hyvä kustannustehokkuus unohtamatta opetuksen tarpeita. Suunnittelutyön ohella mietin myös sitä, minkälaista opetusta laitteistolla olisi tarkoitus järjestää.

Teollisuuden tarpeet tuli ottaa myös mahdollisimman hyvin huomioon ja siitä syystä tein paikallisille yrityksille kyselyn sekä lisäksi osalle yrityksistä suullisen kyselyn sähköasentajan toimenkuvasta. Kyselyssä kysyttiin myös yrityksiltä, minkälaista opetusta meidän tulisi järjestää. Näiden kyselyjen ja haastatteluiden perusteella hahmottelin laitteiston ominaisuudet ja tarvittavan tekniikan. Ongelmana kyselytutkimuksessa oli työpaikkojen haluttomuus vastata kyselyyn. Vastausprosentti suhteessa lähetettyihin kyselyihin jäi varsin pieneksi. Silti näissä yrityksissä on noin $\frac{3}{4}$ paikallisista sähköasentajan työpaikoista. Syvällisten johtopäätelmien tekeminen näin suppealla otoksella olisi vaarallista, mutta kuitenkin nyt kysymyksessä oli ainoastaan saada vinkkiä opetuksen suunnasta ja siihen tutkimus soveltui mielestäni hyvin.

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

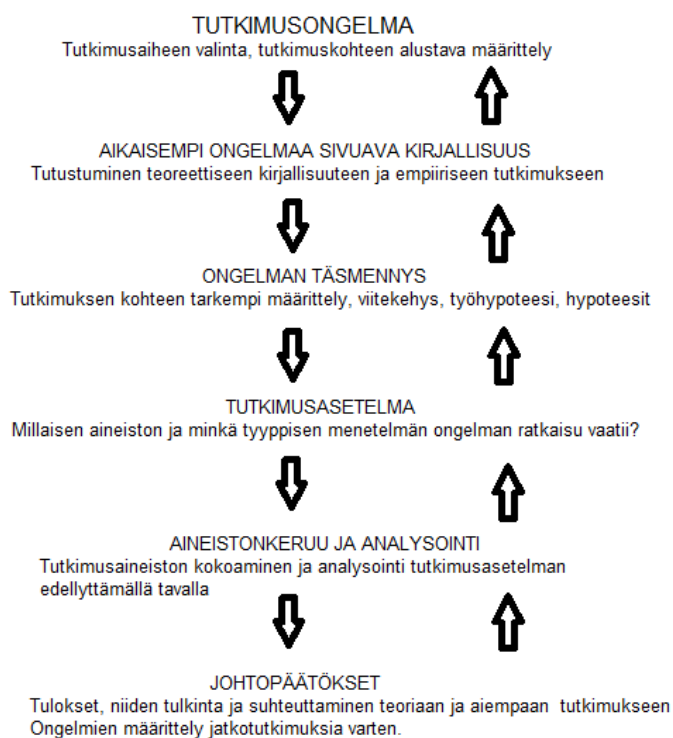
Tutkimusmenetelmänä päätin käyttää kyselytutkimusta (survey), joka suunnattaisiin Vammalan ammattikoulun käyttämille sähköalan työharjoittelupaikoille. [24, 90]

Kysely tehtiin kirjallisesti lähettämällä ko. yrityksille kyselylomake sähköpostitse. Kysely oli suunnattu neljälle eri tyyppiselle sähköalan yritykselle: sisäjohtotasennuksia, teollisuussähköistyksiä, sähkölaitos töitä ja heikkovirtajärjestelmiä tekeville yrityksille. Osa yrityksistä toimi jokaisella näistä toimialoista, mutta useimmat ovat erikoistuneet johonkin näistä alueista.

Kysely suunnattiin myös ammattikoulun kolmatta vuotta käyville opiskelijoille, jotta saataisiin heidän näkökulmansa myös selville. Koska palautettuja kyselyitä yritysten osalta oli suhteellisen vähän, jatkoin kyselyjen tekemistä yritysten parissa myös suullisessa muodossa. Suullisen kyselyn kysymykset noudattivat alkuperäisiä kirjallisia kysymyksiä.

Tutkimusongelma muodostuu yleensä varsin haasteelliseksi. Näin oli myös tässä tutkimuksessa. Tutkimuskyselyssä oli tarkoituksena valita kysymykset siten, että ne antaisivat mahdollisimman hyvän kuvan sähköasentajan ammatista ja vaadittavista osaamisalueista. Käytettävissä oleva aineisto rajasi mahdollisuuksia käyttää erilaisia menetelmiä aineiston analysointiin. Tilastollisia menetelmiä oli mahdotonta käyttää vastausten vähyyden vuoksi. Analyysi menetelmäksi soveltuikin lähinnä kvalitatiivinen case-analyysi. [24, 90]

Tutkimus etenee vaiheittain ja se on yleensä jaettu pienempiin kokonaisuuksiin, jotta tutkimuksen hallinta on helpompaa. Kuviossa yksi on esitetty tutkimuksen erilaisia vaiheita.



Kuvio 1. Tutkimuksen vaiheet. [24, 51]

Vastausten saavuttua, aloitetaan niiden analysointi välittömästi. Tarkoituksena on löytää vastaukset asetettuihin ongelmiin. Tutkimuksen perusteella voidaan vetää johtopäätöksiä, jotka asetetaan kuitenkin oikeisiin mittasuhteisiin virheiden ja väärin johtopäätösten välttämiseksi. Aineiston tulkinta ja siitä tehtävät johtopäätökset muodostuvat tutkijan tärkeimmäksi tehtäväksi, sillä pelkkä kaavioiden tai jakaumien esittäminen, ei vastaa asetettuihin kysymyksiin. Vaarana on, että sellaisessa tapauksessa kaavioiden tai jakaumien tulkitseminen pahimmillaan jätetään lukijan tehtäväksi. Pahimmassa tapauksessa meillä on monta eri tulkintaa tai jopa täysin väärä johtopäätöksiä. [5, 211]

Tutkimuksessa haluttiin vastaus lähinnä kahteen kysymykseen: mitä työtehtäviä sähköasentajan ammatinkuvaan kuuluu ja mitä painopistealueita pitäisi mahdollisesti huomioida nykyistä paremmin. Näiden tulosten perusteella mietitään automaatiotekniikan opetuslaitteistoon tarvittavaa tekniikkaa ja sillä opetettavia aineita.

5 SÄHKÖTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA

Ammatillinen sähköasentajan perustutkinto suoritetaan Vammalan ammattikoulussa ammatillisena perustutkintona. Perustutkinnon perusteet sisältävät opetussuunnitelman perusteet, joita ammatillisessa koulutuksessa tulee noudattaa. Perustutkinnon perusteet ovat määräys, joita koulutuksen järjestäjän tulee noudattaa ja tehdä niiden perusteella oma koulukohtainen opetussuunnitelmansa. Perusteissa on kattava tietopaketti tutkintovaatimuksista ja tutkinnon sisällöistä. Koulutuksen järjestäjä saa tämän sisällön mukaisesti järjestää oman opetuksensa.

Ammatillisen perustutkinnon perusteissa on päätetty sähköasentajan koulutusohjelman tavoitteet, miten tutkinto muodostuu, ammattitaitovaatimukset, tutkinnon eri osien arviointikriteerit ja ammattitaidon osoittamistavat. Ammatillisen tutkinnon perusteet sähköasentajan kohdalta löytyvät opetushallituksen määräyksestä 23/011/2009 sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto.

5.1 Tutkinnon vaatimukset

Opetushallitus on päättänyt sähköasentajan ammattitutkinnon perusteista määräyksessä 23/011/2009 sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto, jota on noudatettava 1.8.2009 jälkeen suoritettavissa tutkinnoissa.

Koulutuksen järjestäjän on laadittava opetussuunnitelmansa noudattaen, mitä näissä tutkinnon perusteissa on määrätty. Koulutuksen järjestäjä ei saa poiketa eikä jättää noudattamatta kyseisiä määräyksiä. Lisäksi määräyksissä määrätään ammattiosaamisen näyttöjen järjestämisestä. Näiden lisäksi on määräykset todistusmalleista, joita opetuksen järjestäjän pitää noudattaa.

5.2 Koulutusohjelman tavoitteet

Ammatillisen sähköasentajan perustutkinnon suorittaneella tulee olla monipuolinen ammattitaito ja edellytykset sen elinikäiseen kehittämiseen. Hänelle on asennettu monenlaisia kriteereitä niin ammattitaidosta kuin käyttäytymistä alka-

en. Perusajatuksena on, että perustutkinto antaa valmiudet sekä työelämään että jatko-opintoihin.

Ammatillisen peruskoulutuksen keskeisenä tavoitteena on myös ammattitaidon lisäksi tukea opiskelijoiden kehitystä hyväksi ja tasapainoisiksi ihmisiksi, yhteiskunnan jäseniksi, antaa valmiuksia sekä tietoa harrastusten ja persoonallisuuden kehittämiseksi ja omalta osaltaan tukea nuorten siirtymistä työelämän tai jatko-opintojen pariin.

5.3 Koulutusohjelman työelämävastaavuus

Tämän päivän työelämä edellyttää työntekijöiden jatkuvaa ammattitaidon kehittämistä ja jopa ammatillista uusiutumista. Ammatillinen uusiutuminen on käynyt välttämättömäksi, koska teknologian nopeat muutokset, innovaatiot ja kansainvälinen kilpailu ovat tehneet olemassa olevasta tiedosta nopeasti vanhentuvaa ja uutta tietoa on tarjolla koko ajan lisää. Lisäksi muutokset taloudellisessa ja poliittisessa ympäristössä ovat tehneet ammatillisesta kasvusta välttämättömän, jos työntekijä haluaa pysyä työmarkkinoilla. Voidaan sanoa, että yksilön kehittyminen on jatkuva kasvuprosessi, joka jatkuu koko työiän ajan. [14, 49]

Yhtenä suurena muutoksia aikaansaavana tekijänä on työurien voimakas lyheneminen ja niiden muuttuminen yhä enemmän määräaikaaisiksi. Tyypillisesti työuran pituus on noin 4-5 vuotta läntisissä teollisuusmaissa yhden työnantajan palveluksessa. Työpaikkoja vaihdettaessa työntekijä joutuu opiskelemaan ja oppimaan yhä enemmän uusia asioita. Tämä on haaste sekä työntekijälle että työnantajalle.

6 OPETUSMENETELMÄT

Oppiminen voidaan määritellä lyhykäisesti interaktiiviseksi (vuorovaikutteiseksi) prosessiksi, jossa oppija muuntaa kokemuksiensa siten, että hänen tiedoissaan, taidoissaan ja asenteissaan tapahtuu pysyviä muutoksia. [21]

Oppimiseen kuuluu keskeisesti tietojen lisääntymistä, ulkoaoppimista ja muistamista, sisältöjen ymmärtämistä, erilaisten toimintatapojen omaksumista ja yksilön ymmärryksen ja käsitysten muuttumista. Oppiminen voidaan jakaa näiden lisäksi vielä eri tasoihin, kuinka syvällistä oppiminen on. Perustasona on tietäminen ja syvimmillään oppiminen on kyky arvioida opitun merkitystä. [21]

Oppiminen tiedonhankintanäkökulmasta tutustuttaa meitä siihen, miten uutta tietoa voidaan vastaanottaa ja kuinka paljon tietoa pystytään vastaanottamaan. Kognitiivinen tutkimus on osoittanut viimeisten 20 - 30 vuoden aikana, että ihmisen tietojenkäsittelyllä on perusluonteisia rajoituksia. [8, 78]

Tutkimusten perusteella ihmisillä on ns. valikoiva tarkkaavaisuus, joka vaikuttaa olennaisesti oppimiseen. Oppimisprosessi vaikeutuu huomattavasti, kun aistiärsyksiä ”ylikuormitetaan”. Silloin vain pieni osa informaatiosta päätyy lähemmän tarkastelun kohteeksi. Esimerkkinä voi olla esimerkiksi tenttikirjojen lukeminen samanaikaisesti, kun esim. TV on päällä. Tällöin oppiminen on hyvin pintapuolista ja muistiin painaminen hyvin rajoittunutta. Lisäksi ihmisellä on tutkimusten mukaan rajoittunut työmuisti, joka asettaa rajoituksia. Näiden lisäksi tiedonhankintanäkökulma ottaa kantaa muistin rakenteeseen. Muistin rakenne voidaan jakaa eri osiin: pitkäkestoiseen (merkitysten verkosto) ja lyhytaikaiseen muistiin. [8, 79]

Oppiminen osallistumisena voidaan nähdä asiantuntijoiden (opiskelijoiden) liittymistä tiettyyn toimintakulttuuriin ja yhteisöön, jossa jäsenten päämääränä ei ole oppia jotain tiettyä asiaa (yksilökeskeisesti), vaan ratkaista ongelmia, tuottaa uusia ajatuksia ja lisätä siten koko yhteisön tietoja. Osallistumisnäkökulman rajoituksena on se, ettei se kiinnitä huomiota käsitteellisen tiedon merkitykseen ja kognitiivisiin prosesseihin. [8, 77]

Oppimisessa tiedonluominen voidaan käsittää yksilön ja yhteisön vuorovaikutukseksi, jossa oppija prosessoi tietoa ja vertailee sitä mielessään aikaisemman kokemuksensa ja opittujen mallien pohjalta. Tiedonrakentamisen lähtökohtana voidaan pitää sitä, että tietoa ei luoda vain tiedon vuoksi, vaan sen tarvitsee palvella yhteisön tarpeita ja päämääriä. Tietämys ilmenee faktatiedon ja ongelmienratkaisukyvyyn lisäksi myös käytännön toiminnassa. Tiedonluomisen prosessin tuloksena syntyy usein uutta tietoa ja tietotaitoa sekä yksilöiden että yhteisöjen käyttöön. [26]

Luetussa kirjallisuudessa merkityksellistä on nähdä oppimisen eri osatekijät, mistä se nykytietämyksen perusteella koostuu. Merkityksellistä on, että mielestäni nyt nähdään opitun ymmärtäminen syvällisemmin tärkeämpänä kuin ulkoa opittu tieto. Lisäksi nähdään verkostoituneen ympäristön merkitys tärkeämpänä kuin aikaisemmin, johtuen informaation (tiedon) valtavasta kasvusta. Verkostoituminen jo opiskeluvaiheessa nähdään osana asiantuntijaksi kasvamista.

Toisena näkökulmana on osallistumisnäkökulma, joka näkee asiantuntijuuden osallistumisena tiettyyn toimintakulttuuriin ja yhteisöön. Sen mukaan asiantuntijaksi tuleminen on lähinnä sosiaalinen ilmiö, joka edellyttää osallistumista eksperttikulttuuriin. Tällöin asiantuntijuuteen sisältyy oman alan kontekstiin liittyvä kokemuksellinen tieto ja intuitio. Osallistumisnäkökulman rajoituksena on se, ettei se kiinnitä huomiota käsitteellisen tiedon merkitykseen ja kognitiivisiin prosesseihin. Sen etuina on kuitenkin asiantuntijuuden kehittämisessä oleellisenä pidetty aitoihin toimintakäytänteisiin osallistumisen korostaminen. [8, 204-205]

6.1 Lähiopetus

Opiskelu ammatillisessa oppilaitoksessa voidaan jakaa neljään eri osaluokseeseen: lähiopetukseen, etäopiskeluun, verkko-opiskeluun ja itsenäiseen opiskeluun. Näistä lähiopetus tarkoittaa lähinnä tietyssä paikassa ja tiettyyn aikaan järjestettyä opiskelua. Lähiopiskelun määrä Vammalan ammattikoulussa yhtä opintoviikkoa (40 h) kohti on noin 32 tuntia. Tämä voi vaihdella opetettavan aineen mukaan. Itsenäistä opiskelua jää 8 tuntia, jolloin opiskelijan tulee oma-toimisesti etsiä tietoa ja tehdä annettuja tehtäviä.

Itsenäinen opiskelu soveltuu erittäin huonosti uuden asian opiskeluun 2. nuori-
soasteella. Nuorilla ei ole riittävästi itseohjautuvuutta. Sähkötekniikan alalla,
joka on luvanvaraista, omatoiminen harjoittelu ja töiden tekeminen on jopa kiel-
lettyä. Itsenäinen opiskelu jääkin yleensä lähiovetustuntien asioiden kertaami-
seksi.

Etäopiskelu ei Vammalan ammattikoululla ole laajamittaisessa käytössä. Lähin-
nä etäopiskelua käyttävät ammatilukiolaiset ammatillisten valmiuksien lisäämi-
seen. Etäopiskelun piirteisiin kuuluu, että se on paikasta riippumatonta, yleensä
verkko-opiskelua. Etäopiskelun vaarana on, että siitä tulee resurssipulassa itse-
näistä opiskelua. Etäopiskeluun kuuluu aina verkkokurssin sisällöstä huolimatta
opettajan välitön pedagoginen vuorovaikutus, jolloin opiskelija voi saada väli-
töntä palautetta.

Verkko-opiskelussa opiskelu tapahtuu lähinnä ainoastaan verkossa ja lähiope-
tusta ei opetukseen liity lainkaan. Verkko-opiskelun käyttämistä monimuoto-
opetuksen yhtenä opetuskeinona on myös mahdollista.

Tulevaisuudessa lähiovetuksen määrää tullaan todennäköisesti vähentämään
opetuksen säästötoimenpiteiden vuoksi. Verkko-opiskelua on esitetty lähiope-
tuksen korvaajaksi, mutta varsinkin teknisille aloille se soveltuu huonosti. Lä-
hiovetuksessa tapahtuvaa käsillätekemistä sekä opettajan ja opiskelijan vuoro-
vaikutusta on hankala tai suorastaan mahdotonta korvata. Opettajan työmäärä
verkkokurssia tehdessä tai ohjatessa ei kuitenkaan vähene, joten saatavat hyö-
dyt jäävät varsin usein hyvinkin pieniksi. Lähiovetuksen rinnalla verkko-opiskelu
puolustaa hyvin olemassaoloaan.

6.2 Ammatillinen työharjoittelu

Jokaiseen ammatilliseen koulutukseen, laajuudeltaan 120 ov, kuuluu työssäop-
pimista vähintään 20 ov. Työssäoppiminen suoritetaan yleensä useammassa
eri osassa. Työssäoppiminen tehdään työelämässä oikeissa työpaikoissa ja
työtehtävissä. Olennaista on, että työssäoppimisen aikana opiskelija ei ole työ-

sopimussuhteessa vaan opiskelijana. Työpaikoilla opiskelija on velvollinen noudattamaan työpaikan sääntöjä, annettuja ohjeita ja työaikoja. [10, 9]

Tarkoituksena työssäoppimisessa on, että jo opittuja asioita saataisiin toteuttaa käytännössä ja jopa osa uusista asioista opittaisiin työelämässä. Työssäoppimispaikkojen hankinta, laadun seuranta ja opiskelijan seuranta jää oppilaitoksen harteille. Työssäoppimisessa suoritetaan myös ammattiosaamisen näytöt yhdessä oppilaitoksen, opiskelijan ja työssäoppimispaikan edustajien kanssa. Oppilaitoksen laatimista opetussuunnitelmista selviää, mille vuosille työssäoppiminen sijoittuu ja mihin opintokokonaisuuksiin työssäoppiminen sijoittuu. [4, 28]

Työssäoppimisjaksoa arvioidaan ennalta sovittujen kohteiden ja kriteerien mukaan siten, että ammatillisen koulutuksen opiskelija-arvioinnin kriteerit täyttyvät. Arvioitaviin kohtiin kuuluvat vähintään seuraavat asiat:

- työprosessien hallinta
- työmenetelmien, välineiden ja materiaalien hallinta
- työn perustana olevan tiedon hallinta
- elinikäisen oppimisen avaintaidot.

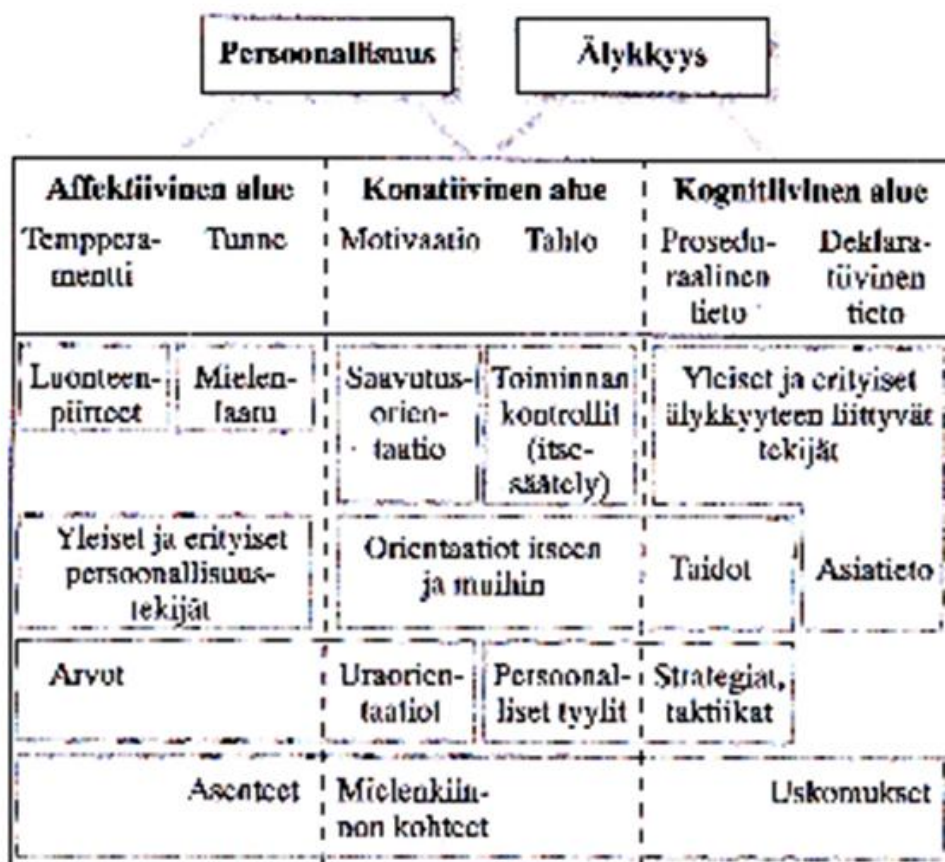
Ammatillisessa peruskoulutuksessa arvioitavat kohteet muodostavat ytimen tutkintojen eri osien keskeiselle sisällölle. [11, 34-35]

Työssäoppimisjakson jälkeen opiskelija arvioi vielä omaa oppimistaan sekä käy keskusteluja ohjaavan opettajan kanssa. Mikäli työssäoppimisjaksolle on annettu tehtäviä, tulee opiskelijan myös tehdä ne. Työssäoppimisjakson tehtävänä on valmistaa opiskelijaa työelämän vaatimuksia varten ja opettaa hänelle sellaisia tietoja ja taitoja, joiden opettaminen oppilaitoksessa olisi hankalaa ellei mahdollista. [4, 64-65]

7 OPPIMISKÄSITYKSET

Oppiminen on uuden tiedon hankkimista ja sen linkittämistä jo olemassa olevaan tietoon. Oppiminen voi perustua ulkoa oppimiseen, mutta silloin ajattelu ei muutu, mikä on oppimisessa yksi päämäärä. Kun oppiminen on optimaalista, voimme ymmärtää kokonaisuuksia, ymmärtää asiakokonaisuuksia ja keskeisintä on muuttaa ajattelumme tapaa opitun mukaan. [14, 107]

Tehokkainta oppiminen on, kun on motivaatiota, tahtoa ja uteliaisuutta. Utelias oppija pyrkii itse ottamaan asioista selvää ja saamaan itse asettamiinsa kysymyksiin vastauksia - Flow (virtaus). Myöskin ulkoisilla tekijöillä on merkitystä tehokkaassa oppimisessa. On tärkeää, että oppimistilanteessa ympäristössä tulevat ärsykkeet ovat mahdollisimman vähäisiä. Oppimisympäristön ja opetuslaitteistojen tulee olla kiinnostusta herättäviä. Kuviossa kaksi on esitetty yksilöiden välisiä konstruktioeroja. [14, 75]



Kuvio 2. Yksilölliset konstruktioerot. [14, 75]

Orientaatiolla tarkoitetaan oppijan kykyä motivoida itseään oppimaan jotain uutta. Orientaatiota esiintyy kaikkialla yhteiskunnassa, joskin käsittelen tässä lähinnä vain opiskeluun liittyviä tavoiteorientaatioita. Tavoiteorientaatio voidaan jakaa neljään ryhmään: oppimisorientaatio, saavutusorientaatio, riippuvuusorientaatio ja välttämisorientaatio. Oppimisorientaatio tarkoittaa sitä, kun opiskelija on motivoitunut opiskelemaan oman mielenkiintonsa takia eikä hän ole niinkään kiinnostunut hyvistä arvosanoista. Hyvänä esimerkkinä ovat kansalaisopistossa opiskelevat. Saavutusorientaatiossa oppija on ulkoisesti motivoitunut esim. hyvistä arvosanoista. Oppiminen ei itsessään ole tavoite vaan väline, jolla saavutetaan jotain. Esimerkiksi opettajan opinnoilla saavutetaan opettajan pätevyys. Riippuvuusorientaatiossa oppilas hakee vain tunnustusta joko opettajalta tai muilta. Opiskelu on vain väline sen saavuttamiseksi. Välttämisorientaatio tarkoittaa sitä, että oppija ei luota omiin kykyihin, vaan yrittää pärjätä sen vuoksi, että välttäisi epäonnistumisen tunteen ja minän kannalta negatiiviset asiat. [14, 80-89]

Tavoitteellinen oppiminen, kuten uuden ammatin opiskelu, edellyttää opiskelijalta metakognitiivisia valmiuksia. Metakognitiatio on tietoisuutta omista ja muiden ihmisten kongnitiivisista toiminnoista, ajattelusta, oppimisesta tai tietämisestä. Metakognitiiviset tiedot voidaan jaotella seuraavasti: tiedot ja käsitykset itsestä, tiedot erilaisista tehtävistä ja niiden suorittamisesta ja tiedot erilaisista strategioista. Käyttämällä tätä tietoa omassa opiskelussa tai opettamisessa, voidaan saavuttaa parempaa oppimista tai opettamista. Metakognitiivisilla taidoilla opiskelija voi itse säädellä omaa oppimis- ja ajattelutoimintaansa (itsereflektio). Kyseinen taito on erityisen tärkeää, kun oppija itse ohjaa omaa etenemistään. Mitä paremmin yksilö on tietoinen tiedoistaan, taidoistaan ja tavoista toimia erilaisissa tilanteissa, sitä paremmin hän pystyy valitsemaan parhaimmat tavat oppia ja menestyä opinnoissaan. Menestyvillä oppijoilla on siten paremmat mahdollisuudet selviytyä yhteiskunnan vaativissa tehtävissä. Metakognitiioon liittyy myös taito (transferia) siirtää jokin opittu asia toiseen asiasisältöön eli toisinsanoen taito yhdistellä asioita tehokkaasti ja soveltaa uutta opittua asiaa uuden oppimiseen. Opettajan työssä on tärkeää myös pystyä ohjaamaan opiskelijoita oikeaan suuntaan ja edistää siten heidän oppimistaan. [14, 97-98]

Yhtenä ammattikasvatuskäsitteenä puhutaan reflektiosta. Se voidaan ymmärtää oman toiminnan, perusteiden ja seuraamusten kriittiseksi analysoinniksi ja pohdinnaksi. Lähtökohtana on epäilyssä, mielekkäässä kyselemisessä, joka päättyy aina tekoon. Reflektio edistää oppilaan oppimista, koska hän joutuu ponnistelemaan oikeaa ratkaisua etsiessään. Reflektiota voidaan kansanomaisesti nimitellä pohdiskeluksi, omien tekojen mielekkyyden tutkiskeluksi tai itsetarkkailuksi. [14, 137]

Itsetarkkailu on tärkeä osa oppimisen kannalta, koska sen avulla opiskelija osaa tehdä eron tehokkaan ja tehottoman opiskelun välillä. Se auttaa myös hallitsemaan ajan käyttöä, antaa palautetta valitun oppimisstrategian tehokkuudesta ja siten parantaa opintojen suunnittelua ja tavoitteiden asettamista. Kukaan ei voi oppia opiskelijan puolesta, eikä kukaan voi hänen puolestaan myöskään sanoa, kuinka hyvin hän on oppimisessaan onnistunut. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että hänet jätetään oman onnensa nojaan, vaan häntä autetaan ja tuetaan itsearviointivalmiuksien kehittämisessä. Tämä voi tapahtua mm. palautteen saannin yhteydessä. [14, 177-178, 218-222]

Itseohjautuvuus tarkoittaa, kuten käsitteestäkin voidaan päätellä, oppijan kykyä ohjata omia oppimisprosessejaan. Itseohjautuvuuteen kuuluu kyky suunnitella oppimistaan sekä tavoitteiden asettelua. Lisäksi oppija käyttää kulloiseenkin tilanteeseen sopivia oppimisstrategioita sekä hän osaa arvioida oppimistuloksiaan itsenäisesti. Oppimisstrategialla tarkoitetaan kykyä valikoida tietoa, muokata sitä ja painaa se mieleen. Kyvykkäimmät oppilaat voivat valita aina itselleen sopivan strategian eri oppimistehtävien mukaan.

Arviointi on yksi tärkeä osa oppimisprosessissa. Hyvällä palautteella opiskelijan itseluottamus kasvaa onnistuneiden vuorovaikutuskokemusten kautta. Palautteen (arviointin) tarkoituksena olisi kehittää palautteen saajaa oikeaan suuntaan. Palaute voi olla myös kriittistä positiivisessa hengessä, mutta negatiivista palautetta tulee välttää. Negatiivisella palautteella voi olla kielteisiä vaikutuksia myöhempään opiskeluun ja se voi jopa tietyissä tapauksissa ”tuhota” opiskelijan itseluottamuksen.

Kuten edellä mainitsin, kukaan ei voi oppia toisen puolesta. Opetuksessa punaisena lankana on saada opiskelija oppimaan, prosessoimaan uutta tietoa ja muuttaa hänen ajattelutapaansa. Näistä johtuen opettaja voidaan nähdä parimminkin ohjaajana, jonka tehtävä on osoittaa suuntaa ja auttaa opiskelijaa siirtymään kyseiseen suuntaan. Opettaja voi auttaa opiskelijaa eri menetelmillä, mutta varsinaisen työn opiskelija joutuu itse tekemään. Opettaja voidaan nähdä myös kannustajana opiskeluun eli myönteisellä palautteella (arvioinnilla), voidaan kehittää opiskelijan itsetuntoa ja saada opiskelijalle lisää intoa opiskeluun.

Opettajan perinteinen rooli opettajana katoaa ja tilalle tulee asiantuntijan rooli. Oppimisen asiantuntijaopettaja tulee pystyvä hallitsemaan ne menetelmät ja tavat, joilla opiskelijaa voidaan ohjata ja kannustaa oppimiseen. Oppimisen asiantuntijan tehtäväksi tulee ohjata oppilaita toimimaan mm. pienryhmissä, keskustelemaan, ohjaaminen luovaan ajatteluun, selittämään opittuja asioita, etsimään tietoa erilaisista lähteistä ja tukea oppilaita oman oppimisen arvioinnissa. [14, 202]

Opetuksen lisäksi hyvä tentti auttaa etsimään ja löytämään tietoa sekä soveltamaan sitä käytäntöön. Tentistä saatava palaute on tärkeää, koska sillä voidaan saada opiskelijaa ohjattua oikeaan suuntaan ja tentistä saatava myönteinen palaute kannustaa oppimaan lisää. Vertailu muihin opiskelijoihin on tärkeää, koska peilaamme omia tekojamme muiden tekemisiin. Tentin tarkoituksena olisi olla osa oppimisprosessia. Perinteiset tentit painottuivat ulkoa oppimiseen eivätkä siten mitanneet oikeita asioita, kuten kykyä soveltaa tietoa käytäntöön. Tenteistä saatu negatiivinen palaute oli taas omiaan latistamaan opiskeluintoa. Hyvän tentin tulisi olla mahdollisimman luonnollinen ja vastata arkielämän muotoja. Hyvänä esimerkkinä pitäisin mm. teknisillä aloilla pidettäviä näyttökokeita. Hyvä tentti ei saa myöskään aiheuttaa kohtuutonta stressiä eikä ahdistusta. Hyvä koe opettaa etsimään ja löytämään tietoa, arvioimaan ja soveltamaan sitä sekä esittämään tietoa ymmärrettävästi ja keskustelemaan siitä. Asko Karjalaisen mukaan hyvä koe myös opettaa opiskelijaa myöntämään ja korjaamaan omat erehdyksensä ja tietämättömyytensä sekä arvioimaan omaa ja vertaistensa suorituksia. Hyvä koe ei aiheuta kohtuutonta stressiä eikä ahdistusta, joten

olisikin hyvä suosia mahdollisimman luonnollisia tai arkielämää vastaavia koe-
muotoja. [9]

7.1 Oppimisympäristön vaikutus oppimiseen

Oppiminen on viime kädessä tapahtuma, joka tapahtuu oppijan sisässä näky-
mättömissä. Oppimisen ajanhetki on tiedostamaton, eikä opettaja tai kukaan
muu pysty siihen vaikuttamaan. Ammatillisessa koulutuksessa opiskelulle luo-
daan pohja, annetaan virikkeitä ja palautetta, organisoidaan toimintaa sekä jär-
jestetään harjoituksia. [23, 155]

Opiskeluympäristön tulee olla oppimistarkoitukseen erityisesti suunniteltu ja to-
teutettu kokonaisuus. Sen tulee sisältää kaikki materiaaliset ja ei-materiaaliset
asiat, kuten koneet ja laitteet sekä niihin kuuluvat ohjekirjat ja oppimateriaalit.
Oppimisympäristön merkitys korostuu opetusta suunniteltaessa. Opetustilat ja
välineet muodostavat tärkeän osan sähköasentajan ammatillisesta koulutukses-
ta. Nykyaikainen, uusinta tekniikkaa sisältävä opetuslaite tai -luokka, virittävät
oppilasta saamaan kokemuksia ja ns. ahaa-elämyksiä. Mielekkäät opetusväli-
neet ja materiaalit tukevat oppimista, kannustavat opiskelijaa etsimään uusia
ratkaisuja ja auttavat opiskelijaa hankkimaan uutta tietoa. Oppituntien pitämi-
sestä tulee mielekästä ja opettajan rooli voi muuttua perinteisestä opettajan roo-
lista enemmän asiantuntijan rooliin. Opiskelijan ja opettajan vuorovaikutus sy-
venee ja opiskelija saavuttaa parempia oppimistuloksia motivaation kasvaessa.

Opetus- ja oppimistilanteiden tulisi mahdollisuuksien mukaan muistuttaa aitoja
työtilanteita ja työmaita. Käytettävien laitteiden, mittavälineiden ja työkalujen
tulee olla ammattikäyttöön tarkoitettuja ja mahdollisimman samanlaisia kuin
alan työpaikoilla käytetään. Opetusvälineiden osalta täyteen autenttisuuteen on
yleensä vaikea päästä jo työturvallisuuden vuoksi. Siksi on luotava ympäristö ja
laitteisto, jolla voidaan luoda todellinen vaikutelma. Tyhjällä luokkahuoneella tai
yksittäisillä komponenteilla vaikutelmaa ei voida luoda. Yksittäiset komponentit
kelpaavat kyllä ko. komponentin ominaisuuksien opiskeluun, mutta kokonaisuus

(laite/kone), jossa komponenttia käytetään, jää opiskelijalle tällöin erittäin hataraksi.

Tehtävät työt voidaan jakaakin karkeasti kahteen ryhmään: yksittäisiin kertaluonteisiin töihin ja projektimaisiin töihin, joiden kesto on yleensä useita viikkoja. Kertaluonteiset tehtävät sopivat hyvin esim. komponenttien ominaisuuksien opiskeluun ja jotka ovat kestoltaan korkeintaan yhden päivän mittaisia. Asia sisältöltään kertaluonteisten harjoittelujen täytyy olla sellaisia, että käytettävissä oleva aika riittää asioiden omaksumiseen.

Projektiluonteisissa harjoituksissa pyritään yhdistämään yksittäisten komponenttien opiskelu isompaan kokonaisuuteen ja saavuttamaan ahaa-elämyksiä oppilaalle. Näin hän voi ymmärtää, miten isot kokonaisuudet koostuvat pienemmistä yksittäisistä komponenteista. Projektiluonteisen työn tehtävänä on rakentaa jo opituista asioista kokonaisuus niin, että opiskelija on kykenevä hahmottamaan kokonaisuuksia yksittäisten komponenttien sijaan. Haastavinta projektiluonteisissa töissä on ajankäyttö. Suoranaista aikataulua projektin suorittamiseksi on vaikeata tehdä oppilaiden erilaisista tiedoista johtuen. Projektiluonteiselle työlle onkin tyypillistä väljä aikataulu työn suorittamiselle. Kireä aikataulu saattaa jopa johtaa onnettomuuksiin, sillä on muistettava, että opiskelijat eivät ole alansa ammattilaisia eikä sitä saa heiltä edellyttää. Virheiden tekeminen, joka ei vaaranna työturvallisuutta, kuuluu osana oppimisprosessiin ja on siten myös sallittava. Turvallisen oppimisympäristön ja -laitteiston luominen onkin ensisijaisen tärkeää. Laitteiston tulee olla tarpeeksi yksinkertainen, mutta samalla haastava, jotta se ruokkisi kasvavaa tiedon nälkää.

7.2 Opetusmenetelmien testaaminen käytännössä

Olen toteuttanut ainakin kolme erilaista oppimistilannetta. Oppimisen aiheena ja kohteena olivat sähkömoottorit ja niihin liittyvät sähköpiirustukset, -kytkennät ja -moottorien tyypit.

Toteutin opetuksen perinteisenä luentona/ keskusteluna ja siihen liittyvänä tenttinä. Tentin tarkoituksena oli testata, oppivatko opiskelijat opetettavat asiat. Opetustilanne oli toteutettu luentona, koska opiskelijoilla ei ollut aikaisempaa käsitystä sähkömoottoreista, eivätkä he siten pystyneet toimimaan aktiivisemmassa roolissa. Opiskelijoilla oli tilaisuus kysyä heti, jos he eivät ymmärtäneet asioita. Ongelmana opetuksessa oli vaikeuksia asettautua opiskelijan tasolle ja selittää asiat niin yksinkertaisesti kuin se olisi mahdollista. Opiskelijoille jaoin lisäksi tukimateriaalia, josta heidän piti tutustua etu- ja jälkikäteen opetettavaan asiaan. Pyrin aktivoimaan opiskelijoita keskusteluun, mutta lopputuloksena oli muutama aktiivinen opiskelija ja loput opiskelijoista olivat hiljaa. Tentin tuloksista näkyi tulokset: ne, jotka olivat osallistuvia ja tekivät kotiläksynsä, menestyivät tentissä.

Toisena menetelmänä opetin case-tyyppisesti. Jokainen opiskelija sai oman tehtävän (sähkömoottori kytkennän) tehtäväkseen, joka käytiin henkilökohtaisesti opiskelijan kanssa lävitse. Opiskelija teki kyseisen kytkennän oikeiden komponenttien kanssa ja sai kokeilla sähkömoottorin toimintaa. Tulokset olivat hyviä jokaisen kohdalla, joskin heikoimmilla opiskelijoilla kului aikaa tähän paljon. Kiinnitin huomiota heikompien opiskelijoiden kohdalla siihen, että heillä eivät olleet tietyt perusasiat hallinnassa. Näiden tietojen paikkaaminen teki opettamisesta välillä tuskallistakin (opiskelijat olivat 2. vuoden opiskelijoita ja asiat oli opetettu jo 1. vuonna). Olen opettajaurani aikana todennut, että perusasioita on pakko kerrata vähänväliä, jotta niistä tulee rutiiniasioita.

Case-opetuksen hyvänä puolena oli, että opiskelijat näkivät, mihin teoretietoa tarvittiin ja pääsivät henkilökohtaisesti sitä kokeilemaan. Opetus oli henkilökohtaisempaa ja ehkä opiskelijan oli helpompi kysyä, kun kaikki eivät olleet sitä kuuntelemassa. Lisäksi kun opiskelijoiden henkilökohtaiset tiedot ja taidot olivat hyvin erilaisia, pystyin kiinnittämään huomiota juuri heidän yksilöllisiin tarpeisiinsa. Opettaessa huomasin, että tiettyihin asioihin pitää kiinnittää enemmän huomiota ja opetusmetodeilla on suuri vaikutus oppimistuloksiin.

Kolmantena menetelmänä käytin, kun huomasin Case-opetuksen jäljiltä puutteita, ryhmätyöskentelyä. Siinä päästiin yllättävän hyviin tuloksiin, joka yllätti jopa

minutkin. Oppimisasiheena olivat moottorikytcentöjen sähköpiirustukset, joita opiskelijoiden oli vaikeuksia lukea. Olin opettanut heille ne moneen kertaan lu-entotyypisesti, mutta edelleenkin suurin osa ei osannut tulkita niitä oikein. Ryhmätyön alussa annoin opiskelijoille valmiin piirustuksen ja kysyin heiltä, mitä tapahtuu, kun sähköt kytketään kuvan mukaiseen laitteeseen/ kytkentään. Annoin heidän työskennellä ensin yksin ja sitten isommassa ryhmässä, jonka jälkeen he laativat kirjallisen selostuksen kytkennästä. Työn valmistuttua kävimme ko. ryhmän kanssa lävitse kytkennän toiminnan, joka oli suurimmalla osalla opiskelijoista selostettu oikein. Lopputuloksena jokainen vakuutti nyt osaavansa lukea ja ymmärtää ko. piirustuksia. Perinteisesti oppilaat ovat kyllä osanneet valmiista kuvista tehdä kytkennät, mutta kun sähkökuvissa on virheitä, on ymmärrys niiden korjaamiseksi puuttunut. Kuvailisin, että oppiminen on ollut ”kone- nemaista” ilman todellista ymmärtämistä.

Opetustilanteissa huomasin, että oppimistavoitteet voisivat olla vielä selkeäm- min ilmastuja. Ongelmana ovat opiskelijoiden motivaation säilyttäminen ja hei- dän aktivointinsa oppimiseen. Lähtökohtana on, että opetukseni olisi oppija- keskeistä ja keskipisteenä olisi opiskelija itse. Opetusmenetelmänä voi olla mikä tahansa menetelmä edellä mainituista, jos opiskelija oppii ja saavuttaa asetetut tavoitteet. Tavoitteena on antaa oppilaille menestyksen avaimet työelämään niin ammatillisesti kuin henkisesti.

8 TYÖELÄMÄN MUUTTUVAT VAATIMUKSET

Tietoyhteiskunta on luonut uusia tarpeita koulutukselle. Erilaiset verkostot ja innovatiivisuus ovat nousseet tärkeiksi asioiksi. Lisäksi on tiedostettu tärkeäksi siirtää uusille työntekijöille myös se hiljainen tieto, jota on opittu niin vapaa-aikana kuin töissä ja jopa kahvipöytäkeskusteluissa. Väestön ikääntyessä on noussut tärkeäksi siirtää eläköityvien työntekijöiden ammattitaito nuoremmille. Työntekijöiden ammatilliset osaamisvaatimukset ovat kasvaneet tietoyhteiskuntaan siirryttäessä. Yrityselämä on monikansallistunut ja kilpailu eri osa-alueilla lisääntynyt. Työntekijöiltä vaaditaan yhä parempia perusvalmiuksia, motivaatiota, aktiivisuutta, kansainvälisyyttä (kielitaitoa), kykyä verkostoitua ja yhteistyökykyisyyttä. Lisäksi vaaditaan yhä enemmän joustavuutta sekä kykyä sitoutua tiukoihin tulosvaatimuksiin. Näiden taitojen opettaminen on erittäin vaikeaa ja jopa jossain mielessä mahdotonta kaikille opiskelijoille. Näihin vaadittaviin ominaisuuksiin kun liittyy myös opiskelijan luonteenpiirteet ja psyykkiset ominaisuudet. Opettajan tulisi olla erittäin kokenut ammattilainen, joka olisi toiminut myös yrittäjänä. Yritykset vaativat myös työntekijöiltään sisäistä yrittäjyyttä. Näitä on mahdotonta opettaa ilman omakohtaista kokemusta. Opettajan oma esimerkki nouseekin yhä keskeisemmäksi avaintaidoksi. Perinteinen opettaminen muuntuu ja opettajan tulee olla eräänlainen muutosagentti oppilailleen. [13]

Kuten olen edellä todennut, muuttuva työelämä tarvitsee ihmisiä, joilla on kykyä ja tahtoa uudistaa koulutustaan ja oppimistaan jatkuvasti. Lisäksi ihmisille kertyy erilaisia työkokemuksia, joista voimme tässä yhteydessä puhua urakehityksestä. Aikaisemmin urakehitys käsitettiin lähinnä yhden työnantajan palveluksessa tehtyihin tehtäviin ja organisaatiossa kohoamiseen. Nykyisin työurien pirstoutumisesta johtuen näin ei voi enää määritellä urakehitystä. Urakehitys voidaan tänään ajatella koostuvaksi sarjasta eri työnantajia, jotka työntekijä on valinnut ja kokee ne itselleen mielekkäiksi. Puhutaan niin sanotuista joustavista sopimuksista. Ura voidaan käsittää tietotaidon kertymiksi, jotka ovat kertyneet eri työtehtävistä ja eri työnantajilta. Ruohotien uramääritelmä on: ura on osaamisen kasvua, mikä ilmenee taitojen ja asiantuntemuksen lisääntymisenä ja vuorovaikeusverkoston kehittymisenä. [14, 207-209]

Ammattitaito voidaan määritellä siten, että ammattitaito on yhteiskunnallisen työnjaon edellyttämään tietyllä koulutuksella ja kokemuksella hankittua yksilöllistä valmiutta tai pätevyyttä toimia määrättyssä ammatissa. Ammatilainen mielletään kuitenkin vielä hieman laajemmin, koska sen saavuttamiseksi täytyy työntekijällä olla tietyn pituinen urakehitys. Asiantuntijan määritelmä on hieman monimutkaisempi, mutta lyhyesti voidaan todeta, että asiantuntija oppii koko ajan uutta, toimii omien kykyjensä ääri rajoilla ja siten kasvattaa omaa asiantuntemustaan. [1, 160]

9 OSAAMISEN ARVIOINTI

Tutkija professori J.B.Biggs korostaa, että oppimisympäristön tulee olla koko opetuksen osalta linjakas. Sillä tarkoitetaan, että opetusfilosofiat, opintosuunnitelmat, opetus- ja oppimismenetelmät sekä arviointimenetelmät ovat linjassa keskenään. Osaamisen kannalta on huonoa, jos opetusmenetelmiä uusitaan ja vanhat arviointimenetelmät jätetään käytäntöön. Vaarana on, että kokonaisvaltaisten oppimismenetelmien vaikutukset häviävät. [8, 243]

9.1 Arvioitava osaaminen ja arvioinnin tavoitteet

Oppimistulosten arvioinnissa pyritään tekemään analyysi siitä, onko opiskelijalla työelämän edellyttämä ammattitaito. Arviointitieto tulisi koota suurimmaksi osaksi ammattiosaamisen näytöistä. Ammattiosaamisen arviointi perustuu ennalta määrättyihin kriteereihin. Arvioinnin kriteerit ovat esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Arvioinnin kohteet sekä arviointikriteerit. [12]

Arvioinnin kohde	Arviointikriteerit		
1. Työprosessin hallinta	Tyydyttävä T1	Hyvä H2	Kiitettävä K3
	Opiskelija tai tutkinnon suorittaja		
Oman työn suunnittelu ja suunnitelmien tekeminen	– valitsee ohjattuna tilanteeseen sopivan työmenetelmän ja välineet hyväksyttävän lopputuloksen saamiseksi	– valitsee tilanteeseen tarkoituksenmukaisen työmenetelmän ja välineet hyväksyttävän lopputuloksen saamiseksi.	– valitsee tilanteeseen parhaiten soveltuvan työmenetelmän ja välineet taloudellisen ja laadukkaan lopputuloksen saamiseksi.
	– tarvitsee seuraavan työvaiheen oivaltamiseen ohjausta	– selviytyy työtehtävästä oma-aloitteisesti	– selviytyy työtehtävästä sujuvasti ja ennakoi tulevat työvaiheet sekä huomioi ne toiminnassaan

			toimien oma-aloitteisesti ja itsenäisesti.
Tuloksellinen ja taloudellinen toiminta (yrittäjäyys)	– toimii ohjattuna toiminnalle asetettujen laatutavoitteiden mukaisesti	– toimii toiminnalle asetettujen laatutavoitteiden mukaisesti	– kehittää toimintaansa laatutavoitteiden saavuttamiseksi
	– arvioi ohjattuna omaa työtään.	– arvioi omaa työtään.	– arvioi omaa työtään laatuvaatimuksiin perustuen
	- työskentelee välttämättä turhaa hävikkiä	- pyrkii työskentelysääntöihin kustannus- ja materiaalihyönteeseen	- työskentelee kustannus- ja materiaali-tehokkaasti

Arvioinnin kohde	Arviointikriteerit		
2.Työmenetelmien, välineiden ja materiaalin hallinta	Tyydyttävä T1	Hyvä H2	Kiitettävä K3
	Opiskelija tai tutkinnon suorittaja		
Työmenetelmien hallinta	– työskentelee valitsemallaan työmenetelmällä ohjeiden mukaisesti	– arvioi valitsemiensa työmenetelmien soveltuvuutta työn edetessä	– sopeuttaa itsenäisesti työskentelynsä muuttuviin olosuhteisiin
Työvälineiden ja materiaalin hallinta	– käyttää ja huoltaa työvälineitä ohjattuna	– käyttää ja huoltaa työvälineitä oma-aloitteisesti ohjeiden mukaisesti	– valitsee tilanteeseen parhaiten soveltuvat työvälineet, käyttää niitä oikein sekä huoltaa käyttämänsä välineet
	- valitsee ja käyttää tarvikkeita ja materiaaleja	– käyttää tarvikkeita ja materiaaleja niiden	– käyttää tarvikkeita ja materiaaleja huolellisesti ja taloudel-

	aaleja annettujen dokumenttien ja ohjeiden mukaan	ominaisuuksien edellyttämällä tavalla.	lisesti ottaen huomioon materiaali- ja energiatehokkuuden
--	---	--	---

Arvioinnin kohde	Arviointikriteerit		
3. Työn perustana olevan tiedon hallinta	Tyydyttävä T1	Hyvä H2	Kiitettävä K3
	Opiskelija tai tutkinnon suorittaja		
Piirustusten tulkitseminen	– tunnistaa sähkö- ja/tai automaatio suunnitelmien ja kaavioiden avulla tärkeimmät komponentit	– paikantaa sähkö- ja/tai automaatio suunnitelmista ja kaavioista eri komponentit	– hyödyntää työssään sähkö- ja/tai automaatio suunnitelmia ja kaavioita
Työssä tarvittavan tiedon hallinta ja soveltaminen	- osaa ohjattuna etsiä ja käyttää työhönsä liittyvää tietoa sekä esittää sen ymmärrettävästi suullisesti tai kirjallisesti.	- osaa luokitella, vertailla ja jäsentää hankkimaansa tietoa sekä muokata sitä käyttökelpoiseksi.	- osaa arvioida tiedon oikeellisuutta ja luotavuutta sekä tehdä johtopäätöksiä

Arvioinnin kohde	Arviointikriteerit		
4. Elinikäisen oppimisen avaintaidot	Tyydyttävä T1	Hyvä H2	Kiitettävä K3
	Opiskelija tai tutkinnon suorittaja		
Terveysten, turvallisuuden ja toimintakyvyn huomioon ottaminen	– asennoituu myönteisesti turvalliseen toimintaan sekä välttää riskejä työssään	– ottaa vastuun oman toimintansa turvallisuudesta	– kehittää toimintaansa turvallisemmaksi

	– noudattaa työstä annettuja turvallisuusohjeita eikä aiheuta vaaraa itselleen	– noudattaa työyhteisön ohjeita ja ottaa huomioon työssään työyhteisön muut jäsenet	– havaitsee ja tunnistaa työhönsä liittyvät vaarat ja ilmoittaa niistä
	– käyttää turvallisesti ohjeiden mukaisia suojaimia, työvälineitä ja työmenetelmiä	– varmistaa työvälineiden ja materiaalien turvallisuuden sekä poistaa ja vie huoltoon vialliset työvälineet	– osaa arvioida suojainten, työvälineiden ja työmenetelmien soveltuvuutta kyseiseen työhön
Oppiminen ja ongelmanratkaisu	– tarvitsee ohjausta tavallisimpien ongelmatilanteiden ratkaisuisissa	– selviytyy tavallisimmista ongelmatilanteista oppimateriaaleja ja ohjekirjoja hyödyntäen.	– selviytyy itsenäisesti yllättävistäkin ongelmatilanteista.
		- työskentelee oma-toimisesti ja varmistaa tarvittaessa valintansa ohjaajalta	- työskentelee innovatiivisesti ja uutta luovasti ottaen ympäristön odotukset huomioon
Vuorovaikutus ja yhteistyö	- toimii ohjattuna työryhmän jäsenenä tai ammattihenkilön työparina.	- toimii työryhmän aktiivisena jäsenenä ja sopeutuu työyhteisöön	- toimii innovatiivisesti ja sopeutuu luontevasti työyhteisöön ja tukee sen toimintaa
	- tekee annetut tehtävät loppuun tai ilmoittaa ja selvittää, miksi työ on jäänyt kesken	- kykenee yhteistyöhön ympäristönsä ja sidosryhmiensä kanssa.	- on yhteistyökykyinen ja halukas yhteistyöhön ympäristönsä ja sidosryhmiensä kanssa
Ammattietiikka	- käyttäytyy asiallisesti ja noudattaa työaikoja	- käyttäytyy hyvien käyttäytymistapojen mukaan	- neuvottelee mahdollisista poikkeamista.

Arviointitieto ko. opiskelijasta tallennetaan opiskelija rekisteriin, jossa näkyvät tiedot tutkinnosta, näytöistä, tutkinnon osista ja arviointikohteista.

9.2 Ammattiosaamisen näyttöjen laatuvaatimukset

Yksittäisten kurssien arvioinnista tulisi pyrkiä arvioimaan kokonaisuuksia, joiden osaamista voidaan osoittaa ammattiosaamisen näytöillä. Ammattiosaamisen näytöille on asetettu tiettyjä yleisiä laatuvaatimuksia, joiden toteutumista seurataan. Laatuvaatimukset ovat:

- tutkinnon perusteet: osaamisen, arvioinnin kohteet ja kriteerit vastaavat opetussuunnitelman perusteita
- näyttöjen suunnittelu, toteuttaminen ja arviointi tulee toteuttaa oppilaitosten ja työpaikkojen yhteistyönä
- arviointikohteet ja -kriteerit ovat kaikkien osapuolten tiedossa
- näytöissä arvioidaan laaja-alaista, toiminnallista, tiedollista, sosiaalista ja reflektiivistä osaamista
- kolmikantainen arviointi: arviointiin osallistuvat opettaja, työelämän edustaja ja opiskelija
- arviointi dokumentoidaan kaikissa tutkinnoissa yhdenmukaisella tavalla.

Arviointikriteerit ammattiosaamisen näytölle ovat samat kuin edellä. Pääsääntöisesti ammattiosaamisen näytöt tulisi järjestää työssäoppimispaikoilla, mutta käytännössä tämä on erittäin vaikeaa järjestää. Sähköalalle on tyypillistä kausiluonteisuus ja työvaiheiden jaksollisuus. Näyttöjen järjestäminen työpaikoilla on suuri ponnistus ja näyttöjen samanarvoisuus eri työssäoppimispaikkojen kesken on vähintäänkin kyseenalaista. Koska osa näytöistä on pakottavista syistä järjestettävä oppilaitoksissa, on opetus- ja näyttölaitteiston oltava mahdollisimman nykyaikainen ja riittävän laaja-alainen.

10 YRITYSKYSELY SÄHKÖASENTAJAN KOULUTUKSESTA

Tein Vammalan seudun paikallisille sähköalan yrityksille kyselytutkimuksen sähköasentajan koulutuksesta ja siihen liittyvästä ammatinkuvasta. Ammatinkuvalla tarkoitetaan niitä töitä, joissa sähköasentaja pääasiassa työskentelee. Kyselytutkimukseen osallistuvat yritykset valittiin työssäoppimispaikkojen perusteella eli kysely lähetettiin kaikkiin niihin yrityksiin, joissa Vammalan ammattikoulun sähköasentajalinjan oppilaita on käynyt työssäoppimisessa. Kyselytutkimus lähetettiin ko. yrityksille sähköpostitse ja vastaus niihin voitiin lähettää joko sähköpostilla tai kirjeitse. Kyselytutkimuksessa painotettiin kyselyn luottamuksellisuutta, joten osallistuvien yritysten määrää tai nimiä, ei tässä työssä julkisteta. Tämä on tarpeellista, koska kyselyyn osallistuvat yritykset ovat toistensa kanssa kilpailijoita, eikä mitään kilpailuetuja haluta kyselytutkimuksen avulla paljastaa. Haasteita aiheutti kuitenkin kyselyyn osallistuneiden yritysten lukumäärä, saatiinko tarpeellinen määrä vastauksia ja edustivatko kysymykset riittävän laajasti tutkittavaa aihetta.

10.1 Yrityskyselyn tulosten tulkitseminen

Kyselytutkimuksessa käytettävä lomake on mallina liitteessä yksi. Kyselytutkimuksen kysymykset ovat pyritty suunnittelemaan siten, että ne kuvailisivat mahdollisimman tarkasti Vammalan ammattikoulussa käytettävää opetussuunnitelmaa. Kyselytutkimuksessa oli omat aihealueet yrityksen työnkuvien mukaisesti: sisäjohtoasennukset, teollisuuden sähköasennukset, sähkönjakelutekniikka ja heikkovirta-asennukset. Lisäksi kysymyslomakkeella oli muutama kysymys, joihin vastaajat pystyivät kirjoittamaan omia näkemyksiään. Lisähaastattelujen perusteella kysymykset olivat onnistuneita ja jokainen yritys pystyi löytämään oman aihealueensa helposti. Yritykset olivat tyytyväisiä, kun heiltä kysyttiin mielipidettä sähköasentajan koulutukseen ja olivat jatkossakin valmiit syventämään yhteistyötä ammattikoulun kanssa. Tarkoituksena on myös järjestää vapaamuotoinen illanvietto yritysten kanssa, jossa ajatusten vaihto olisi vapaa-

Tulkitseminen oli helpointa ja yksinkertaisinta tehdä muuttamalla sanallinen arviointi numeeriseksi. Tämä tapahtui sillä tavalla, että täysin eri mieltä vastauksen pistearvo oli 1 ja täysin samaa mieltä pistearvo oli 5 pistettä. Näiden avulla ja vastausten painotetulla keskiarvolla, jossa otettiin huomioon vastausten lukumäärä, laskettiin jokaiselle kysymykselle aritmeettinen keskiarvo. Taulukossa kaksi on esitetty vaihtoehtojen numeeriset arvot.

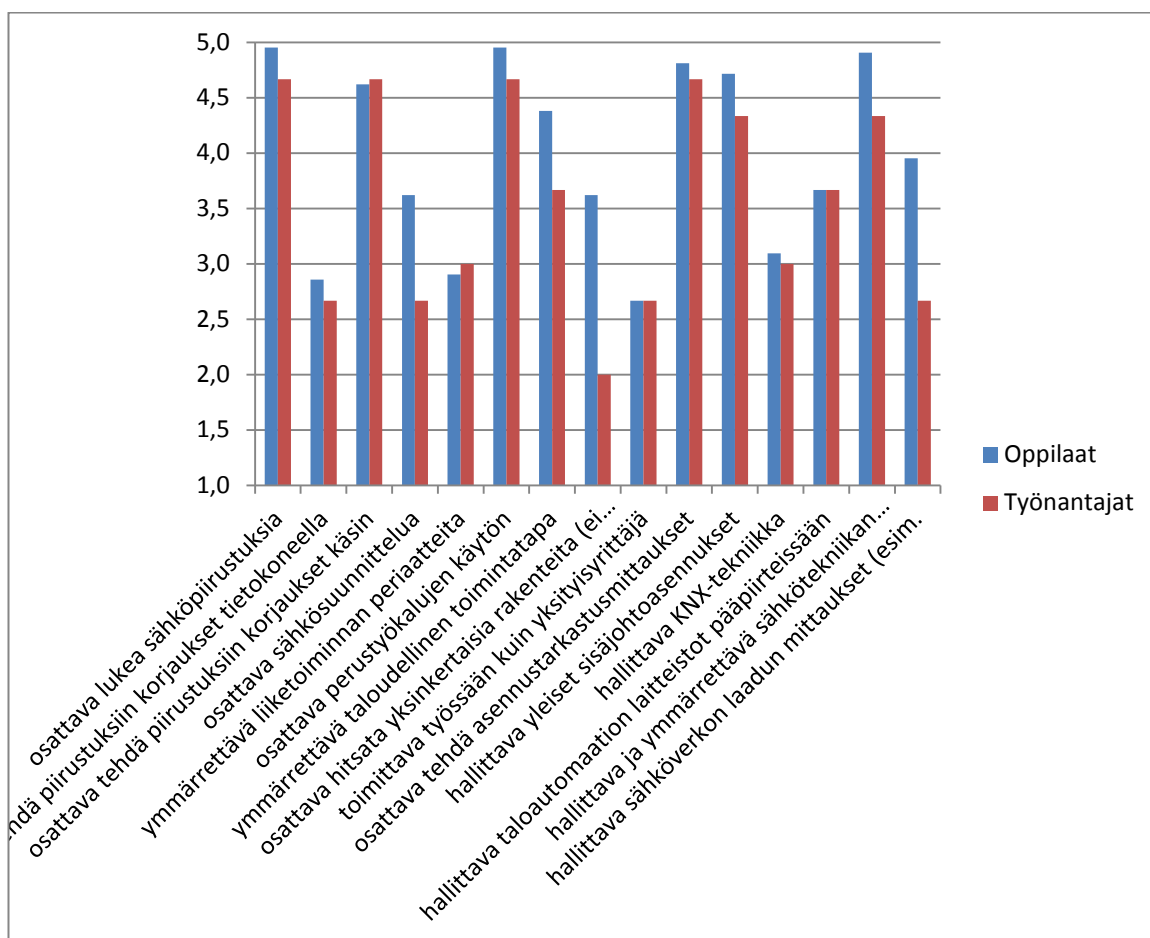
Taulukko 2. Vaihtoehtojen numeeriset arvot.

Täysin eri mieltä	1
Jokseenkin eri mieltä	2
Vähän samaa mieltä	3
Lähes samaa mieltä	4
Täysin samaa mieltä	5

10.2 Yrityskyselyn tulosten tulokset

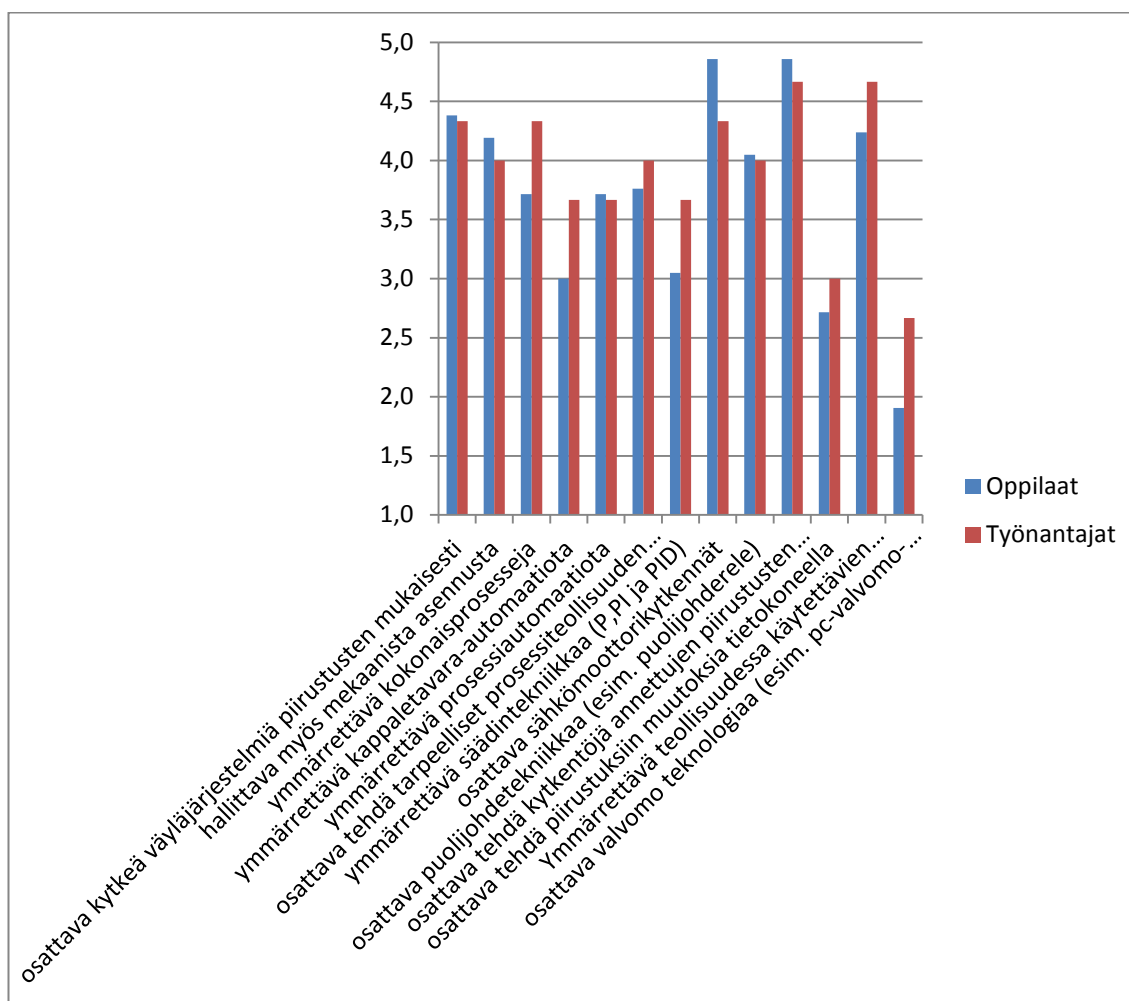
Sisäjohtoasennusten osalta tulokset on esitetty taulukossa kolme. Tuloksista voidaan nähdä, että opiskelijoiden ja työnantajien näkemyksissä ei ole suurta eroa. Tulosten perusteella voidaankin sanoa, että sisäjohtoasennusten osalta koulutus vastaa työnantajien toiveita. Koulutuksessa niitä aineita, jotka kuviossa lähestyvät arvoa viisi, voi koulutuksessa korostaa ja niihin panostaa entistä enemmän työnantajien näkemysten mukaisesti. Ainoastaan yksi tulos on merkittävästi alle keskiarvon ja se oli näkemys siitä, että sähköasentajan on osattava hitsata. Tulos ei ole yllättävä ja opetuksessa ko. aine kuuluukin ns. vapaaehtoihin aineisiin eli se ei kuulu ammatillisiin pakollisiin aineisiin.

Taulukko 3. Sisäjohtoasennusten osaaminen.



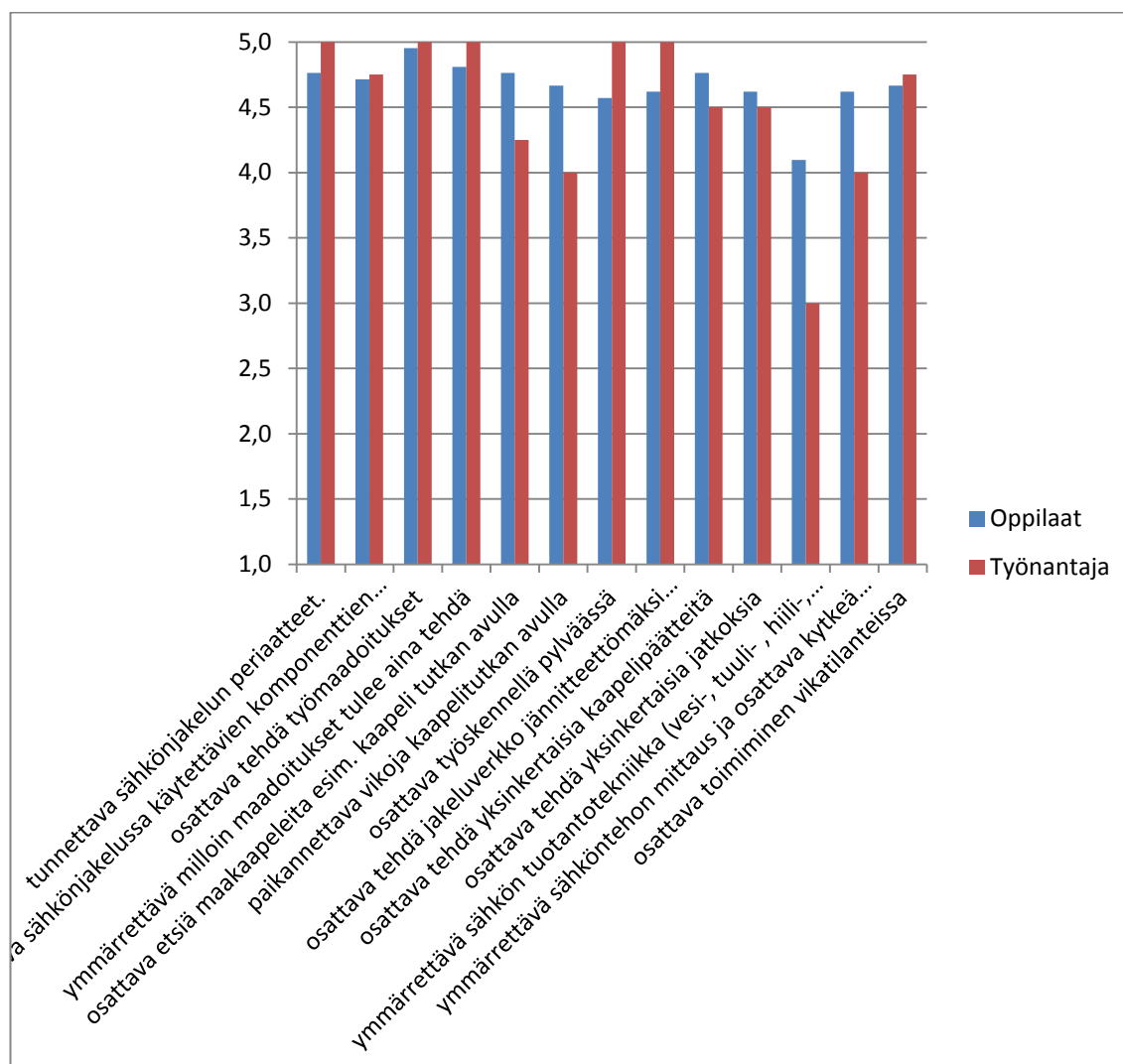
Teollisuuden sähköasennusten kysymysten tulokset on esitetty taulukossa neljällä. Tuloksista voidaan jälleen nähdä, että opiskelijoiden ja työnantajien näkemyksissä ei ole suurta eroa. Tulosten perusteella voidaankin sanoa, että myös teollisuuden sähköasennusten kohdalta, annettava koulutus vastaa työnantajien toiveita. Myös näiden tulosten kohdalta voidaan painottaa niitä aineita, joissa keskiarvo lähestyy arvoa viisi. Valvomoteknologian osalta annettavaa opetusta ei niin työnantajien kuin opiskelijoidenkaan kohdalta nähdä kovinkaan tärkeäksi. Tulos ei ole yllättävä, kun otetaan sähköasentajan ammatillinen työnkuva huomioon, sillä vain harvoissa tapauksissa sähköasentaja on tekemisissä valvomo-ohjelmistojen tai -teknologioiden kanssa. Nämä näkemykset vaikuttavat suuresti tehtävään automaatiotekniikan opetuslaitteen suunnitteluun.

Taulukko 4. Teollisuuden sähköasennukset.



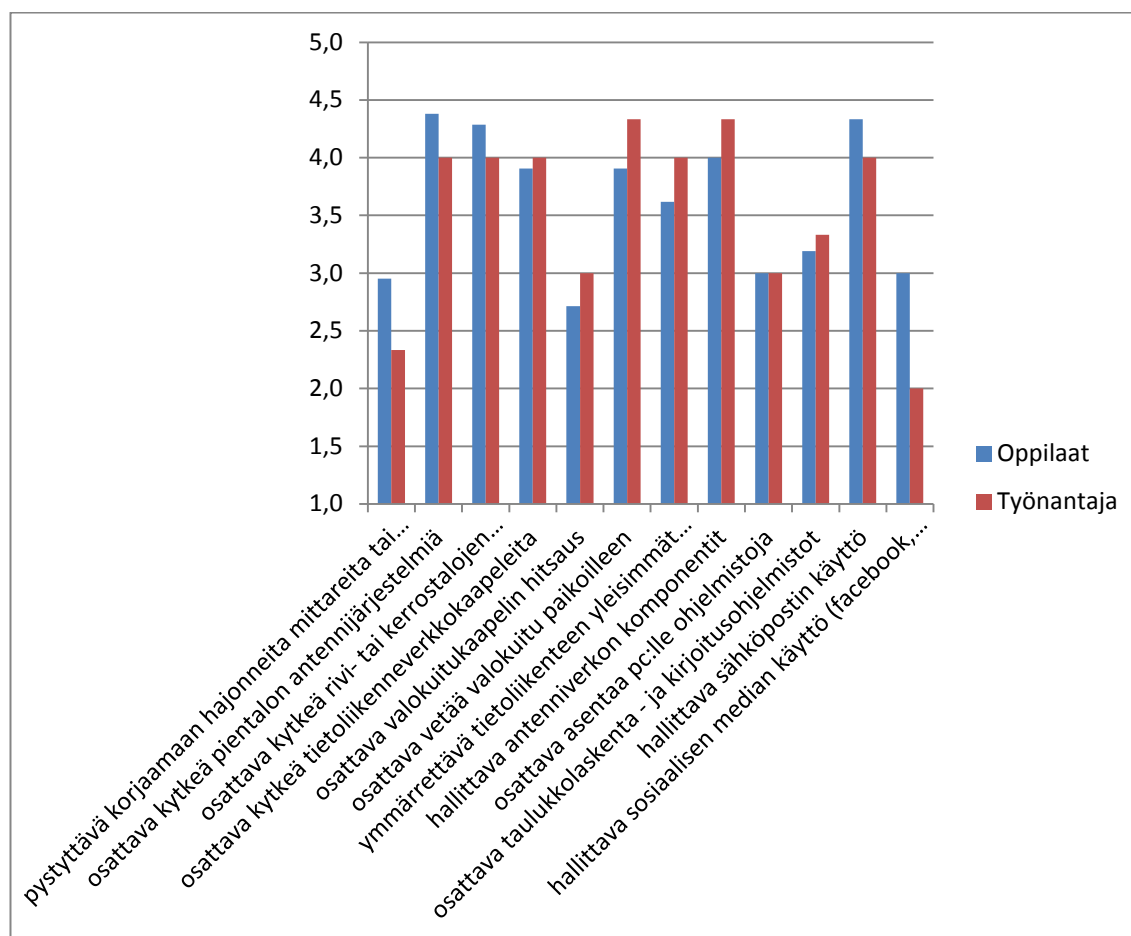
Sähkönjakelutekniikan osalta tulokset on esitetty taulukossa viisi. Yllättävintä tuloksissa oli, että työnantajien näkemys sähkönjakelutekniikan tärkeydestä oli yllättävän korostunut. Sähkönjakelutekniikalla käsitetään tässä kyselyssä lähinnä sähkölaitoksiin ja niiden jakeluverkkoihin liittyvää tekniikkaa. Myös opiskelijat pitivät kyseisiä taitoja tärkeinä. Tulokset ehkä selittyvät sillä, että Suomen ammattikouluissa oli katkos sähkölaitostekniikan opetuksessa ja työnantajat joutuivat itse kouluttamaan asentajia alusta lähtien. Perusasioiden hallitsemisesta nähdään suurta hyötyä ja käydyissä keskusteluissa onkin kiitelty sähkölaitostekniikan ottamista jälleen opetukseen. Lisäksi kyseiset taidot ovat hyödyksi myös sisäjohto- ja teollisuussähköasennusten parissa.

Taulukko 5. Sähkönjakelutekniikka.



Heikkovirta-asennusten tuloksista taulukossa viisi nähdään jo selvästi, että esim. elektroniikan korjaustehtäviä, valokaapelin hitsaustaitoja tai sosiaalisen median käyttötaitoja ei pidetä sähköasentajan pätehtäviin kuuluvina. Perustehtäviä kuten antennijärjestelmien kytkentätaitoja ja niissä käytettävien komponenttien tuntemista pidetään tärkeänä taitoina hallita ja osata. Hajonta opiskelijoiden ja työnantajien välillä myöskään tässä kyselyssä ei ollut merkitsevän suuri. Suurin ero tulee sosiaalisen median kohdalla, jota opiskelijat ovat entuudestaan tottuneet käyttämään.

Taulukko 6. Heikkovirta-asennukset.



Näiden kysymysten lisäksi työnantajille ja opiskelijoille vielä esitettiin muutama muu kirjallinen kysymys, joista tässä työssä käsitellään vain seuraavat:

- Minkälainen kappaletavara-automaation opetuslaitteiston tulisi olla?
- Minkälainen prosessiautomaation opetuslaitteiston tulisi olla?

Sekä opiskelijoiden että työnantajien vastauksissa toivottiin opetuslaitteistolta huomiota nykyaikaisiin teollisuuskomponentteihin, antureihin, taajuusmuuttajiin. Opetuslaitteiston tulisi muodostaa isompi ”kokonaisuus”, jotta eri komponenttien hahmottaminen ja ymmärtäminen osana laitekokonaisuutta olisi helpompaa. Lisäksi toivottiin, että laitteistolla pystyttäisiin simuloimaan erilaisia virhetilanteita ja siten harjoittelemaan vianetsintää mahdollisimman autenttisissa olosuhteissa.

11 SÄHKÖLABORATORIOTILAT JA -LAITTEISTOT

Tilojen luokittelu sähkölaboratorioiksi ja -työsaleiksi on perinteisesti ollut hyvin hankalaa. Näitä kahta tilaa koskeva lainsäädäntö on erilainen ja lainsäädännön tulkinta on ollut riippuvainen tulkitsijasta. Tilan merkitseminen sähkölaboratorioiksi on selkeää ja näissä tiloissa on aina noudatettava sähkölaboratorioiden lainsäädäntöä.

Sähkölaboratorioon saa päästä vain ammattitaitoisen tai siihen tilaan opastetun henkilön kanssa. Standardi SFS 6000-8-803 ei tee siihen eroa, onko ko. tilassa jännitteet päällä tai pois päältä. Sisäänpääsy näihin tiloihin tulee olla lukittuna ja varustettuna asianmukaisin varoituskyltein. [19, 13]

Sähkölaboratorioiden asennuksista on aina oltava asianmukaiset ja ajan tasalla olevat merkinnät sekä piirustukset. Tiloissa on oltava myös sähkötapaturmien ensiavusta kertovat taulut. Työskentelypaikoilla pitää olla kaaviokuva sähkönsyötön järjestelyistä, jotta tiloissa työskentelevillä on mahdollisuus katkaista sähkönsyöttö onnettomuuden sattuessa.

Sähkönsyötöt on lisäksi varustettava enintään 30 mA vikavirtasuojilla. Vikavirtasuojien tehtävänä on katkaista virran syöttö, mikäli maadoitukseen kytkeytyy 15-30 mA vikavirta. Samat säädökset koskevat myös näissä tiloissa käytettäviä opetuslaitteita. Laitteiston suunnittelussa on otettava huomioon opettavien opiskelijoiden ammattitaito ja vähäinen kokemus sähköasennuksista. Tämä asettaa osittain tiukempia vaatimuksia laitteistolle mm. suojausten käytölle kuin mitä teollisuudessa käytetään. Pienjännitteiset (yli 50 Vac ja alle 1000 Vac) on suojattava esim. erillisillä muovisilla eristeillä tai sijoitettava erikseen avattaviin koteloihin, joihin käsiksi pääsee vain opettajan valvonnassa. [19]

11.1 Sähkötyöturvallisuus sähkölaboratorioiden tiloissa

Opiskelijan pääsemiseen sähkölaboratorioiden tiloihin ja työskentelyyn niissä on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta hän tottuu turvallisiin työtapoihin jo mahdol-

lisimman varhain. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että oppilaalla pitää olla suoritettuna sähkötyöturvallisuustutkinto ennen kuin hän pääsee työskentelemään sähkölaboratoriossa. Lisäksi hänelle pitää järjestää perehdytys ko. tiloista ja hänelle pitää korostaa, että koneisiin, laitteisiin, vipuihin yms. koskeminen ilman ko. ohjaavan opettajan lupaa on kielletty. Lisäksi oppilailla tulee olla yleinen työturvallisuus ja ensiapukoulutus suoritettuina ennen työskentelyn aloittamista ko. tiloissa. [19, 41]

11.2 Asennusstandardin SFS 6000 huomioonottaminen

Sähköasennuksia koskevat standardit on koottu käsikirjaan SFS 600. Sarja käsittää yhteensä 37 standardia. Standardit on laatinut sähkö- ja elektroniikka-alan standardisoimisjärjestö SESKO.

Standardisarja koskee ainoastaan niitä sähköasennuksia, joiden nimellisjännite on korkeintaan 1000 V vaihtojännitettä tai 1500 V tasajännitettä. Standardisarjan pohjana on suurimmaksi osaksi eurooppalainen harmonisointiasiakirja CENELEC HD 60364 Low-voltage electrical installations ja kansainvälinen standardisarja. Standardisarjaan on lisätty kansalliset poikkeamat kansainvälisistä standardeista.

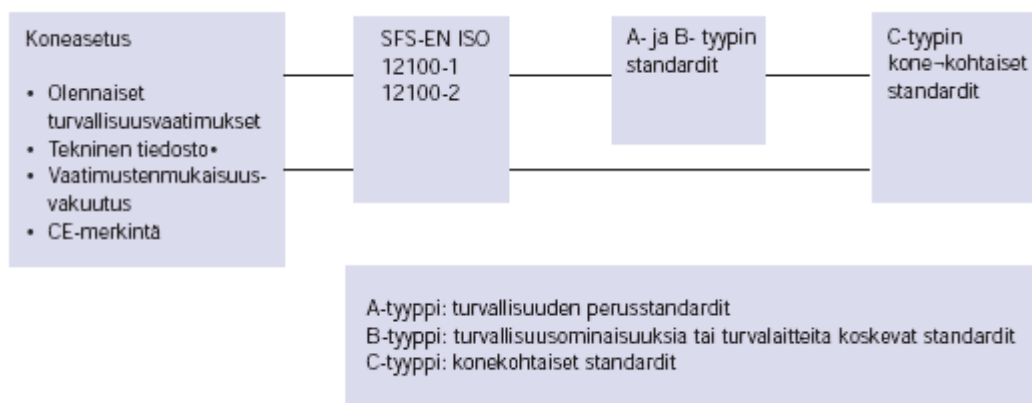
SFS 600 käsikirja sisältää lisäksi sähköturvallisuuslain (410/1996), sähköturvallisuusasetuksen (498/1996), kauppa- ja teollisuus-ministeriön päätökset sähkölaitteistojen turvallisuudesta (1193/1999), sähköalan töistä (516/1996) ja päätöksen sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä (517/1996).

Sähkölaitteiden turvallisuus voidaan saavuttaa, kun noudatetaan aihetta koskevia standardeja. Pienjänniteasennuksissa turvallisuus voidaan saavuttaa, kun noudatetaan SFS 6000 vaatimuksia. Vastaavasti sähkötyöturvallisuusvaatimukset on esitetty SFS6002 standardissa, jota noudattamalla saavutetaan päätöksen (516/1996) mukaiset vaatimukset. [15]

Automaatiotekniikan kuljetinlaitteiston suunnittelussa ja toteuttamisessa on otettu huomioon kyseiset standardit eikä niistä ole tehty poikkeuksia.

11.3 Konedirektiivin vaatimukset

Koneasetuksessa on määritelty valmistajan velvollisuudet ennen koneen saatamista markkinoille ja koneita koskevat olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Koneasetus perustuu EY:n konedirektiiviin 2006/42/EY. Kyseisessä asetuksessa on esitetty kaikkia koneita koskevat vaatimukset. Suomessa ko. direktiiviä vastaa valtioneuvoston asetus (200/2008), joka on esitetty kuviossa 3.



Kuvio 3. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta. [22, 21]

Asetusta sovelletaan jokaiseen uuteen koneeseen ja asetus koskee kaikkia koneita, niin myyntiin tarkoitettuja kuin omaan käyttöön valmistettuja koneita. Koneen suuruudella ei ole merkitystä. Mikäli koneen valmistukseen osallistuu useampia valmistajia, tulee jonkun valmistajan ottaa kokonaisvastuu koneen turvallisuudesta.

Konedirektiivissä on mainittu erikseen ne koneet ja laitteet, joita ko. asetus ei koske. Näitä direktiivin ulkopuolelle jätettyjä koneita/ laitteita, koskee useimmiten muut lainsäädännöt. [22]

11.4 Riskien arviointi

Koneen vaaratekijät pitää arvioida ja sen jälkeen pitää suunnitella toimenpiteet, miten ko. riskit vähennetään. Riskien arvioinnissa lähdetään liikkeelle ensin kir-

jaamalla koneen/laitteen raja-arvot. Tämän jälkeen voidaan miettiä mahdolliset vaaratilanteet ja niiden aiheuttamien riskien suuruudet. Riskien suuruuden perusteella arvioidaan riskien merkitys ja niiden vaatimat suojaustoimenpiteet. Arviointi suoritetaan niin monta kertaa kuin on tarpeellista, jotta riskit ja niiden aiheuttamat mahdolliset vammat saadaan pienennettyä tai poistettua.

Liitteessä kaksi on esitetty kappaletavara-automaation opetuslaitteiston riskienarviointi. Kyseisen riskiarvioinnin perusteella voidaan laite suunnitella turvalleiseksi opetuskäyttöön. Toisaalta huomataan myös, että riskejä ei voida kuitenkaan lopullisesti poistaa vaan pyrkiä minimoimaan niiden aiheuttamat vaarat ja loukkaantumiset. Riskienarvioinnin perusteella voidaan huomata, että laitteiston mekaaniset ratkaisut on pyrittävä suunnittelemaan lähtökohdiltaan turvallisiksi ja vaarakohtia tulee välttää. Laitteistoon lisättävillä hätäseis-järjestelmillä pyritään lisäämään laitteiston turvallisuutta, mikäli perussuojaustoimenpiteet epäonnistuvat esim. laitteiston väärän tai virheellisen käytön vuoksi.

Olenaisena osana turvallisuutta voidaan nähdä käyttäjien riittävä opastaminen ja riittävien käyttöohjeiden antaminen. Varsinaisten laitteiston käyttöohjeiden ja käyttöopastusohjeiden tekeminen on rajattu tämän työn ulkopuolelle. Riskikartoitusten tuloksia käytetään laitteiston suunnittelussa siten, että havaitut riskit voidaan teknisillä ratkaisulla poistaa tai pienentää sallituille tasoille.

12 AUTOMAATIOTEKNIIKAN OPETUSLAITTEISTON SUUNNITTELU

Automaatiotekniikan opetuslaitteiston tarkoituksena on havainnollistaa tutkittavia ilmiöitä niin asennusten kuin mittauksien osalta. Laitteisto on tarkoitettu suunnitella, valmistaa ja käyttöönottaa omana oppilastyönä. Tarkoituksena on käyttää teollisuuden vakiokomponentteja, jolloin niiden asennustavat, kytkennät, säädöt ja toiminnot selviävät havainnollisella tavalla.

Opetusprosessin mekaaniset laitteet on saatu ammattikoululle huutokaupasta ja tarkoituksena on modernisoida laitteisto, jotta se soveltuu kappaleta-automatoinnin opetukseen sekä vianetsintään. Laitteiston avulla on tarkoitettu myös pystyä toteuttamaan opiskelijoiden ammattiosaamisen näyttöjä. Laitteisto koostuu ohjelmoitavista logiikoista, moottorilähdöistä sekä erilaisista pneumatiikan komponenteista. Järjestelmään on mahdollista myöhemmin myös liittää valvomo-ohjelmisto. Järjestelmän olennaisena osana on myös hätäseis-pysäytysjärjestelmä, joka täyttää konedirektiivin vaatimukset.

12.1 Mekaniikka

Mekaanisesti laitteisto koostuu kahdesta päällekkäisestä kuljettimesta ja siihen liitetyistä nostopöydistä. Lisäksi laitteistoon on liitetty pneumaattinen hissi, jolla liukuhihnalla olevia kappaleita pystytään liikuttamaan alahihnalla ylahihnalle ja toisinpäin. Lisäksi on olemassa ns. työstöpöytä, johon liukuhihnalla oleva asennusalusta on tarkoitettu siirtää. Työstöpöydällä on pieni manipulaattori, joka voi asettaa asennettavan kappaleen kuljetinalustalle. Työn valmistuttua asennusalusta kappaleineen siirretään takaisin alahihnalle, jossa kappale poistetaan ja kuljetinalusta siirretään varastoon. Liitteessä 3 on esitetty kuljettimen laitteet päältä ja sivusta kuvattuna.

12.2 Pneumatiikka

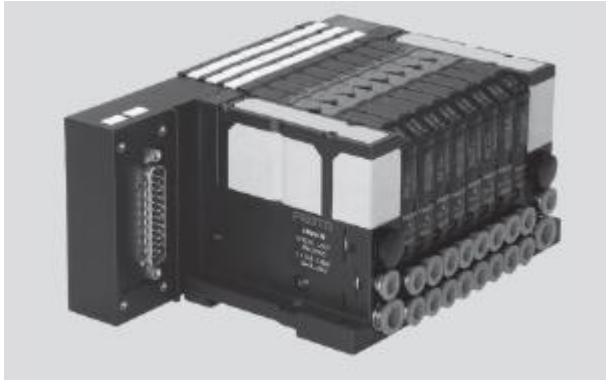
Laitteiston pneumaattinen järjestelmä uusittiin vastaamaan nykyaikaista koneautomaation pneumatiikkalaitteita. Sen perustana on huoltoyksikkö (kuvio 4), joka sisältää käsikäyttöisen sulkuventtiilin, paineensäätimen sekä suodattimen. Nämä laitteet on päätetty sijoittaa kuljettimen sivulle työstöpöytää vastapäätä, jotta niihin päästäisiin käsiksi mahdollisimman helposti.



Kuvio 4. Feston pneumatiikan huoltoyksikkö FRC-K, D sarja. [2]

Pneumaattisia toimilaitteita on laitteistossa sähkötoimiset venttiilit, joissa on myös manuaalitoiminto. Muut pneumaattiset laitteet ovat kaksitoimisia sylintereitä. Riskien kartoituksen perusteella hissien sylinterien liittimiin on lisäksi suunniteltu paineilman katoamisesta sulkeutuvat takaiskuventtiilit. Näiden avulla hissien liike pysähtyy eikä hissi voi pudota, vaikka paineilma katoaa tai paineilmaletkut rikkoontuvat. Riskiä, joka aiheutuu itse paineilmasylinterien rikkoontumisesta, pidetään epätodennäköisenä, eikä sitä siten tarvitse ottaa huomioon koneen suunnittelussa.

Paineilmaventtiileinä käytetään kuvion 5 tyyppisiä Feston CPA10-V1 venttiilirunkoja. Niiden avulla voidaan koota useampi venttiili yhteen ja siten vähentää tarvittavien letkujen ja liitosten määrää. Kuljetinlaitteiston pneumatiikkakaaviot on esitetty liitteessä neljä.



Kuvio 5. Feston venttiilterminaali. [3]

12.3 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelun lähtökohtana oli hyödyntää mahdollisimman paljon jo olemassa olevaa laitteistoa. Laitteisto oli ollut aikaisemmin käytössä matkapuhelimia kokoavan valmistajan käytössä. Laitteiston sähkömoottorit tarkastettiin ja niille tehtiin asianmukaiset mittaukset. Mittausten perusteella todettiin, että sähkömoottorit olivat kunnossa ja niitä pystyttiin hyödyntämään laitteiston rakentamisessa.

Osa sähkömoottoreita ohjataan perinteisesti releillä ja kahteen isompaan moottoriin päätin asennuttaa taajuusmuuttajat ohjamaan niitä. Taajuusmuuttaja yhdistetään ohjelmoitavaan logiikkaan, joka antaa taajuusmuuttajalle nopeusohjeen ja muut tarvittavat käyntitiedot.

Päävirransyöttö suunniteltiin laitteistoon uudelleen. Suunnittelussa otettiin huomioon mahdollinen tarve käytetyn energian mittaamiseen (kWh-mittari). Järjestelmän pääsähkösyöttö on yhteydessä laitteiston hätäseis- releeseen (liite 12), jonka avulla kaikki moottorit saadaan välittömästi jännitteettömäksi. Logiikoiden ja muuntajien sähkönsyöttö päätettiin erottaa hätäseis- katkaisusta, koska jännitteen katkaiseminen logiikoilta saattaisi olla hyvinkin turmiollista. Päävirtapiiri- en kuvat ovat esitetty liitteissä 6-11.

12.4 Automaatiosuunnittelu

Lähtökohtana automaatiosuunnittelulle oli tarvittavien I/O-tulojen ja lähtöjen määrä sekä minkä tyyppisiä ne olivat. Liitteessä viisi on esitetty I/O-suunnittelun tulokset. Suurin tarve oli binäärisistä digitaalituloista ja lähdoista. Lähtöjen osalta päädyin valitsemaan logiikkaan reletähdöt, koska sähkötekniisessä mielessä puhdas reletähdöslähtö on paras. Sen etuina on laaja jännite ja virtakestoisuus. Lähtökohtana tämän opetuslaitteiston suunnittelussa oli huomioida oppilasturvallisuus ja siksi logiikan lähdoissa käytettävä suurin jännite on 24 V tasatai vaihtovirtaa.

Lisäksi logiikoilla on tarkoitus ohjata kahta taajuusmuuttajaa ja sitä varten logiikoissa on myös analogiatulo että -lähtö. Automaatiotekniikan opetuksessa kuten edellä on jo todettu, on tarkoituksena opettaa opiskelijoille väyläjärjestelmiä. Väyläopetusta varten logiikat yhdistetään väylillä toisiinsa sekä antureihin että osaan toimilaitteita kuten venttiiliterminaaleihin.

12.5 Anturit

Kuljettimessa käytetään antureita lähinnä kuljetinhihnalla liikkuvien alustojen paikantamiseen. Antureina käytetään kapasitiivisia antureita, jotka voivat tunnistaa vanerista valmistetun kuljetinalustan. Sekä ylä- että alakuljettimella on antureita kolme kappaletta tasaisin välein, jotta kuljetinhihna voidaan täyttää mahdollisimman täyteen ja saada sen täysi kapasiteetti käyttöön. Kuljetinhihna toimii tällöin myös välivarastona. Lisäksi kapasitiivisia antureita on kääntöpöydissä, jotta kuljetinalusta saadaan sijoitettua kääntöpöydälle sopivasti sen kulkusuuntaa muutettaessa. Kuviossa kuusi on esitetty kuljetinlaitteistossa käytettävä anturi, sen datatiedot ja kytkentä. Anturit kytketään AS-I väylään liitteen 14 mukaisesti.

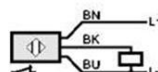
**KB5002**

KB-3020-APKG/NI
Kapasiitiivinen anturi
Muovikotelo Ø 34 mm
Liitäntäkaapeli
Parannettu häiriösuojaus
(HF-häiriöt)

Tuntoetäisyys 20 mm [nf]
säädettyä 3...20 mm
Opposensuus ei sallittu

Johdinvärit

BN ruskea
BU sininen
BK musta



Sähköinen rakenne	DC PNP
Lahto	avautuva
Käyttöjännite [V]	10...36 DC
Kuormitettavuus [mA]	250
Oikosulkusuojaus	tahdistettu
Napaisuussuojaus	kyllä
Ylikuormitussuojaus	kyllä
Jännitehäviö [V]	< 2,5
Virrankulutus [mA]	< 13 (24 V)
Todellinen tuntoetäisyys (Sr) [mm]	20 ± 10 %
Toimintaetäisyys [mm]	0...16,2
Kytkeäntähtäisyys [% Sr:stä]	-15...15
Hystereesi [% Sr:stä]	1...15
Kytkeäntähtäisyys [Hz]	40
Korjauskehoitimet	vesi = 1 / lasi n. 0,4 / keramiikka n. 0,2 / PVC n. 0,2
Ympäristölämpötila [°C]	-25...70
Suojausluokka	IP 65, II
EMC	EN 60947-5-2
MTTF [vuotta]	778
Kotelo materiaali	PBT
Toimintanäyttö	keltainen
Tilanosoitus LED	
Liitäntä	PVC-kaapeli / 2 m; 3 x 0,5 mm²
Paino [kg]	0,253
Tarvikkeet (toim. mukana)	Pantakinnike, ruuvimeisseli

Kuvio 6. Kapasiitiivinen anturi. [6]

Muita kuljettimessa tarvittavia antureita ovat valokennot, joita tarvitaan havainnoimaan kappaleet kuljetusalustan päällä. Antureina käytetään kuvion seitsemän mukaisia valokuituantureita. Niiden etuina on tarkka valonsäde ja säädettävä valonherkkyys.

**Tekniset tiedot**

Malli	ø 4 mm
Pituus	2 mm
Kytkeäntähtäisyys	140 mm
Kuitujen taivutus säde	15 mm
Anturityyppi	Virtakytkimet
Suojausluokka	IP 67 (pää)
Tuotekuvaus	Pienois/kuulaoptiikka
Toimintalämpötila	-25...+70 °C

Tiedot

Valmistaja	Contrinex CONTRINEX
Valmistajan tyyppi	LFP-1006-020
Alkuperämaa	CH
Alkuperäispakkauksen koko	1
Mitat (pakkaus)	150X150X10 mm
Paino	51 g
Luettelosivu / Luettelonumero	1582/59
Tullinimike	9002110090
UNSPSC (v5.03)	30211910
RoHS-info	RoHS-direktiivin mukainen

**Tekniset tiedot**

Käyttöjännite	10...30 VDC
Versio	PNP
Liitäntä	PVC-kaapeli 2 m
Kytkeäntähtäisyys	Ks. Valojohtimet
Mitat P x L x K	60 x 10 x 31.1 mm
Suojausluokka	IP 64
Kytkeäntähtäisyys	1.5 kHz
Tuotekuvaus	Potentiometriasetus
Toimintalämpötila	-25...+55 °C

Tiedot

Valmistaja	Contrinex CONTRINEX
Valmistajan tyyppi	LFK-3060-103
Alkuperämaa	CH
Alkuperäispakkauksen koko	1
Mitat (pakkaus)	210X180X10 mm
Paino	76 g
Luettelosivu / Luettelonumero	1582/59
Tullinimike	8541401000
UNSPSC (v5.03)	30211930
RoHS-info	RoHS-direktiivin mukainen

Kuvio 7. Valokuituanturin optiikka ja lähetin. [6]

Kuljetinlaitteiston muita antureita ovat lähinnä pneumatiikkasyylintereiden reed releet, joiden avulla säädetään hissien liike. Antureiden suorat kytkennät logiikkaan ovat esitetty liitteissä 15 , 16 ja 17.

12.6 Sähkömoottorit ja niiden ohjaus

Kuviossa kahdeksan on esitetty kääntöpöytien ja hissien kuljettimien sähkömoottori. Moottori on tyypiltään induktiomoottori eli oikosulkumoottori. Oikosulkumoottorit ovat teollisuuden yleisimpiä sähkömoottorityyppejä.

Moottorin tekniset arvot on esitetty taulukossa seitsemän. Taulukon arvoista nähdään, että moottori pitää kytkeä sähköverkkoon yksivaiheisena (230 VAC) ja siinä on käytettävä 2 μ F kondensaattoria. Liitteissä 8 ja 9 on esitetty ko. moottorin päävirtapiirin kytkentä. Kytkenä on rakennettu siten, että moottoria voidaan pyörittää molempiin suuntiin (suunnanvaihto). Moottoriin on lisäksi rakennettu pieni vaihteisto, jotta moottorin pyörimisnopeus saadaan sovitettua hihnakuljettimelle sopivaksi. Moottoria ohjataan logiikan avulla (käynnistys, pysäytys, pyörimissuunta).



Kuvio 8. S9I40GXH sähkömoottori. [18]

Taulukko 7. Induktio-moottorin S9I40GXH:n tekniset tiedot. [18]

Induction Motors	Supply voltage VAC/Hz	Output Power (P2) W	Speed min-	Torque Ncm	Current A	Capacitor μ F	Mass with gear Kg
S9I40GXH	1 x 230/50	40	1250	33	0,36	2,0	3,4

12.7 Taajuusmuuttajat

Kuljettimen ylä- ja alahihnan ohjaukseen valittiin taajuusmuuttaja. Taajuusmuuttajaksi valittiin kotimaiselta valmistajalta Vacon NXL(kuvio 9), joka on suorituskykyinen, tilaa säästävä, kotelointiluokaltaan vähintään IP21. Vammalan ammattikoululla on hyvät käyttökokemukset Vacon taajuusmuuttajista. Asentaminen, kytkeminen ja käyttöönotto sujuvat helposti hyvien käyttöohjeiden ja manuaalien avulla.

Vacon NXL sisältää kaiken opetuslaitteistossa tarvittavan vakiona, eikä kalliita lisäkortteja tarvitse siihen ostaa. Laite on valmistettu suoraan seinälle asennettavaksi, eikä se tarvitse välttämättä lisäkotelointia. Laitteessa on sisäänrakennettuna RFI-suodin ja jarrukatkoja. Lisäksi laite on hyvin häiriösuojattu ja laitteeseen sisäänrakennettu AC-kuristin vähentää syöttö-muuntajien, kaapeleiden ja sulakkeiden rasitusta.



Kuvio 9. Vacon NXL taajuusmuuttaja. [25]

Liitteessä kahdeksan on esitetty moottoreiden päävirtakytkennät ja liitteissä 15 – 20 on esitetty taajuusmuuttajan ja logiikan väliset kytkennät. Taajuusmuuttajaan kytketyn moottorin pyörimisnopeutta ohjataan virtaviestillä 4-20 mA. Logiikoiden analogiatulot ja -lähdet ovat esitetty liitteessä 21. Muita ohjaukskäskyjä annetaan logiikan digitaalilähdöillä, joita ovat start- ja stop-käskyt. Taajuusmuuttajasta saadaan sen analogialähdöstä viety virtaviesti 4-20 mA takaisin logiikalle. Sillä voidaan välittää moottorin nopeus taajuusmuuttajassa laskettuna logii-

kalle. Lisäksi taajuusmuuttajalta viedään logiikalle mm. käynnissä-viesti logiikan binääriseen tuloon. Moottorin tehon ollessa 180 W, voidaan teholuokaksi valita pienin NXL sarjan taajuusmuuttaja.

12.8 Turvareleet ja hätäseis

Turvareleen ja hätäseis- järjestelmän tehtävänä on katkaista välittömästi sähkönsyöttö kaikilta moottoreilta ja pysäyttää kaikki liike kuljettimelta. Pysäytys luokka on vallittu riskikartoituksen perusteella (liite 2).

Pysäytystoiminnot voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan seuraavasti:

- Luokka 0: pysäyttäminen poistamalla välittömästi teho koneen toimilaitteilta.
- Luokka 1: valvottu pysähtyminen, jossa koneen toimilaitteilla on teho pysähtymisen aikaan saamiseksi. Pysähtymisen jälkeen teho poistetaan toimilaitteilta.
- Luokka 2: valvottu pysähtyminen, jossa koneen toimilaitteilla säilytetään teho.

Automaation opetuslaitteiston pysäytyksessä kaikki kolme luokkaa ovat käytävissä, mutta hätäpysäytyksessä käytetään riskin arvioinnin mukaisesti luokkaa 0 eli hätäpysäytyksessä pitää toimilaitteelta purkaa energiat välittömästi. Luokan 1 pysäytystä, jota tässä tapauksessa ei tarvita, käytetään, kun järjestelmää ei voida pysäyttää välittömästi vaan se pitää ensin ajaa alas (esim. hidastaa nopeutta). Kyseistä pysäytysluokkaa tarvitaan teollisuudessa, jossa sähkömoottorit esim. pyörittävät isoja pyöriviä rumpuja, joiden hitausmomentit ovat suuret. Hätäpysäytyksen tulee tapahtua mahdollisimman nopeasti, mutta se ei kuitenkaan saa aiheuttaa lisävaaraa. Kuviossa 10 on esitetty automaatio-opetuslaitteeseen valittu hätäseis-turvarele JSBT 4. Hätäseis-turvareleen kytkentä on esitetty liitteessä 12.



Kuvio 10. Hätäseis-turvarele JSBT 4. [7]

JSBT 4 turvarele valittiin hätäseis käyttöön siksi, että se on kaksikanavainen eli siinä ovat tulot A ja B. Sillä saavutetaan hätäseis käytössä useita etuja mm. se, että molempien tulojen pitää olla suljettuina, jotta releen turvakoskettimet sulkeutuisivat (lähdöt 13-14, 23-24 ja 33-34). Oikosulku hätäseis-kytkinten johdotuksissa aiheuttaisi välittömästi pysäytystoiminnon. Lisäksi releessä on ns. testi-tulo (koskettimet X1 ja X2), joita voidaan käyttää apulaitteiden valvontaan. Esim. kuten liitteestä 13 nähdään, niillä valvotaan kontaktorien K1 ja K2 tilaa. Relettä ei voi käynnistää uudelleen ennen kuin kontaktorit K1 ja K2 ovat palautuneet jännitteettömään tilaan (koskettimet X1 ja X2 pitää olla oikosuljettuna alkutilanteessa). [7]

12.9 Releistys, sulakkeet ja muut sähkötekniikan komponentit

Kuljetinlaitteiston kokoonpanossa käytetään hyväksi havaittuja ja jo pitkään markkinoilla olleita tunnettujen valmistajien sähkökomponentteja. Saman laitekaapin komponentit pyritään hankkimaan samalta valmistajalta, jotta saavutetaisiin mahdollisimman hyvä yhteensopivuus ja yhtenäinen ulkoasu. Kaikkien komponenttien tulee olla DIN-kiskoon asennettavia.

Kytkimissä ja sulakkeissa on oltava luotettava asennonosoitin ja niiden tulee täyttää erottamiseen annetut määräykset. Pääkytkimen on oltava lisäksi lukitta-

va ja sen on pystyttävä siirtämään ja katkaisemaan kuljetin laitteiston nimellisvirta.

Laitteiden etukojeena voidaan käyttää varoketta, johdonsuoja-, kompakti- tai päävarokekatkaisijaa. Pääsääntöisesti laitteiden oiko- ja ylivirtasuojana käytetään johdonsuoja-automaatteja, joiden koko valitaan suojattavan kohteen nimellisvirran perusteella. Moottoreiden suojauksessa käytetään päävarokekatkaisijoita.

12.10 Kaapelointi ja laitekaapit

Kuljetinlaitteiston sähkökeskusten sisäiset johtimet mitoitetaan keskuksen nimellisvirran mukaan ja lähtevät johtimet mitoitetaan niitä suojaavien etukojeiden mukaan. Tulevat ja lähtevät kaapelit liitetään aina riviliittimillä. Pienimpänä johdin poikkipintana käytetään $1,5 \text{ mm}^2$. Keskuksilta lähtevät pienjännitejohdot ovat tyypiltään aina kaapeleita. Antureiden kaapelointi tehdään JAMAK tai NO-MAK kaapeleilla. Instrumentointikaapeleiden suojavaipat tulee aina kytkeä ainoastaan sähkökeskuksen päästä kiinni TE -liittimeen eikä niitä saa kytkeä kenttälaitteiden päässä kiinni. Keskukseen rakennetaan erikseen PE -liittimet ja instrumentointia varten TE -liittimet. Käytettäessä hienosäikeisiä johtimia mm. ovissa, tulee ne varustaa sopivilla puristusliittimillä. [20]

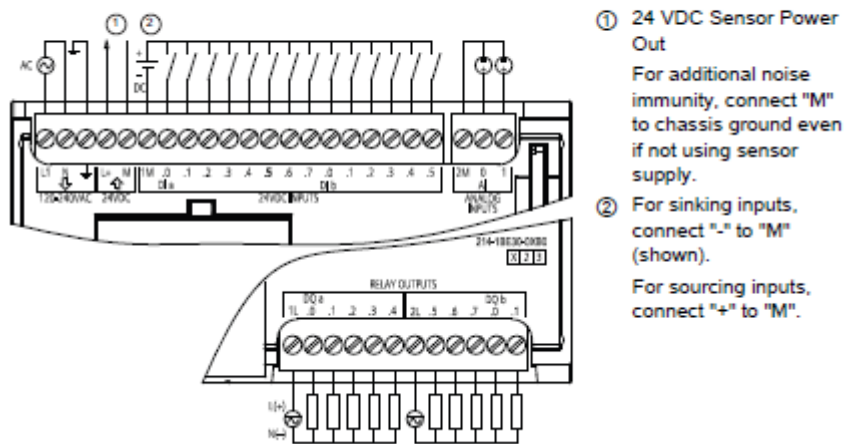
Komponentit on merkittävä piirustusten mukaisilla kojemerkinnoillä, joiden on oltava näkyvissä koko laitteiston käyttöiän. Laitekaapin ovi varustetaan sopivalla piirustusten säilytykseen tarkoitetulla lokerolla, josta ne ovat saatavilla tarpeen tullen. Sähkökaapin ja kuljettimen väliset johdotukset kuljetetaan ylös asennettavilla kaapelikanavilla. Yläpuoliset kaapelikanavat vähentävät riskiä kompastua lattialla oleviin rakenteisiin.

12.11 Ohjelmoitavat logiikat

Ohjelmoitavien logiikoiden osalta laitteistoon päätettiin valita Siemens S7-1200 1214C sarjan logiikat, joita automaatiotekniikan opetuksessa on käytetty entuudestaan. Sillä saavutetaan se etu, että laitteisto ja sen ohjelmisto ovat oppilaille etuudestaan tuttuja. S7-1200 1214C sarjan logiikassa on vakiona 14 binääristä ja kaksi analogista sisääntuloa. Lisäksi ko. laitteessa on vakiona kaksi ryhmää viiden releen lähtöjä. Kuviossa 11 on esitetty logiikan tulot ja lähdöt.

CPU 1214C Wiring Diagrams

Table A- 53 CPU 1214C AC/DC/Relay (6ES7 214-1BE30-0XB0)



Kuvio 11. CPU 1214C johdotus. [17]

Logiikoita tarvitaan yhteensä kolme. Logiikat ovat jaettu laitteistoon seuraavasti:

PLC 3: työstöpöytä ja manipulaattori

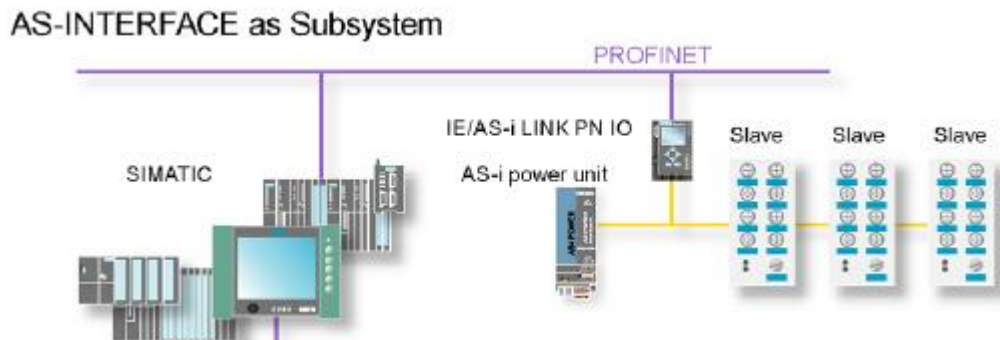
PLC 1: Yläkuljetin, yläkääntöpöytä ja hissi

PLC2: Alakuljetin ja alakääntöpöytä.

Taajuusmuuttajien ohjaus liitetään suoraan logiikoiden analogiatuloon ja -lähtöön sekä taajuusmuuttajien tarvitsemat ja niistä saatavat ohjaussignaalit liitetään suoraan relälähtöihin. Muuten mittaus- ja ohjaussignaalit siirretään teollisuusväylää pitkin.

12.12 Teollisuusväylät

Käytettävä teollisuusväylästä koostuu kuvion 12 mukaisesti teollisuus Ethernet-väylästä, toiselta nimeltään Profinet sekä AS-I väylästä.



Kuvio 12. Profinet ja asi- laitteiden yhteensovittaminen. [16]

Profinet on teollisuus-Ethernet standardi, johon on luotu omat protokollat. Ainoastaan fyysinen OSI-kerros eli kaapelointi on samanlainen kuin normaali LAN verkoissa käytettävässä Ethernetissä. Koska fyysinen OSI-kerrosmalli on samanlainen kuin normaali LAN -verkoissa, on myös langaton tiedonsiirto mahdollista. Olemassa olevien Profibus tai AS-I laitteiden liittäminen ilman niihin tehtäviä muutoksia on mahdollista väyläsovittimien avulla.

Tehtävässä opetuslaitteessa PC, PLC ja AS-I laitteet ovat liitetty toisiinsa Profinetin avulla. Laitteiden liittäminen toisiinsa on kuvattu liitteessä 13. Siinä yhteys laitteiden välillä tehdään ns. tyhmällä Ethernet hub-laitteella, johon kaikki Profinet laitteet ovat kytketty. Liikennöinti AS-I väylään tehdään IE AS-i LINK PN IO laitteen avulla, joka toimii AS-I isäntä laitteena (master). Lisäksi AS-I väylässä tarvitaan AS-I jännitelähde sekä liityntäyksiköt (slave). AS-I väylässä data kulkee keltaista johdinta pitkin isäntälaitteen ja liityntälaitteiden (orjien) välillä ja mustalla välitetään toimilaitteelle niiden tarvitsema jännite (24 Vdc). Isäntä yksikkö tunnistaa jokaisen orjaliityntäyksikön, sen yksilöllisen osoitteen avulla. Väylää asennettaessa pitää jokaiseen liityntäyksikköön ohjelmoida sen yksilöllinen osoite. Väyläjärjestelmän suurimpana etuna on tarvittavien kaapeleiden määrän väheneminen. Kyseisessä opetuslaitteistossa kaapelointi ei ole ongelmana, vaan väylää käytetään ainoastaan opetuksellisista syistä. Kuviossa 13

on esitetty AS-I väylän laitteita ja liityntäyksiköiden ohjelmointilaite. Liitteessä 14 on esitetty AS-I väylän johdotukset ja sen tarvitsema osoitteisto.



Kuvio 13. AS-I väylän laitteistoa. [16]

12.13 Kappaletavaran käsittelymanipulaattori

Työstöpöydän yhteyteen on tarkoituksena rakentaa pieni kaksiakselinen manipulaattori tavaroiden siirtelyä varten kuljettimella oleville kuljetusalustoille. Manipulaattoria ohjataan askelmoottoreilla horisontaalisesti että vertikaalisesti. Tarttuja, joka tarttuu siirrettävään kappaleeseen, on pneumaattisesti avautuva ja sulkeutuu mekaanisesti jousien avulla.

Kuljetinlaitteiston ensimmäisessä vaiheessa manipulaattoria ei ole tarkoitus rakentaa, vaan sille jätetään varaukset logiikkaohjausta varten. Pneumaattiset ja sähköiset liitynnät kuitenkin rakennetaan valmiiksi, jotta ko. laitteet on nopea ottaa tarvittaessa käyttöön. Itse mekaaninen manipulaattorilaitteisto on valmiina ja siitä puuttuu ainoastaan askelmoottorihajaimet.

13 ASENNUKSET

Laitteiston mekaaniset ja sähköiset rakennustyöt on tarkoitus teettää oppilastyönä sopivien kurssien ja opetusaineiden aikana. Laitteiston mekaaninen rakentaminen on jo nyt lähes suoritettu ja oikeastaan vain hissien suojapellit puuttuvat paikoiltaan.

Pneumaattiset laitteet ovat sijoitettuina ja venttiiliryhmät ovat asennettuina niille varattuihin koteloihin. Pneumatiikan pääventtiili ja paineilmalinjat puuttuvat laitteistosta. Sähkötöitä laitteistossa ei ole aloitettu. Asennukset on tarkoitus aloittaa vuoden 2012 puolella.

13.1 Ohjelmointi

Laitteiston ohjelmointi on tarkoitus tehdä opiskelijoiden ja opettajien yhteistyönä. Laitteistoa käytettäessä on tarkoituksena, että ohjelmistot ovat valmiina ohjelmoitavissa logiikoissa eikä niitä ole tarkoitus opiskelijoiden muuttaa.

Kuljetinlaitteen ohjelmointi oli rajattu pois tästä työstä, koska eräät tekniset ratkaisut ovat vielä auki ja varmistuvat vasta hankintatilanteessa. Pääperiaate kuljetinlaitteiston ohjelmoinnissa on, että laitteisto jaetaan kolmen ohjelmoitavan logiikan kesken, joista jokainen voi toimia itsenäisesti, ohjaten omaa osiota laitteistosta. Siten saadaan esim. kolmelle ryhmälle itsenäisiä harjoituksia rakennettua. Pääasiassa kuljetinlaitteistoa käytetään kokonaisuutena ja siksi myös ohjelmoinnissa tämä huomioidaan.

13.2 Kuljetinlaitteiston dokumentointi

Opetuskäyttöön tulevan laitteen dokumentointiin täytyy turvallisen käytön vuoksi kiinnittää erityistä huomiota. Laitteiston läheisyyteen on tarkoitus asentaa dokumenttitasku, josta kaikki laitteeseen liittyvät paperit on mahdollista saada.

Lisäksi laitteiston hissin seinään asennetaan laitteen käyttöohjeet ja ohjeistus onnettomuuden varalta.

Dokumentointi koostuu käyttöohjeista, sähköpiirustuksista, ohjelmiston rakenteesta ja sen ohjelmakoodista sekä huolto-ohjeista. Dokumentointia on tarkoitus käyttää hyväksi opetuksessa ja mahdollisissa vikatilanteissa. Laitteistolle tehdään ja dokumentoidaan luonnollisesti kaikki vaadittavat käyttöönottopöytäkirjat. Sähkömoottoreista voidaan lisäksi tehdä omat käyttöönottopöytäkirjat, joista ilmenee mm. mitatut kierrosnopeudet sekä vaihevirrät.

14 LAITTEISTON HYÖDYNTÄMINEN OPETUKSESSA

Laitteistoa tullaan käyttämään opetuksessa laaja-alaisesti hyödyksi opiskeltaessa sähkötekniikan eri oppiaineita. Laitteistoa voidaan käyttää hyödyksi erityisesti sähkökomponenttien opiskelussa, logiikan ohjelmointiharjoituksissa sekä opiskeltaessa sähkömoottorikäyttöjä esim. taajuusmuuttajia. Lisäksi kuljetinlaitteistosta on suurta apua opiskeltaessa vian etsintää ja niiden korjaamista. Vian etsinnän yhteydessä on myös helppo harjoitella mittaustekniikkaa.

Laitteisto tulee eniten hyödyttämään opiskelijoita hahmottamaan kokonaisuuksia yksittäisten komponenttien opiskelun sijaista. Erityisesti opitun teorian soveltaminen käytäntöön helpottuu oleellisesti ja samalla opiskelijoiden mielenkiintoa teoriaa kohtaan saadaan heräteltyä.

Olennainen osa opiskelua on opitun näyttäminen. Kuljetinlaitteiston avulla saadaan järjestettyä luonnollinen näyttöympäristö, jossa käytettävät tekniikat ja laitteet ovat samoja kuin teollisuudessa käytetyt.

15 TYÖN TULOSTEN TARKASTELU

Tässä opinnäytetyössä on käsitelty sähköasentajan perustutkintoa ja sen vaatimuksia sekä käsitelty opetuksen työelämävastaavuutta. Lisäksi työssä on lyhykäisesti käsitelty opetustyön pedagogisia tavoitteita ja opetusmenetelmiä. Voinkin tässä hyvin todeta, että opetusmenetelmien jatkuva kehittäminen on avaintekijänä yhä monimutkaisempaa tekniikkaa opettaessa. Keskeisenä tekijänä opetuksessa on yksilön, opiskelijan oma tahtotila oppia ja opiskella ja opettajan roolina onkin mielenkiinnon herättäminen sekä ohjaaminen.

Kehitystyön olennaisena osana on tutkimus työelämän ja koulutuksen vastavuudesta. Työnantajien rooli koulutuksen suunnanantajana on korostunut, koska he tahtovat osaavia työntekijöitä yhä haastavampiin sähköalan töihin. Yritysten välinen kilpailutilanne on vuosi vuodelta kiristynyt ja joustavuus erilaisiin työtehtäviin on kasvanut. Perinteinen sisäjohtoasennuksia tekevä liike on joutunut laajentamaan tarjontaansa esim. teollisuussähköistyksen pariin. Sähköasentajista halutaankin tästä syystä monialaosaajia, joilla on valmiudet elinikäiseen oppimiseen.

Opetuslaitteen suunnittelu oli edellä mainittujen asioiden johdosta automaatiotekniikan opetukseen välttämätöntä. Opetuslaitteen suunnittelussa tuli ottaa huomioon työelämän vaatimukset, opiskelijoiden näkemykset ja ennen kaikkea sen tulee palvella laadukasta automaatiotekniikan opetusta. Mielestäni tavoitteeseen päästiin hyvin ja laitteistosta saatiin suunniteltua monipuolinen sekä ennen kaikkea modernia automaatiotekniikkaa edustava opetuslaite.

Opetuslaitteiden kehittäminen on pitkäjänteistä toimintaa ja se ei pääty kyseiseen työhön, vaan hankkeen jälkeenkin on tarkoitus vielä syventää työelämäyhteistyötä ja opetuslaitteiden kehittämistä. Lisäksi elämme alati muuttuvassa maailmassa ja opetuksessa sekä opetusvälineiden kohdalta, tulisi pyrkiä pysymään kehityksen kärjessä muistaen kustannustehokkuus.

LÄHDELUETTELO

- [1] Eteläpelto, E. & Tynjälä, P. 2005. Oppiminen ja asiantuntijuus. Työelämän ja koulutuksen näkökulmia. 1.-3. Painos. Juva: WSOY.
- [2] Festo Finland Oy. Compressed air preparation. Luettu 01.09.2011.
http://www.festo.com/pnf/fi_fi/products/catalog?action=search&key=frc
- [3] Festo Finland Oy. Standard valve terminals. Luettu 01.09.2011.
http://www.festo.com/cms/fi_fi/2384.htm
- [4] Frisk, T. 2005. Työssäoppimisen käytäntöjä. Helsinki: Edita Prima Oy.
- [5] Hirsjärvi, S. & Ruohotie, P. 2001. Tutki ja kirjoita. Vantaa:Tummavuoren kirjapaino Oy.
- [6] IFM Oy. Paikannusanturit ja kohteentunnistus. Luettu 01.09.2011.
http://www.ifm.com/ifmfin/web/pmain1!1_40.html
- [7] Juha Elektro. Turvareleet. Luettu 01.08.2011.
http://tuotteet.juhaelektro.fi/documents/datasheets/Jokab%20Safety/safety_relay_connection_examples.pdf.
- [8] Jääskeläinen, Laukia, Luukkainen, Mutka, Remes. 2007. Ammattikasvatuksen soihdunkantaa. Juva: WS Bookwell Oy.
- [9] Karjalainen, A. & Kemppainen, T. 1994. Vaihtoehtoisia Tenttikäytäntöjä. Luettu 23.10.2011. <http://www oulu.fi/verkostovatti/materia/leirituli/tentti/tentti.htm>.
- [10] Mahlamäki-Kultanen, S. & Tarvainen, J.-M. 2007. Taito näkyväksi-taito, työssäoppiminen ja digitaalinen valokuva. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.
- [11] Opetushallitus. 2009. Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto 2009 määräys 23/011/2009. Vaasa: Oy Fram Ab.
- [12] Opetushallitus. 2011. Arvioinnin periaatteet. Luettu 01.09.2011.
http://www.oph.fi/tietopalvelut/arviointi- ja_seurantatieto/ ammatillinen_koulutus/arvioinnin_periaattet
- [13] Opetusministeriö 2000. Koulutuksen ja työelämän yhteistyökysymyksiä pohditaan arvovaltaisessa seminaarissa, tiedote 15-08-2000. Opetusministeriö. Viitattu 9.7.2011.
http://www.minedu.fi/OPM/Tiedotteet/2000/8/koulutuksen_ja_tyuelaman_yhteist_yokysymyksiä_pohditaan_arvovalta?lang=fi.
- [14] Ruohotie, P. 2000. Oppiminen ja ammatillinen kasvu. 1.painos. Juva:WSOY.
- [15] SFS. 2008. SFS-käsikirja 600. 1. painos. Helsinki:SFS

- [16] Siemens. DP/AS-Interface Link Advanced. Luettu 01.08.2011.
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&objid=22502958&treeLang=en>
- [17] Siemens. S7-1200 Programmable controller, System Manual. Luettu 01.08.2011.
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?query=s7-1200&func=cslib.cssearch&content=adsearch%2Fadsearch.aspx&lang=en&siteid=cseus&objaction=cssearch&searchinprim=0&nodeid0=22502958>
- [18] SPG Motor. Standard AC- and DC-motors. Luettu 01.08.2011
<http://www.contradex.hu/img/spg.pdf>
- [19] Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2006. Sähkötyöturvallisuus ammatillisessa koulutuksessa. Helsinki:Painokurki.
- [20] Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2003. Sähköurakoitsijan jakokeskusopas. Tampere:Tammer-Paino Oy.
- [21] Tampereen yliopiston täydennyskoulutuskeskus. 2002. Mitä on oppiminen?. <http://www.uta.fi/tyt/verkkotutor/oppimin.htm>.
- [22] Työsuojeluhallinto. 2008. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 16. Tampere. Luettu 01.09.2011.
http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2008/12/tso_16-2009.pdf.
- [23] Uusikylä, K. & Atjonen, P. 2005. Didaktiikan perusteet. 3. Painos.Porvoo: WSOY.
- [24] Uusitalo, H. 1991. Tiede, tutkimus ja tutkielma, Johdatus tutkielman maailmaan. Helsinki:WSOY.
- [25] Vacon Oy. Vacon NXL - helppokäyttöinen ja tehokas taajuusmuuttaja. Luettu 01.09.2011. <http://www.vacon.fi/Default.aspx?id=461936>
- [26] Hakkarainen, K., Lonka, K. & Lipponen, L. 2004. Tutkiva Oppiminen: järki, tunteet ja kulttuuri oppimisen sytyttäjinä. Helsinki:WSOY.

LIITTEET

Liite 1	Kyselytutkimus lomake
Liite 2	Kuljetinlaitteiston riskien arviointi
Liite 3	Kuljetinlaitteiston kuva
Liite 4	Kuljetinlaitteiston pneumatiikkakaavio
Liite 5	Kuljetinlaitteisto I/O
Liite 6	Jännitteen syöttö kuljettimelle
Liite 7	Kuljettimien 1 ja 2 moottoreiden päävirtapiirit
Liite 8	Kääntöpöytien 1 ja 2, työstöpöydän kuljetinhihnojen moottorit
Liite 9	Hissin kuljetinhihnan moottori
Liite 10	24 VAC jännitesyöttö
Liite 11	24 VDC jännitesyöttö
Liite 12	Hätäseis releen kytkentä
Liite 13	Profinet väylä/ PLC jännitesyötöt/AS-I jännitesyötöt
Liite 14	AS-I väylän kytkennät
Liite 15	PLC1 digitaalisääntulot
Liite 16	PLC2 digitaalisääntulot
Liite 17	PLC3 digitaalisääntulot
Liite 18	PLC 1 relelähdöt
Liite 19	PLC 2 relelähdöt
Liite 20	PLC 3 relelähdöt
Liite 21	1,2 ja 3 analogia tulot/lähdöt

KYSELYTUTKIMUS

SÄHKÖASENTAJAN KOULUTUS

Arvoisa vastaanottaja

Olen tekemässä tutkimusta sähköasentajan koulutuksesta ja siinä käytettävistä laitteistoista. Tiedot kootaan tekemääni opinnäytetyöhön Tampereen ammattikorkeakoululle ja ovat käytettävissä Vammalan ammattikoululla. Tiedot kootaan sähköasentajan koulutuksen ajanmukaisuuden kartoittamiseksi ja työelämän näkemysten selvittämiseksi.

Tutkimuksen onnistumiseksi on tärkeää, että sähköasennuksia tekevät ja suunnittelevat asennusalan yritykset vastaavat kyselyyn. Olet yksi Vammalan ammattikoulun työharjoittelupaikoista, joten näkemyksesi on meille tärkeä.

Luottamuksellisuus

Kaikki yksittäisen henkilön tai yrityksen tunnistamisen mahdollistavat tiedot poistetaan ennen aineiston luovuttamista Tampereen ammattikorkeakoululle tai Vammalan ammattikoululle. Aineisto käsitellään tilastollisin menetelmin, eikä yksittäisen henkilön tai yrityksen vastauksia voi erottaa tuloksista.

Kyselyn palauttaminen

Pyydämme sinua täyttämään tämän kyselylomakkeen ja palauttamaan sen 15.08.2011 mennessä osoitteeseen:

Markus Miller

Vammalan ammattikoulu

Ratakatu 36, PL 22

38210 SASTAMALA

tai sähköisesti osoitteeseen: markus.miller@sasky.fi

Lisätiedot

Tutkimustyöntekijä Markus Miller, puh. 040-0102961, markus.miller@sasky.fi

Yhteistyöstä etukäteen kiittäen

Markus Miller
Vammalan ammattikoulu, sähköosasto

Markus Miller
Vammalan ammattikoulu
Sähköosasto

markus.miller@sasky.fi

040-0102961

(jatkuu)

LIITE 1: 2(5)

2/5

KYSELYTUTKIMUS

LOMAKKEEN TÄYTTÖOHJEET

Rastita jokaisen kysymyksen kohdalla omaa näkemystäsi parhaiten vastaava vaihtoehto.

Muutamassa kysymyksessä vastaus kirjoitetaan sille varattuun tilaan.

SISÄJOHTOASENNUKSET: Sähköasentajan on	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Vähän samaa mieltä	Lähes samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
osattava lukea sähköpiirustuksia					
osattava tehdä piirustuksiin korjaukset tietokoneella					
osattava tehdä piirustuksiin korjaukset käsin					
osattava sähkösuunnittelua					
ymmärrettävä liiketoiminnan periaatteita					
osattava perustyökalujen käytön					
ymmärrettävä taloudellinen toimintatapa					
osattava hitsata yksinkertaisia rakenteita (ei luokkahitsausta vaativia kohteita)					
toimittava työssään kuin yksityisyrittäjä					
osattava tehdä asennustarkastusmittaukset					
hallittava yleiset sisäjohtoasennukset					
hallittava KNX-tekniikka					
hallittava taloautomaation laitteistot pääpiirteissään					
hallittava ja ymmärrettävä sähkötekniikan mittaukset (virta, jännite, teho, jännitteettömyyden mittaukset, jne.)					
hallittava sähköverkon laadun mittaukset (esim. loistehon mittaukset)					

Teollisuuden sähköasennukset: Sähköasentajan on	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Vähän samaa mieltä	Lähes samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
osattava kytkeä väyläjärjestelmiä piirustusten mukaisesti					
hallittava myös mekaanista asennusta					
ymmärrettävä kokonaisprosesseja					
ymmärrettävä kappaletavara-automaatiota					
ymmärrettävä prosessiautomaatiota					
osattava tehdä tarpeelliset prosessiteollisuuden mittaukset					
ymmärrettävä säädintekniikkaa (P,PI ja PID)					
osattava sähkömoottorikytkennät					
osattava puolijohdetekniikkaa (esim. puolijohderele)					
osattava tehdä kytkentöjä annettujen piirustusten					

Markus Miller
Vammalan ammattikoulu
Sähköosasto

markus.miller@saskv.fi

040-0102961

(jatkuu)

LIITE 1: 3(5)

3/5

KYSELYTUTKIMUS

mukaisesti					
osattava tehdä piirustuksiin muutoksia tietokoneella					
Ymmärrettävä teollisuudessa käytettävien komponenttien pääperiaatteet					
osattava valvomo teknologiaa (esim. pc-valvomo-ohjelmisto)					
Sähkönjakelutekniikka: Sähköasentajan on	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Vähän samaa mieltä	Lähes samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
tunnettava sähkönjakelun periaatteet.					
tunnettava sähkönjakelussa käytettävien komponenttien pääperiaatteet					
osattava tehdä työmaadoitukset					
ymmärrettävä milloin maadoitukset tulee aina tehdä					
osattava etsiä maakaapeleita esim. kaapeli tutkan avulla					
paikannettava vikoja kaapelitutkan avulla					
osattava työskennellä pylväässä					
osattava tehdä jakeluverkko jännitteettömäksi jakelupiirustusten ja ohjeistuksen mukaisesti					
osattava tehdä yksinkertaisia kaapelipäätteitä					
osattava tehdä yksinkertaisia jatkoksia					
ymmärrettävä sähkön tuotantotekniikka (vesi-, tuuli-, hiili-, ydinvoimalat, jne.)					
ymmärrettävä sähköntehon mittausta ja osattava kytkeä mittarit, jne. (esim. virtamuuntajat)					
osattava toimiminen vikatilanteissa					

Heikkovirta-asennukset: Sähköasentajan on	Täysin eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Vähän samaa mieltä	Lähes samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
pystyttävä korjaamaan hajonneita mittareita tai muuta elektroniikkaa					
osattava kytkeä pientalon antennijärjestelmiä					
osattava kytkeä rivi- tai kerrostalojen antennijärjestelmiä					
osattava kytkeä tietoliikenneverkko-kaapeleita					
osattava valokuitukaapelin hitsaus					
osattava vetää valokuitu paikoilleen					
ymmärrettävä tietoliikenteen yleisimmät komponentit					
hallittava antenniverkon komponentit					
osattava asentaa pc:lle ohjelmistoja					
osattava taulukkolaskenta- ja kirjoitusohjelmistot					
hallittava sähköpostin käyttö					
hallittava sosiaalisen median käyttö (facebook, twitter, jne.)					

Markus Miller
Vammalan ammattikoulu
Sähköosasto

markus.miller@saskv.fi

040-0102961

(jatkuu)

LIITE 1: 4(5)

4/5

KYSELYTUTKIMUS

Yrityksenne toimii: rakennusten perinteisessä asennustekniikassa/ kunnossapidossa
 Teollisuuden sähköistyksissä/ kunnossapidossa
 Sähkölaitostekniikan asennuksissa/ kunnossapidossa

<i>Mielestänne sähköasentajan työ koostuu pääasiassa: (laita prosentti osuudet sarakkeisiin)</i>	% kokonaistyöajasta (100%)
Perinteinen sisäjohtoasennus (uudisrakennus)	
Perinteinen sisäjohtoasennus (korjausrakentaminen/ saneeraus)	
Koti- tai toimistotilojen vikatilanteet	
Teollisuuden sähköasennukset, uudet kohteet (sähkömoottorit, kaapelointi, jne.)	
Teollisuuden sähköasennukset, vanhat kohteet (sähkömoottorit, kaapelointi, jne.)	
Teollisuuden vikatilanteet	
Sähkölaitos asennuksista (esim. jakeluverkko)	

Kerro lyhyesti, mitä sähköasentajan koulutuksessa tulisi ottaa huomioon nykyistä paremmin?

Minkälainen kappaletavara-automaation opetuslaitteiston tulisi olla?

Minkälainen prosessiautomaation opetuslaitteiston tulisi olla?

Markus Miller
 Vammalan ammattikoulu
 Sähköosasto

markus.miller@sasky.fi

040-0102961

(jatkuu)

LIITE 1: 5(5)

5/5

KYSELYTUTKIMUS

Miten työelämän ja koulun välistä yhteistyötä voitaisiin lisätä?

Miten työssä oppimista tulisi kehittää?

Mitä suurimpia puutteita opiskelijoilla on, kun he saapuvat työharjoitteluun?

Mitä suurimpia puutteita vastavalmistuneilla on, kun he saapuvat töihin?

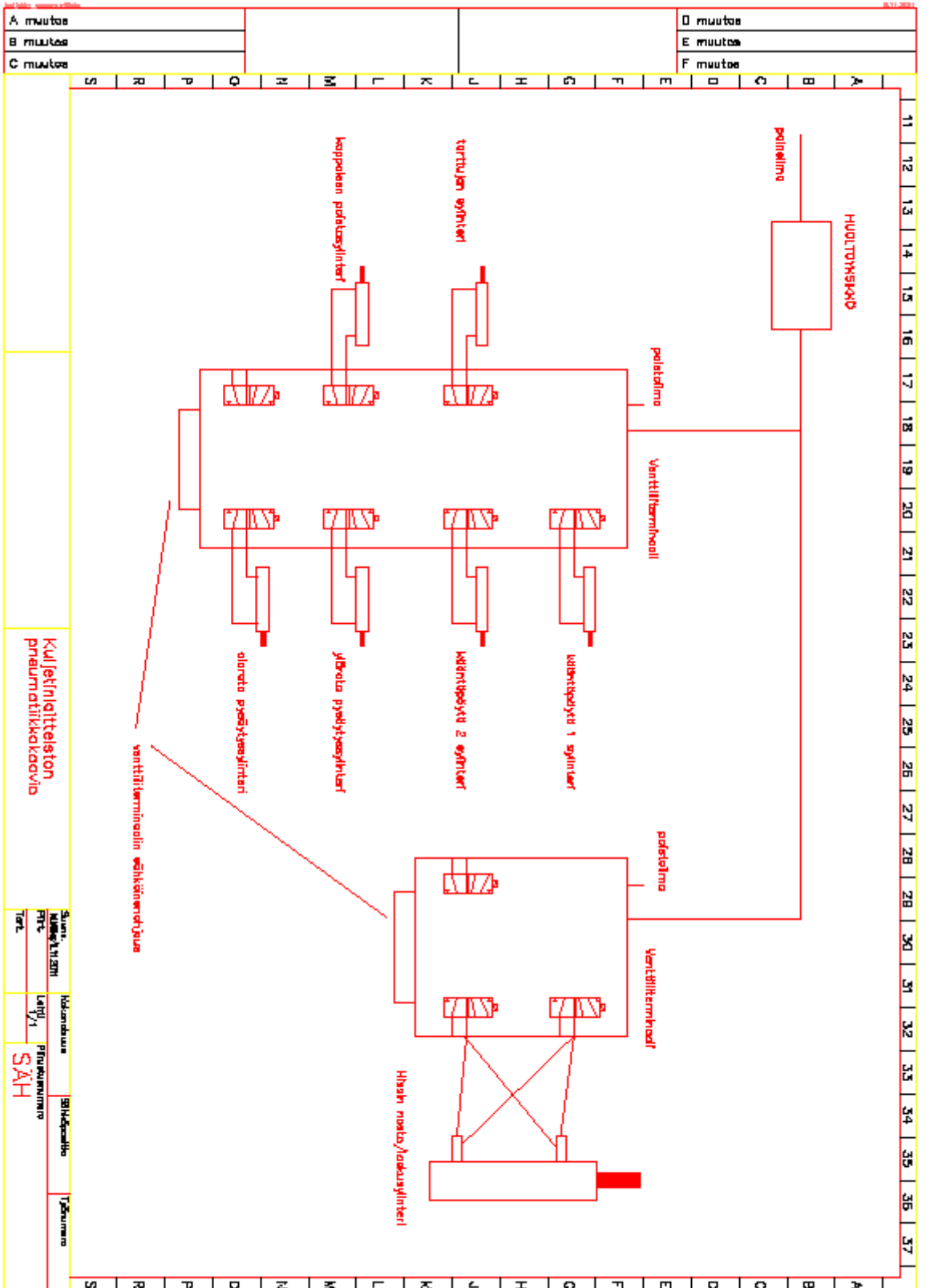
Oletteko valmis osallistumaan Vammalan ammattikoulun järjestämään illanviettoon ja mikä olisi Teille sopiva ajankohta?

Markus Miller
Vammalan ammattikoulu
Sähköosasto

markus.miller@saskv.fi

040-0102961

LIITE 4



LIITE 5: 1(4)

sivuja 1/4

Kappalevara-automaation opetuslaitteisto/ Kujettimilaitteisto /O
Suunnittelija: M. Miller

TULO Paikka	Input	Tunnus	Asema	tarkoitus	tyyppi	Tulon tyyppi	Toiminta	Jännite	
						Digit.	Analog		1
Hissin ovi	AS1/E1 (4in)	LS1	AS-I	Hissi ylös	Impulssi kytkin	1	1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS1/E2 (4in)	LS2	AS-I	Hissi alas	Impulssi kytkin	1	1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS1/E3 (4in)	LS3	AS-I	Hissi huoltokytkin	avain kytkin	1	1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS1/E4 (4in)	LSS1	AS-I	Hissin oven avaus turvakytkin	turvakytkin	1	1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS2/E1 (4in/4out)	LI1	AS-I	Hissi kuljetin anturi 1	ind.anturi	1	0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS2/E2 (4in/4out)	LI2	AS-I	Hissi kuljetin anturi 2	ind.anturi	1	1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS2/E3 (4in/4out)	LI3	AS-I	Hissin nostosylinterin yläraja	reed anturi	1	0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS2/E4 (4in/4out)	LI4	AS-I	Hissin nostosylinterin alaraja	reed anturi	1	0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
Kuljetin 1 ylärata	IO.0	FM1.1	PLC1	Taajuusmuuttaja 1 käyntitieto	Dig. Lähtö	1	1-käynnissä	24 vdc	0 vdc
	A0.0	FM1.2	PLC1	Taajuusmuuttaja 1 nopeustieto	Virtaviesti	1	0-ei toiminnassa		0 vdc
	IO.1	FM1.3	PLC1	Taajuusmuuttaja 1 pyörimistieto	dig.lähtö	1	1=pyörii oikealle	24 vdc	
	AS3/E1 (4in/4out)	UC1.1	AS-I	Kuljettimen 1 anturi 1	ind.anturi	1	0=pyörii vasemmalle	24 vdc	0 vdc
	AS3/E2 (4in/4out)	UC1.2	AS-I	Kuljettimen 1 anturi 2	ind.anturi	1	0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS3/E3 (4in/4out)	UC1.3	AS-I	Kuljettimen 1 anturi 3	ind.anturi	1	0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
Kuljetin 2 alarata	IO.0	FM2.1	PLC2	Taajuusmuuttaja 2 käyntitieto	Dig. Lähtö	1	1-käynnissä	24 vdc	0 vdc
	A0.0	FM2.2	PLC2	Taajuusmuuttaja 2 nopeustieto	Virtaviesti	1	0-ei toiminnassa		0 vdc
	IO.1	FM2.3	PLC2	Taajuusmuuttaja 2 pyörimistieto	dig.lähtö	1	1=pyörii oikealle	24 vdc	0 vdc
	AS4/E1 (4in/4out)	LC1.1	AS-I	Kuljettimen 2 anturi 1	ind.anturi	1	0=pyörii vasemmalle	24 vdc	0 vdc
	AS4/E2 (4in/4out)	LC1.2	AS-I	Kuljettimen 2 anturi 2	ind.anturi	1	0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS4/E3 (4in/4out)	LC1.3	AS-I	Kuljettimen 2 anturi 3	ind.anturi	1	1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS4/E4 (4in/4out)	LC1.4	AS-I	Alakuljettimen vaihtokuitanturi	Vaihtokuitanturi	1	0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
Kääntöpyörä 1 yläkuljetin	AS5/E1	UCB1.1	AS-I	Anturi 1, alusta tulossa/lähdössä	ind.anturi	1	1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc

(jatkuu)

LIITE 5: 3(4)

Kappaletavara-automaation opetuslaitteisto/ Kuljetinlaitteisto I/O
Suunnittelija: M.Millier

sivuja 3/4

Hissi	AS2/A1	LV1	AS-I	Hissi ylös	Painelma venttiili V1	1	1-hissi sylinteri - ilike 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS2/A2	LV2	AS-I	Hissi alas	Painelma venttiili V2	1	1-hissi sylinteri + ilike 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS2/A3	LCK1	AS-I	Hissi kuljetin	Kuljetin eteen K1	1	1-toiminnassa 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS2/A4	LCK2	AS-I	Hissi kuljetin	Kuljetin taakse K2	1	1-toiminnassa 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
Kuljetin 1 ylärata	O 0.0	FM1.4	PLC1	Taajuusmuuttaja 1	Käynnistystieto	1	1-toiminnassa 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	O 0.1	FM1.5	PLC1	Taajuusmuuttaja 1	Pysäytystieto	1	1-toiminnassa 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AO 0.0	FM1	PLC1	Taajuusmuuttaja 1	nopeusohje taajuusmuuttajalle 1	1	4-20 mA		
	AS3/A4	UCV3	AS-I	Alustan pysäytys	Pysäytys sylinterin Venttiili V3 ylös/alas	1	1=ylös 0=alas	24 vdc	0 vdc
Kuljetin 2 alarata	O 0.0	FM2.4	PLC2	Taajuusmuuttaja 2	Käynnistystieto	1	1-toiminnassa 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	O 0.1	FM2.5	PLC2	Taajuusmuuttaja 2	Pysäytystieto	1	1-toiminnassa 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AO 0.0	FM2	PLC2	Taajuusmuuttaja 2	nopeusohje taajuusmuuttajalle 2	1	4-20 mA		
	AS4/A1	LCV4	AS-I	Alustan pysäytys	Pysäytys sylinterin Venttiili V4 ylös/alas	1	1=ylös 0=alas	24 vdc	0 vdc
	AS4/A2	LCV5	AS-I	Kappaleen poistossylinteri alaradalta	Kappaleen poistossylinterin venttiili V5	1	1=sylinteri + ilike 0=sylinteri - ilike	24 vdc	0 vdc
Kääntöpyötä 1 yläkuljetin	AS3/A1	K10	AS-I	kuljetin hihna	Kuljetin eteen K10	1	1-toiminnassa 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS3/A2	K11	AS-I		Kuljetin taakse K11	1	1-toiminnassa 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS3/A3	UCBV6	AS-I	Kääntöpyötä	Kääntöpyötä sylinterin Venttiili V6 ylös/alas	1	1-kääntöpyötä ylös 0-kääntöpyötä alas	24 vdc	0 vdc
Kääntöpyötä 2 alakuljetin	AS6/A1	K12	AS-I	kuljetin hihna	Kuljetin eteen K12	1	1-toiminnassa 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS6/A2	K13	AS-I		Kuljetin taakse K13	1	1-toiminnassa 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	AS6/A3	LCBV7	AS-I	Kääntöpyötä	Kääntöpyötä sylinterin Venttiili V7 ylös/alas	1	1-kääntöpyötä ylös 0-kääntöpyötä alas	24 vdc	0 vdc
Työstöpyötä	O 0.0	K14	PLC3	kuljetin hihna	Kuljetin eteen K14	1	1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	O 0.1	K15	PLC3		Kuljetin taakse K15	1	1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	O 0.2	UCV8	PLC3	Manipulaattori	Tarttuja venttiili V8	1	1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	O 0.3	UCV9	PLC3	Manipulaattori	Siirtosylinteri V9 oikealle	1	1-toiminnassa 0-ei toiminnassa	24 vdc	0 vdc
	O 0.4	UCV10	PLC3		Siirtosylinteri V10 vasemmalle	1	1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc

(jatkuu)

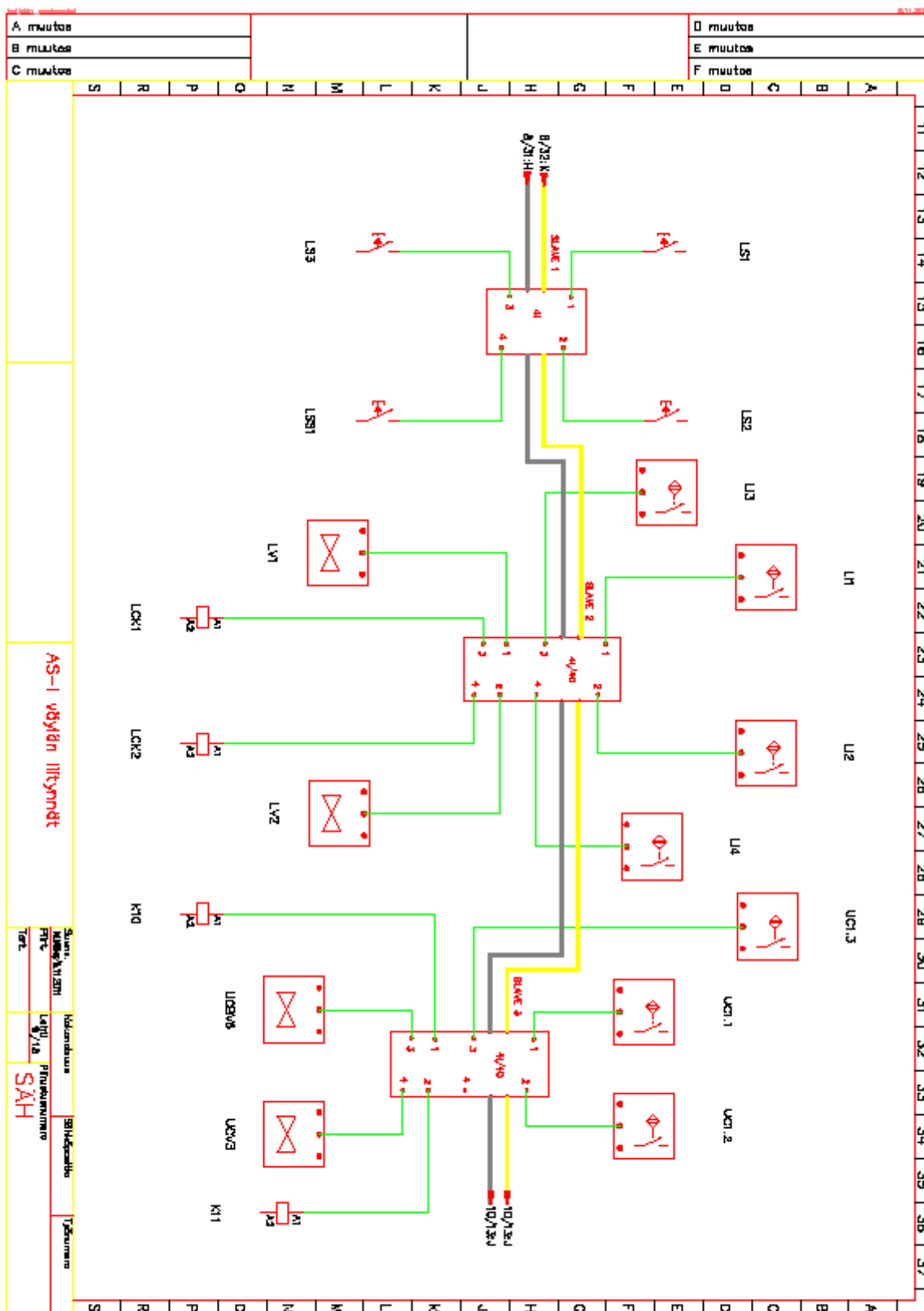
LIITE 5: 4(4)

Kappalestavara-automaation opetuslaitteisto/ Kuljetinlaitteisto /O
Suunnittelija: M.Miller

sivuja 4/4

O 0.5	UC1BMC1	PLC3	Manipulaattori	Servo-ohjaimen käyntikäsky	1	0-ei toiminnassa 1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc
O 0.6	UC1BMC2	PLC3	Manipulaattori	Servo-ohjaimen pysäytyskäsky	1	0-ei toiminnassa 1-toiminnassa	24 vdc	0 vdc
AO 0.0	UC1BM	PLC3	Ohjaus servo-ohjaimelle	Servo-ohjaimen ohjaus	1	0-ei toiminnassa 4-20 mA		0 vdc
				Yhteensä digitaalilähtöjä	24			
				Yhteensä analogialähtöjä	3			

LIITE 14: 1(3)

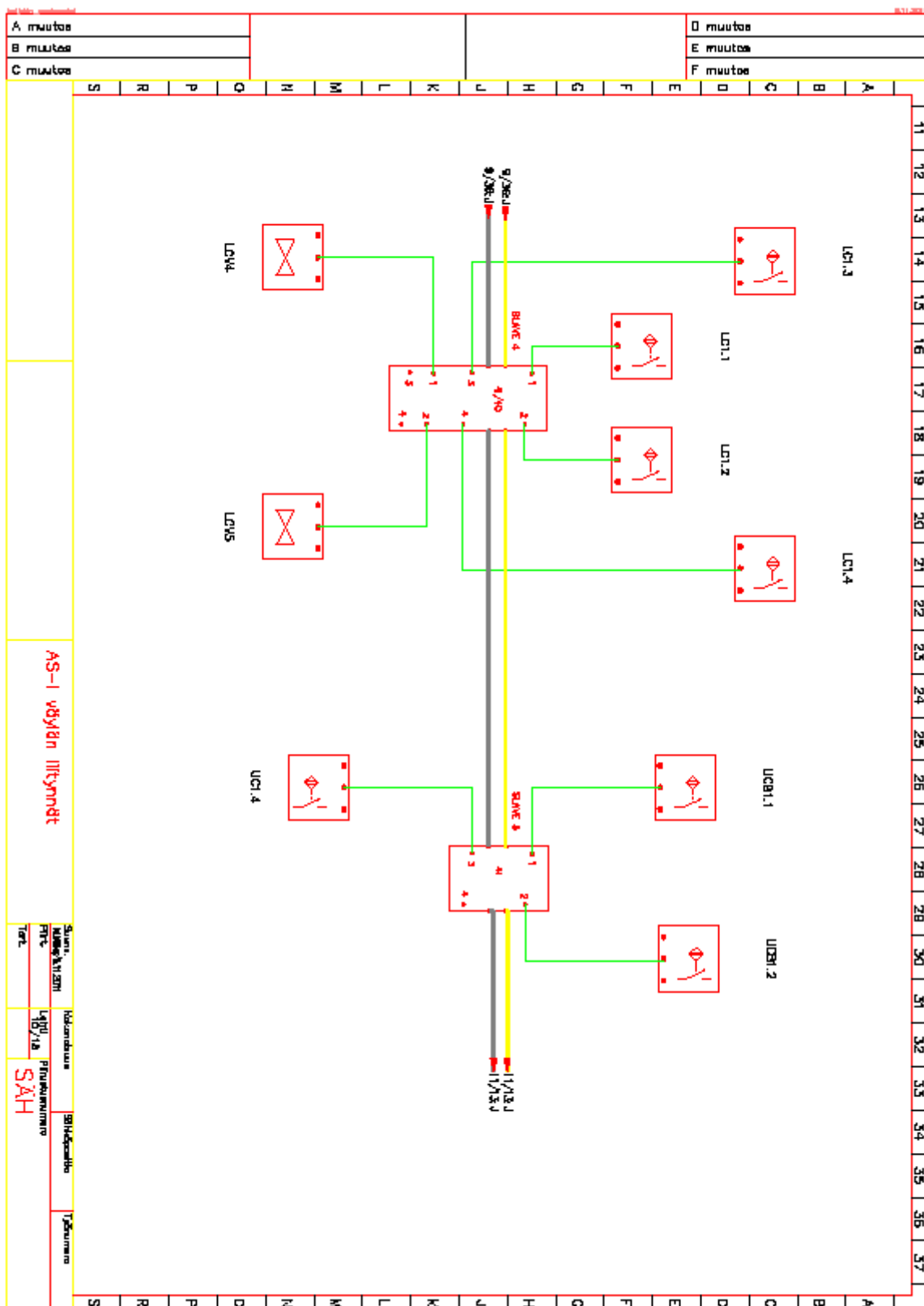


AS-1 väylän liitynnät

Suunnittelija Matti Malmi	Kokoonlaajuttaja L. J. J.
Piirustuksen numero SAH	Sivun numero Toukokuu

(jatkuu)

LIITE 14: 2(3)

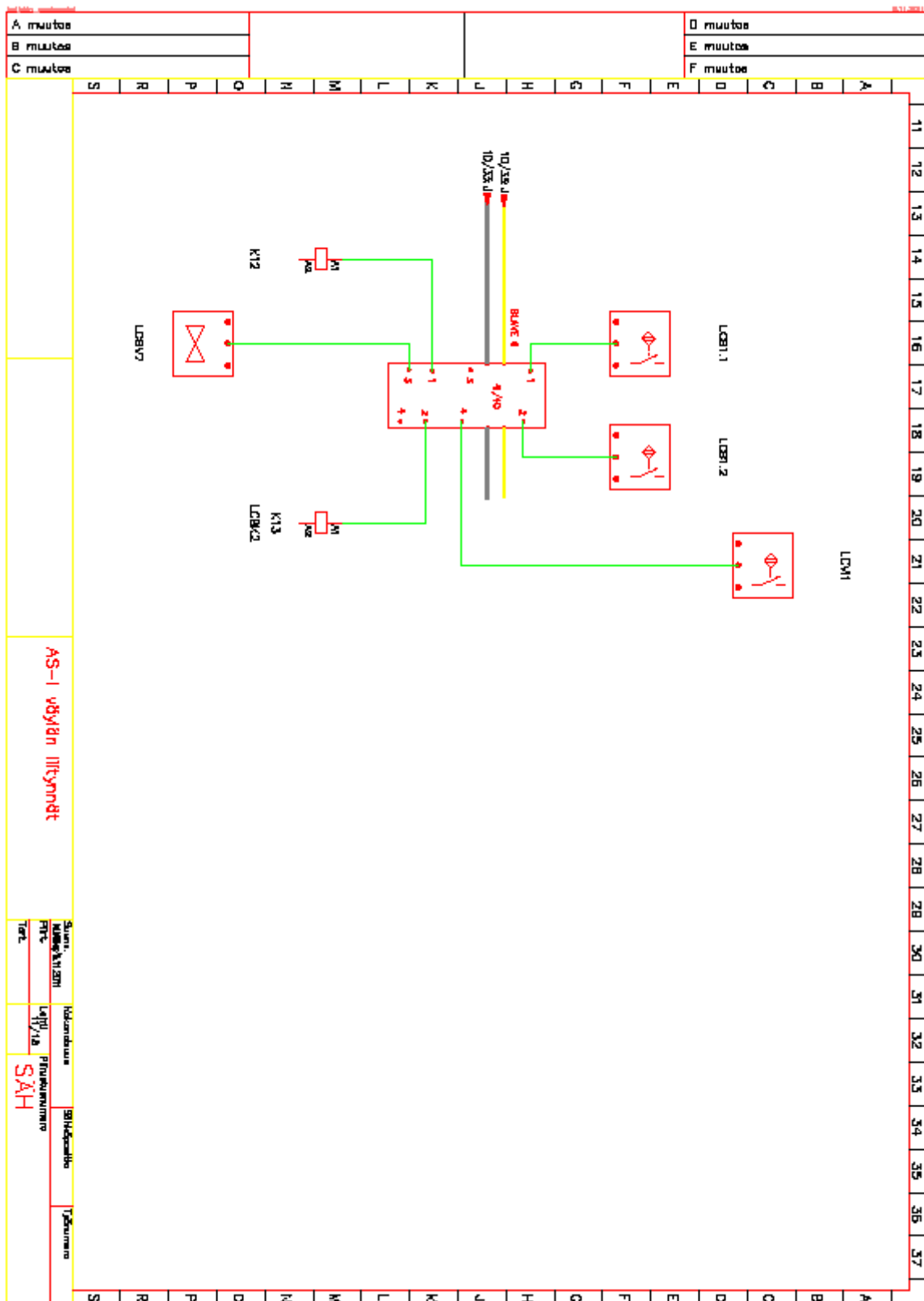


AS-1 väylän liittymät

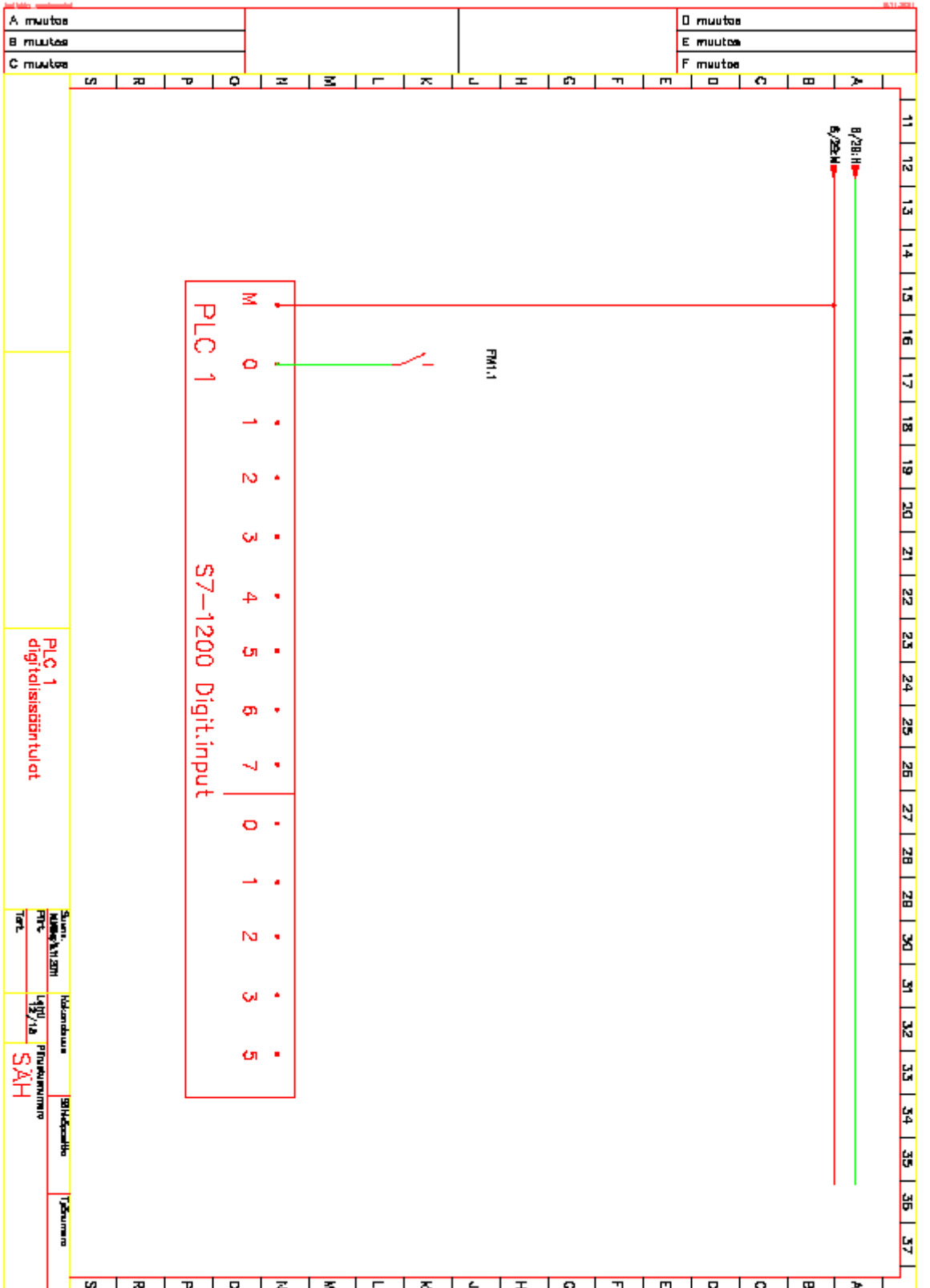
Suunn. Nilsén M/2011	Kokoonlaatu
Proj. 4/07/18	4/07/18
Tiet.	SAH
Projekti	SRH/2011/10
Yhteystiedot	Yhteystiedot

(jatkuu)

LIITE 14: 3(3)



LIITE 15



PLC 1
digitalisoidut tulot

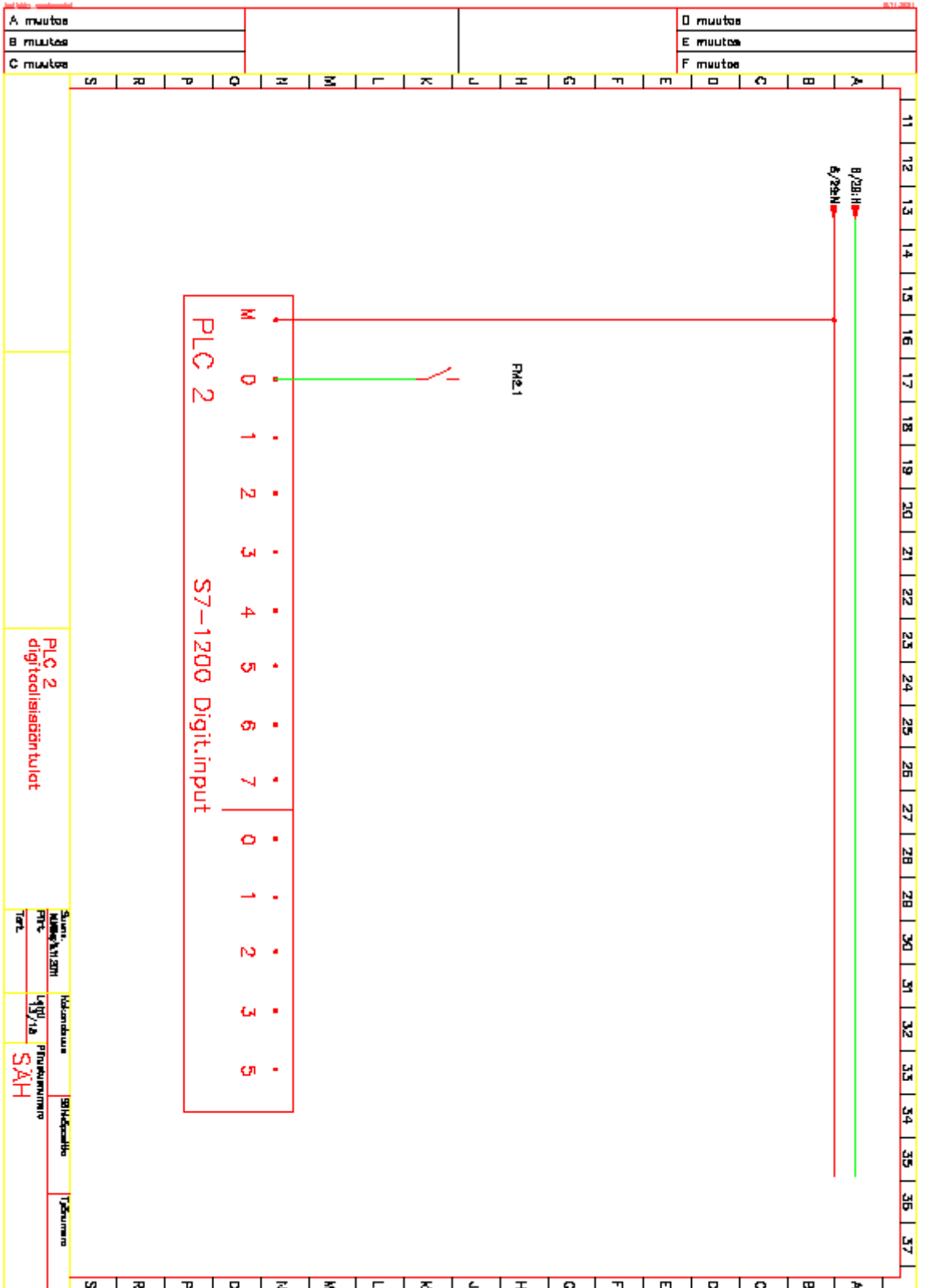
Stuura-
numero M12M1
Pite
Tiet.

Kokonaismäärä
1/10
Puhelinnumero
18

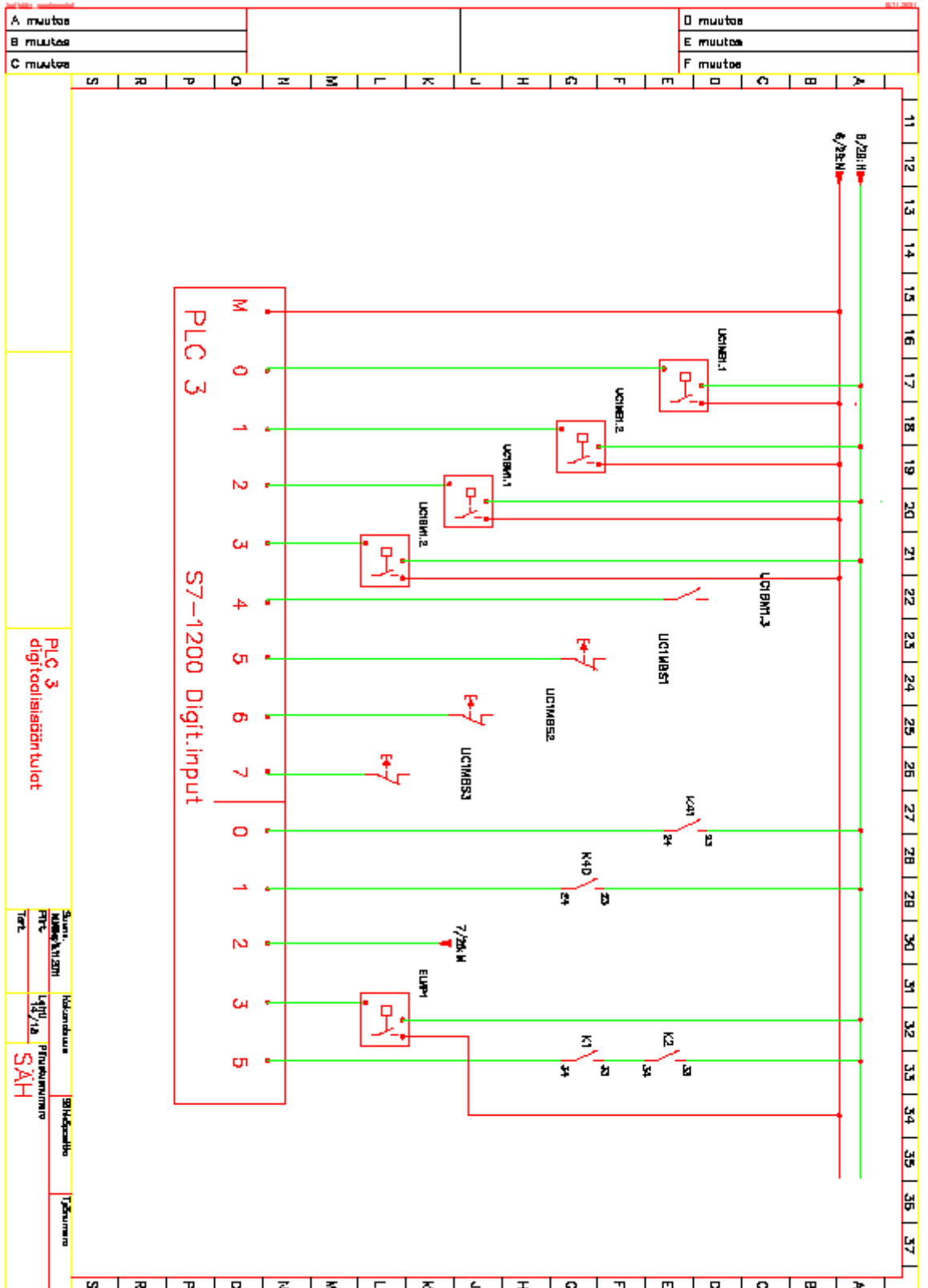
SÄHKÖTEKNIKA
SAH

Työnumero

LIITE 16



LIITE 17



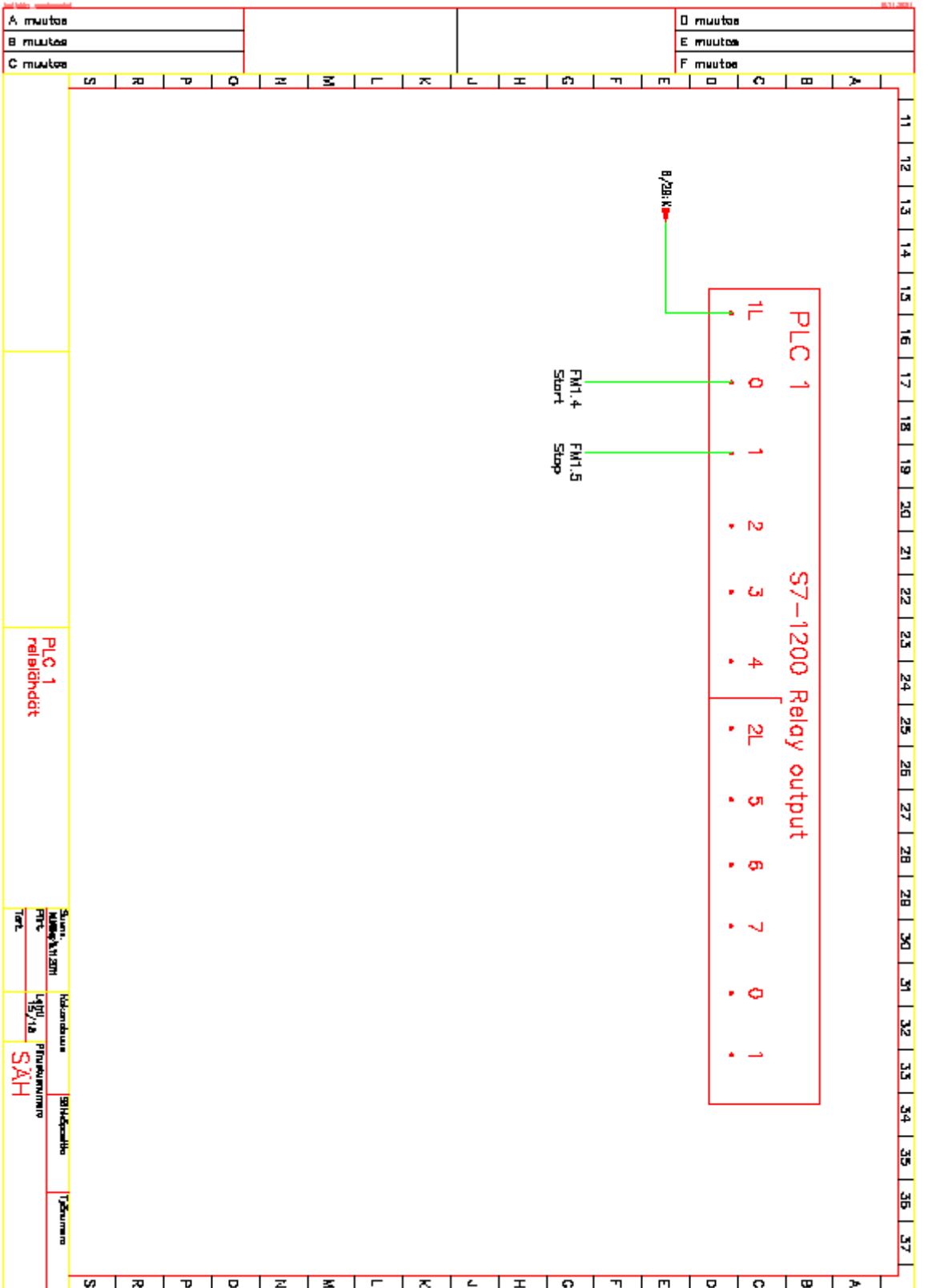
A muutos
B muutos
C muutos

D muutos
E muutos
F muutos

PLC 3
digitalisointitulat

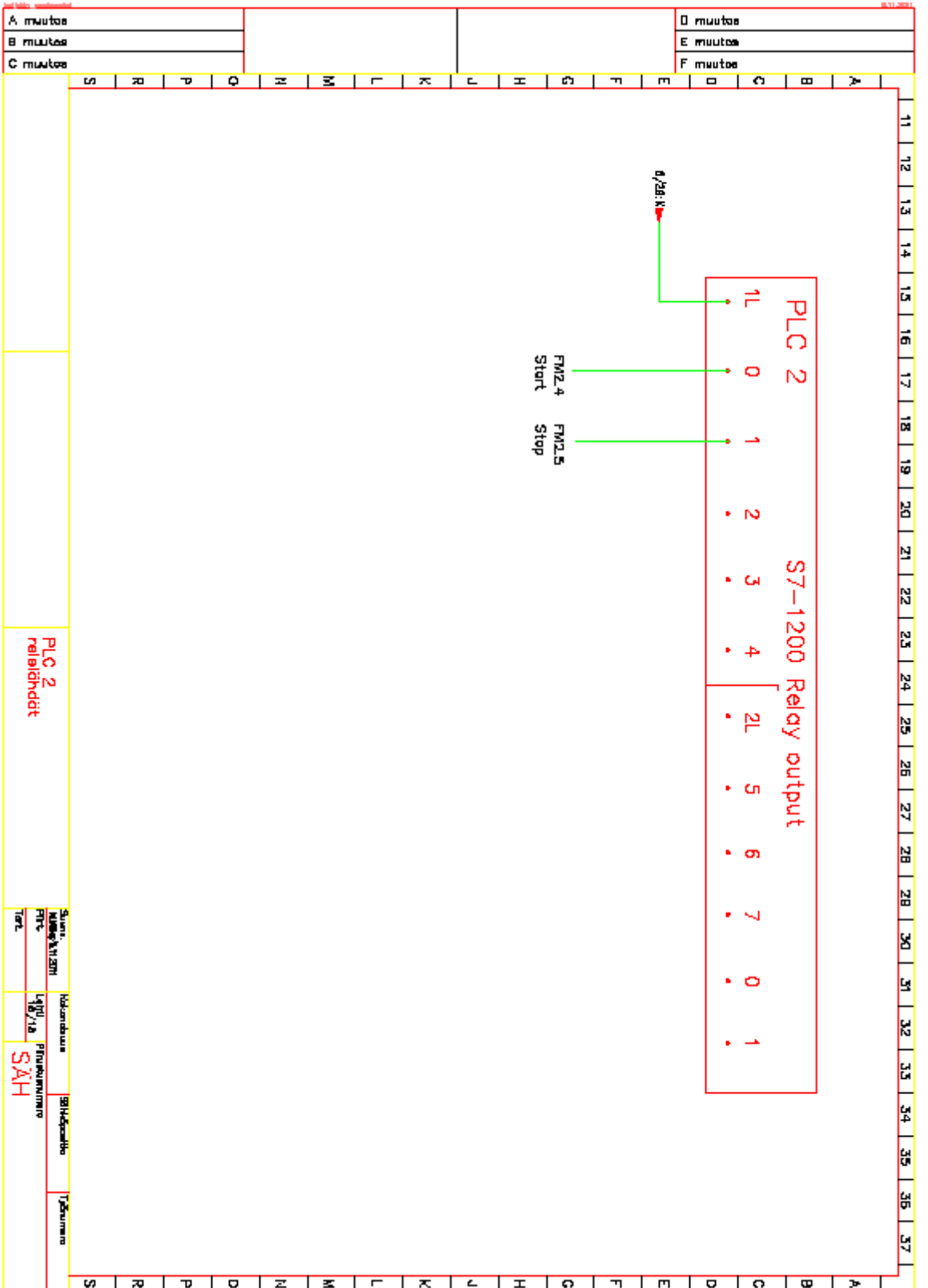
Siuna	Kokonaismäärä	Sähkölaskutus	Tuotenumero
Määrä (M/2011)	4/10	Prinssi	
Titel	SAH		

LIITE 18



PLC 1
releidihdöt

LIITE 19



LIITE 21

