

Seppo Nykänen

# Ammattikoulun sähkötyösalin suunnittelun periaatteita

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinööriytyö

19.11.2014

Tekijä Otsikko	Seppo Nykänen Ammattikoulun sähkötyösalin suunnittelun periaatteita
Sivumäärä Aika	58 sivua + 2 liitettä 19.11.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	lehtori Sampsa Kupari
<p>Insinööriyössä on annettu yleisiä ohjeita sähkösuunnittelijalle sähkölaboratorioiden ja sähkötyösalien suunnittelua varten. Lisäksi harjoitusesimerkit on tehty työsalissa suoritettavien käytännön asennusharjoitusten suorittamiseen. Työssä on esitelty ensin sähköasentajan ammattitutkinnon muodostuminen opetussuunnitelman avulla. Opetussuunnitelmasta on käsitelty ne tutkinnon osat, joita voidaan suorittaa myös asennusharjoituksina.</p> <p>Ammattitutkinnon opinnot on jaettu pakollisiin, valinnaisiin, yhteisiin ja vapaasti valittaviin tutkinnon osiin. Näistä on tässä työssä käsitelty pakolliset, valinnaiset ja vapaasti valittavat tutkinnonosat. Pakolliset tutkinnonosat on jaettu sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaamiseen, sähkö ja automaatioasennuksiin sekä sähkö- ja energiatekniikkaan. Valinnaiset tutkinnonosat on otettu mukaan niitä opintoja, joita voidaan suorittaa työsaliharjoituksina. Näitä ovat kiinteistön automaatio- ja tietojärjestelmät, kiinteistöjen sähkötekniiset asennukset, LVI-järjestelmäosaaminen ja kiinteistöautomaatiojärjestelmät. Vapaasti valittavista tutkinnonosista on mukaan otettu KNX-järjestelmän käyttösovellukset ja kappaletavara-automaatio.</p> <p>Jokaisesta ammattitutkinnon osasta on käyty läpi opetussuunnitelman tavoitteet ja annettu suunnitelmaan sopivat harjoitustyöesimerkit. Samassa yhteydessä on annettu ohjeita ja ehdotuksia sähkösuunnittelijalle tilojen suunnitteluun.</p> <p>Työllä on saatu parannuksia mm. tilojen käyttöasteeseen. Pelkkä sähkösuunnittelu ja ope- tuksen suunnittelu ei kuitenkaan aina riitä. Lisäksi tarvitaan myös hyvä pohjaratkaisu.</p>	
Avainsanat	opintosuunnitelma, harjoitukset, suunnitelma

Author Title	Seppo Nykänen Vocational school working hall for electricity design principles
Number of Pages Date	58 pages + 2 appendices 19 November 2014
Degree	Bachelor of engineering
Degree Programme	Electrical engineering
Specialisation option	Electrical power engineering
Instructor	Sampsa Kupari, Senior Lecturer
<p>This work gives general instructions for electrical designers on designing electricity laboratories and electricity workshops. In addition, the exercise examples are to be used as practical installation exercises in a workshop. This work first describes the contents of the Vocational Qualification for Electricians with the help of the curriculum. Those modules in the curriculum, which can also be performed as installation exercises, are included in this work.</p> <p>The studies in the vocational qualification are divided into obligatory, optional, common and free-choice modules. The obligatory, optional and free-choice modules were included in this work. The obligatory modules are divided up as follows: Basics of Electrical and Automation Engineering, Electrical and Automation Installation, and Electrical Engineering and Energy Technology. Those studies in the optional modules, which can be performed as workshop exercises, are included in this work. These include Property Automation, and Information Systems, Property Electrical Installations, HVAC Systems and property Automation systems. The Applications of KNX System and Manufacturing Automation in the free-choice modules were included in this work.</p> <p>The objectives of the curriculum were reviewed from each module of the vocational qualification and also given exercise examples suitable to the curriculum. Furthermore, instructions and suggestions are given to electrical designers on designing the premises.</p> <p>This work has brought along improvements in utilization rate of the premises. Mere electrical design and planning of teaching are not always enough. A good workshop layout is also needed.</p>	
Keywords	module of the vocational qualification, exercises, plan

## Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ammatilliseen opetussuunnitelman kuuluvat tutkinnot	2
3	Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto ja sen muodostuminen	3
4	Ammatilliset tutkinnon osat ja niiden ammattitaitovaatimukset sähköasentajakoulutuksessa	4
5	Pakolliset sähköasentajakoulutukseen liittyvät tutkinnon osat	4
5.1	Sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaaminen	4
5.1.1	Sähkö- ja automaatioasennukset	7
6	Sähkö- ja automaatiotekniikan osaamisala, sähköasentaja	10
6.1	Sähkö- ja energiatekniikka	10
7	Valinnaiset sähköasentajakoulutukseen liittyvät tutkinnon osat	15
7.1	Kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmät	15
7.1.1	Kiinteistöjen sähkötekniisten tietojärjestelmien asennukset	15
7.1.2	LVI-järjestelmäosaaminen	16
7.1.3	Kiinteistöautomaatiojärjestelmät	17
7.2	Sähköverkostoasennukset	18
8	Vapaasti valittavat sähköasentajakoulutukseen liittyvät tutkinnon osat	18
9	Sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaamiseen liittyvät harjoitukset	19
9.1	Kädentaitoihin, materiaalien hallintaan ja mitoitukseen liittyvät harjoitukset	19

9.2	Sähköoppiin ja elektroniikkaan liittyvät harjoitukset.	21
9.3	Sähköopin ja elektroniikan työtilojen suunnittelu vihjeitä	28
9.4	Asennustekniikanperusteisiin liittyvät harjoitukset	34
10	Sähkö- ja automaatiotekniikan harjoitukset	39
11	Sähkö- ja energiatekniikan harjoitukset	47
12	Valinnaisten tutkinnonosien harjoitukset, sähköasentajatutkinto	50
13	Vapaasti valittavien aineiden harjoitukset	56
14	Suunnittelu kriteerejä	56
15	Yhteenveto	57
	Lähteet	
	Liitteet	

## Lyhenteet

ESD	Electrostatic Discharge; staattisen sähkön purkaus
EMC	Electromagnetic Compatibility; sähkömagneettinen yhteen sopivuus
LDR	Light Dependent Resistor; vastus joka resistanssi muuttuu valon vaikutuksesta
NTC	Negative Temperature Coefficient; termistori, jonka resistanssin lämpötilakerroin on negatiivinen
OSP	Pisteytysjärjestelmä, joka kuvaa ammatillisten alojen tutkintojen suorituksia tulevaisuudessa OSP=osaamispiste; vanhassa tutkintorakenteessa OV (opintoviikko)=1.5 OSP
PTC	Positive Temperature Coefficient; termistori, jonka resistanssi kasvaa lämpötilan kasvaessa
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
VDR	Voltage Dependent Resistor; varistori

## 1 Johdanto

Tässä insinööriyössä annetaan ohjeita opetustilojen suunnitteluun sekä sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkintoon kuuluvien työsalissa tehtävien harjoitusten tekemiseen. Työstä on apua suunnittelijalle, aloittelevalle opettajalle ja niille, jotka haluavat kehittää opetusta sekä omia opetustilojaan. Työsaliin suunnittelu on aina vaikeaa muuttuvien tutkintovaatimusten ja tekniikan jatkuvan kehityksen vuoksi. Oppilaitosten arvostelupe-  
rusteiden muuttuminen osaamisen arvioimiseksi asettaa myös paineita suunnitella riittä-  
vän monipuolisia harjoituksia. Työssäoppimisen arviointi ja näyttö määräävät pääasi-  
assa arvosanat, mutta riittävä työsaliharjoittelu takaa menestyksen.

Sähkötekniikassa on tietysti aina perusteita, jotka eivät muutu. Mutta niiden soveltami-  
nen muuttuu koko ajan, kun käytetään erilaisia laitteita ja menetelmiä. Opiskelijoiden  
erilaiset tavat oppia asioita ovat myös haasteellisia. Ammattikoulun rakenteen ja oppi-  
lasmateriaalin muuttuminen haasteelliseksi johtuu mm. siitä, että ammattikoululla on ny-  
kyään myös syrjäytymistä estävä tehtävä. Tähän vaikuttavat hallituksen (2013) päätös  
taata työ-, harjoittelu-, opiskelu-, työpaja- tai kuntoutuspaikka jokaiselle alle 25-vuotiaalle  
nuorelle ja alle 30-vuotiaalle vastavalmistuneelle. Myös monikulttuurisuus lisää tarpeita  
lisätä käytännön harjoituksia oppilaitoksessa.

Suunnitteluohjeiden perustana on ollutkin tilojen monikäyttöisyys. Pienien tilojen mah-  
dollisimman suuri käyttöaste tuo säästöjä. Samalla se antaa myös mahdollisuuden käyt-  
tää opetusvälineitä keskitetysti. Myös kahden opettajan yhtäaikainen tai perättäinen ope-  
tus samalle ryhmälle on mahdollista huolellisella suunnittelulla.

Työssä esitellään ensin sähkö- ja automaatiotekniikanperustutkinnon opintosuunnitel-  
mat ja kerrotaan tutkinnon ammattitaitovaatimukset. Harjoitusesimerkit perustuvat am-  
mattitaitovaatimuksiin ja ne on ryhmitelty tutkinnon osien mukaan. Työssä on mukana  
myös ohjeita sähkösuunnittelijan käyttöön standardissa SFS 6000-8-803 (liite 1).

## 2 Ammatilliseen opetussuunnitelmaan kuuluvat tutkinnot

Ammatillisten aineiden opetussuunnitelma alakohtaisesti perustuu Opetushallituksen määräyksiin tutkintonimikkeistä, tutkinnon muodostumisesta, tutkinnon osista, osaamistavoitteista ja osaamisen arvioinnista. Lain mukaan ammatillisen perustutkinnon suorittaneella täytyy olla laaja-alaiset perusvalmiudet alan tehtäviin. Lisäksi vaaditaan vähintään yhdeltä osa-alueelta erikoistuneempi osaaminen. Ammatillinen peruskoulutus, ammatillinen aikuiskoulutus sekä annetussa laissa (631/1998) tarkoitettu näyttötutkinto riittävät ammatillisen perustutkinnon suorittamiseen. [1, s. 1.]

Ammatillisia tutkintoja voidaan suorittaa kahdeksalla koulutusalueella:

1. humanistinen ja kasvatusala
2. kulttuuriala
3. yhteiskuntatieteiden, liiketalouden ja hallinnon ala
4. luonnontieteiden ala
5. tekniikan ja liikenteen ala
6. luonnonvara- ja ympäristöala
7. sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala
8. matkailu-, ravitsemis- ja talousala.

Tässä työssä keskitytään tekniikan ja liikenteen alan sisältämään sähköasentajan ammattitutkintoon ja sen opetussuunnitelmaan, josta käyvät ilmi tarkemmat ammattitaitovaatimukset.



### 3 Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto ja sen muodostuminen

Ammattiopilaitosten eri opintojen suoritusten mittaamista käsitellään vielä opintoviikoina. Muutos tapahtuu ensi vuoden aikana (2015). Yksi opintoviikko vastaa 1.5.osaamispistettä (OSP). Tässä työssä keskitytään nimenomaan sähköasentajatutkintoon ja siellä varsinaisiin ammattiaineisiin. Vantaan ammattiopisto Variassa kaksi ensimmäistä vuotta ammattiaineiden osalta ovat molemmilla linjoilla samat. Erikoistuminen sähköasentajaksi tai automaatioasentajaksi tapahtuu kolmannen vuoden aikana. Taulukossa 1. näkyy sähköasentajan tutkintoon vaadittavat opinnot.[1, s. 1 – 3.]

Taulukko 1. Sähköasentajan ammattitutkinnon muodostuminen [1, s. 1-3.]

Sähkö- ja automaatio-opintojen toteutus	180 OSP
<b>1 Ammatilliset tutkinnon osat</b>	<b>(135 osp)</b>
<b>1.1 Pakolliset tutkinnon osat</b>	<b>75 osp</b>
Sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaaminen	45 osp
Sähkö ja automaatioasennukset	30 osp
<b>1.2 Sähkö- ja automaatiotekniikan osaamisala, sähköasentaja</b>	<b>30 osp</b>
Sähkö- ja energiatekniikka	30 osp
<b>1.3 Valinnaiset tutkinnon osat ( Näistä 1 valittuna)</b>	<b>30 osp</b>
Kolmekymmentä osaamispistettä joistakin näistä	
Kiinteistön automaatio- ja tietojärjestelmät	30 osp
Sähköverkostoasennukset	30 osp
Tutkinnon osa ammatillisesta perustutkinnosta	30 osp
Tutkinnon osa ammatti- tai erikoisammattitutkinnosta	30 osp
Yritystoiminta	30 osp
Tutkinnon osa ammattikorkeakouluopinnoista	30 osp
Paikallisesti tarjottava tutkinnon osa	30 osp
Tutkinnon osa vapaasti valittavista tutkinnon osista	30 osp
<b>2. Yhteiset tutkinnonosat</b>	<b>35 osp</b>
Viestintä- ja vuorovaikutusosaaminen	11 osp
Matemaattis-luonnontieteellinen osaaminen	9 osp
Yhteiskunnassa ja työelämässä tarvittava osaaminen	8 osp
Sosiaalinen ja kulttuurinen osaaminen	7 osp
<b>3. Vapaasti valittavat tutkinnon osat</b>	<b>10 osp</b>
<b>5.1.1</b>	

Lisäksi ammatillisten tutkinnon osien täytyy sisältää osaamisen hankkimista työssäoppimisen kautta vähintään 30 osaamispistettä (OSP)

#### **4 Ammatilliset tutkinnon osat ja niiden ammattitaitovaatimukset sähköasentaja koulutuksessa(135 osp).**

Ammatilliset tutkinnon osat muodostuvat sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaamisesta ensimmäisen vuoden aikana. Toisena vuotena mukaan tulevat sähkö- ja automaatioasennukset sekä valinnaisista tutkinnon osista kiinteistön automaatio- ja tietojärjestelmät ja sähköverkostoasennukset. Kolmas vuosi kuluu siten, että laajennetaan tietoa sähkö- ja energiatekniikasta ja kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmistä. Vapaasti valittavia opintoja voivat olla esim. kappaletavara-automaatio ja taajuusmuuttajakäytöt. Arvosanaksi on muodostuttava vähintään T1 näytöstä, työssäoppimisesta ja tutkinnon osan opinnoista. Arviointi toteutuu taulukolla T1 - K3 (T1=tydyttävä, H2=hyvä ja K3 kiitettävä).

#### **5 Pakolliset sähköasentajakoulutukseen liittyvät tutkinnon osat/75 osp**

Opiskelijalla täytyy olla perusvalmiudet työskennellä sähköalan asennus-, huolto- ja kunnossapidon tehtäviä hoitavissa yhtiöissä. Opiskelijan on tunnettava sähköturvallisuusmääräykset ja osata käyttää turvallisia työtapoja. Opiskelija tunnistaa sähkötekniikan ja automatiikan tavanomaisimmat materiaalit, komponentit ja työkalut sekä osaa käsitellä niitä työohjeiden mukaisesti. Pakolliset tutkinnonosat rakentuvat sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaamisesta sekä sähkö- ja automaatioasennuksista.

##### **5.1 Sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaaminen/45 osp**

Perusosaamisen opinnot koostuvat kolmesta erilaisesta alueesta sähköalan perusteet 16,5 osp, sähköopin perusteet 12 osp ja asennustekniikan perusteet 16,5 osp.

Sähköalan perusteiden ammattitaitovaatimuksissa 16,5 osp keskeinen sisältö on tietotekniikka, kädentaidot, turvakurssit, sekä sähköalan perusteet käytännössä. Turvakursseihin kuuluvat tulityö-, ensiapu-, työturvallisuus- ja sähkötyöturvallisuuskurssi.

## Opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa käyttää tietokonetta ja valmisohjelmia omien työsuoritustensa raportointiin ja suunnitteluun, esimerkiksi sähkötarvikelistojen tekemiseen, sähköpiirustusten täydentämiseen tai muuttamiseen, omien työhakemustensa tekoon sekä osata käyttää ylipäättään tietokonetta viestintävälineenä ja ymmärtämällä sen tietoturvariskit.
- osaa huoltaa työkalunsa sekä käyttää niitä oikein vahingoittumatta. Erilaisten materiaalien käsittelytaito tulee myös tutuksi jakson aikana. Lisäksi on osattava myös kiinnittää asennustarvikkeita erilaisille pinnoille kiinnittämällä ne ruuveilla ja hitsaamalla.
- osaa lukea ja laatia yksinkertaisia sähkö- ja koneenpiirustuksia sekä rakennuspiirustuksia, ja käyttää niitä mittaamiseen, rakentamiseen ja mitoittamiseen.

Sähköopin perusteiden ammattitaitovaatimuksissa (12 osp) keskeinen sisältö on sähkötekniikka ja elektroniikka. Niissä opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa sähköiset perussuureet ja niiden fysikaaliset perusteet ja riippuvuussuhteet, kuten Ohmin laki ja Kirchhoffin lait ja osaa soveltaa niitä mm. vastusten sarja-, rinnan- ja sekakytkennöissä.
- osaa perussuureisiin liittyvät laskutehtävät ja rakentaa laskutehtävien mukaiset kytkennät.
- osaa magnetismiin liittyvät vaikutukset sähkölaitteissa, kuten generaattorissa, moottorissa, releessä ja muuntajassa.
- osaa määrittää jännitteen, virran ja vaihesiirtokulman mittaustuloksien avulla 1- ja 3-vaiheisten piirien ottaman sähkötehon.
- oppii ymmärtämään erilaisten komponenttien kuten vastuksen, kelan, kondensaattorin, diodin ja sähköparin vaikutuksen tasa- ja vaihtosähköpiirin toimintaan ja osaa laatia niistä virtapiirikaavioita käyttäen standardien mukaista esitystapaa.

- oppii tuntemaan analogisten ja digitaalisten peruskomponenttien ominaisuudet ja niistä muodostuvat yleisimmät kytkennät ja mitata niistä signaalitietoa ja tehdä niihin perusmittauksia ja selvittää niiden toimintaa. Vaadittaviin piireihin kuuluu puoli- ja kokoaaltotasasuuntaus, jänniteregulaattori ja transistorikäyttö kytkimenä. Digitaalisista peruskomponenteista liittyen tulee osata porttipiirien ja kiikujen käyttö.
- osaa mekaanisten peruspiirien rakentamisen syövyttämällä piirilevyjä sekä juottamalla niihin komponentteja.

Asennustekniikan perusteissa (16.5 osp) keskeinen sisältö on asennustekniikka, sähköturvallisuus ja asennustekniikan perusteet käytännössä. Opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa hyödyntää tietolähteitä kuten sähkötarvikenumeroita ja nimikkeitä työtä tehdessään tai keskustellessaan alan ammattihenkilön kanssa.
- osaa selvittää myös mistä asennustyössä tarvittavat tarvikkeet voidaan hankkia ja varmistaa niiden hyväksynnän standardien mukaisista merkeistä pakkauksissa tai tuotetiedoissa.
- osaa tehdä niitä asennustöissä tarvittavat mittaukset ja aistinvaraiset tarkistukset koteloinnin ja kaapelien kiinnityksen osalta.
- osaa suorittaa hyväksytysti SFS 6002 sähköturvallisuusstandardin määrittelemän yleisen sähköturvallisuutta koskevan koulutuksen. Lisäksi opiskelija tai tutkinnon suorittaja tuntee sähköturvallisuuteen liittyvien säädösten (sähköturvallisuuslaki, sähköturvallisuusasetus, ministeriöiden päätökset ja asetukset) Sähköturvallisuus viranomaisen (Tukes) ohjeet sekä sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 vaatimukset ja osaa hakea lisää tietoa keskeisistä tietolähteistä.
- osaa ryhmäjohtotason asennustöitä, kuten perusvalaistuskyskennät sekä ilman jännitettä tehtävät käyttöönottotarkastukset asennuksiinsa oikeilla tarvikkeilla ja mitoituksilla.

- osaa valita sopivat sähköasennusmateriaalit erilaisiin tiloihin laitteissa olevien merkintöjen perusteella ottaen huomioon tilan sähkölaitteille asettamat vaatimukset esim. sähkölaitteiden kotelointiluokat muistaen ympäristön, materiaalin ja energian säästön. [2, s. 7,9 - 10]

#### 5.1.1 Sähkö- ja automaatioasennukset/ 30 osp

Sähkö- ja automaatioasennusten opinnot rakentuvat kahdesta osasta; sähköasennustekniset työt 18 osp ja teollisuuden kokoonpanotyöt 12 osp.

Sähköasennusteknisten töiden (18 osp) keskeisiä ammattitaitovaatimuksia ovat sähkö- ja automaatioasennusten työsuunnitelmien käyttö ja soveltaminen, putkitus-, johdotus- ja kalustustyöt, jakokeskusasennukset, asennusten varmentaminen ja käyttöönotto- ja kunnossapitotyöt ja sähköasennustekniset työt käytännössä.

Sähkö- ja automaatioasennusten työsuunnitelmien käyttämisessä ja soveltamisessa opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa käyttää asennus-, huolto-, ja huolto-ohjeita ja ymmärtää niiden tärkeyden ja merkityksen asennustyön, asennusten ja laitteiden käytön ja elinkaaren kannalta. Ymmärtää dokumenttien tärkeyden ja luovutuksen asiakkaalle.
- osaa selvittää asennuskohteen dokumenteista tilaluokat, laitteiden kotelointiluokat ja asennuspaikat. Lisäksi opiskelija tai tutkinnon suorittaja osaa asentaa ja kytkeä ne sähkösuunnitelman mukaisesti.
- osaa asentaessaan suojata itsensä ja ympäristönsä. Hän tuntee työssä tarvittavat telineet ja nostolaitteet.

Putkitus-, johdotus- ja kalustustyöissä opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa valita yleisimmät asennuskaapelit ja johtimet osaten tarvittaessa tarkistaa vetolujuudet, taivutussäteet ja asennuslämpötilat.

- osaa rakentaa kaapelireittejä ja asentaa niille kaapeleita kuvan mukaisesti maadoitus-, häiriösuojausta ja potentiaalijohdotuksia unohtamatta.

Jakokeskusasennuksissa opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa asentaa keskuksat erityyppisille asennusalustoille ja asennustiloihin.
- osaa asentaa johtimet, johdot ja kaapelit niin, ettei keskuksen koteloitiluokka ja mekaaninen suojaus heikenny.

Asennusten varmentamisessa ja käyttöönottotarkastamisessa opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- ymmärtää oman työn varmistamisen tärkeyden koko asennustyön aikana sekä ennen tilaajalle luovuttamista. Tämän opiskelija tai tutkinnon suorittaja varmistaa tekemällä SFS 6000-6 standardin mukaisen käyttöönottotarkastuksen ja laatimalla käyttöönottopöytäkirjat ja lisäämällä työn aikana tehdyt muutokset loppukuviin.(liite 2.)
- osaa antaa asiakkaalle myös käytönopastuksen.

Teollisuuden kokoonpanotöissä (12 osp) keskeisiä ammattitaitovaatimuksia ovat komponentti- ja kaapeliasennukset, sähkömoottori-, releohjaus ja logiikkaohjausasennukset, hydraulikka- ja pneumatiikka-asennukset, sähköturvallisuusvaatimukseen ja laatujärjestelmiin liittyvien julkaisujen käyttö ja soveltaminen, asennusten varmentaminen ja käyttöönottotarkastaminen, sähkökäyttöisten pienkoneiden korjaaminen ja teollisuuden kokoonpanotyöt käytännössä. Opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa komponentti- ja kaapeliasennukset
- tuntee erityyppisten kokoonpanoteollisuuksien komponentit ja osaa valita niihin yleisimmät asennusjohtimet ja-kaapelit noudattaen kaapelien vetolujuutta, taivutussädettä ja asennus- ja käyttölämpötiloja sekä osaa asentaa ja kiinnittää ne oikeille vetoreiteille.
- osaa sähkömoottori- releohjaus ja logiikkaohjausasennukset

- osaa asentaa ja huoltaa sähkömoottori-, releohjaus ja logiikka-asennukset ja laatia ja lukea niihin liittyviä pää- ja ohjauskaavioita 1-nopeus-, 2-nopeus-, suunnanvaihto-, Y/D-, pehmo- ja taajuusmuuttajakäyttöistä. Opiskelija tai tutkinnon suorittaja tuntee myös näihin käyttöihin liittyvät raja- ja lähestymiskytkimet.
- osaa myös suojata ja mitoittaa moottorikäytöt käyttäen ylikuormitus- ja oikosulkusuojauksia. Lisäksi opiskelija tuntee kilpiarvot ja osaa käyttää valmistajatietoja tarvittaessa.

Hydrauliikka- ja pneumatiikka-asennuksissa opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- tuntee paineilman tuottamisen ja siirtämisen periaatteet ja ympäristövaikutukset ja osaa niiden peruskomponenttien, kuten ohjausventtiilin ja sylinterin rakenteet ja toimintaperiaatteet sekä niiden asennus-, säätö- ja ohjaustavat.
- osaa tulkita hydrauliikka- ja pneumatiikkakaavioita.
- osaa tehdä kyseisten järjestelmien asennus-, käynnistys-, huolto- ja korjaustehäviä.

Sähköturvallisuusvaatimukseen ja laatujärjestelmiin liittyvien julkaisujen käytössä ja soveltamisessa opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa käyttää myös sähköturvallisuusvaatimusten ja laatujärjestelmien julkaisuja. Lisäksi dokumenttien osalta opiskelijan tai tutkinnon suorittajan pitää erityisesti osata pää- ja piirikaaviot.
- osoittaa hallitsevansa SFS 6002 standardin mukaiset käyttöönottotarkastukset. (liite 2).

Pienkoneiden korjaamisen osalta opiskelijan täytyy hallita yleisimpien sähkötyökalujen huolto ja korjaus. Lisäksi sähkölämmittimet, kiukaat ja liedet täytyy myös osata korjata ja huoltaa. [3 s. 9,11 - 12]

## 6 Sähkö- ja automaatiotekniikan osaamisala 30 osp , sähköasentaja

Tämän tutkinnon osan suorittanut sähköasentaja osaa tehdä asuin-, liike-, toimisto-, teollisuus- ja julkisten kiinteistöjen sähköasennuksiin, käyttöön, huoltoon ja kunnossapitoon liittyviä tehtäviä ja asennuksia.

### 6.1 Sähkö- ja energiatekniikka

Sähkö- ja energiatekniikan opinnot 30 osp sisältävät vain yhden opinnot: sähköasennukset alle 1 000 voltia.

Keskeisiä ammattitaitovaatimuksia tässä opinnotissa ovat sähkön tuotanto ja siirto, sähköpiirustusten, sähkötyöselityksen, sekä asennus- ja käyttöohjeiden hallinta ja käyttö, valaistustekniikan osaaminen ja valaistusasennukset, sähkölämmitysasennukset, laiteasennukset, jakokeskusasennukset ja mittarointi, työmaatoiminnot ja yleiset sopimusehdot, vianetsintä ja kunnossapito, järjestelmien koestus- ja testaustyöt, työn luovutus ja käytön opastus, kiinteistöjen asennustyöt, pienjänniteverkostoasennustyöt (alle 1 000 V), sähköasennukset, alle 1 000 V käytännössä. ja opinnäytetyö.

Sähkön tuotannossa ja siirrossa opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- ymmärtää, kuinka sähköntuotanto on toteutettu Suomessa ja tuntee yleisimmät voimalaitostyyppit.
- ymmärtää ja tietää sähkön siirtoon tarvittavat komponentit ja jakelu- sekä siirtojännitteet.

Sähköpiirustusten, sähkötyöselityksen, asennus- ja käyttöohjeiden hallinnassa ja käytössä opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- ymmärtää piirrosmerkit ja osaa lukea sähkösuunnitelmaan käytettäviä asiakirjoja, ja osaa tehdä muutoksia niihin oikeilla merkinnöillä.
- ymmärtää ja osaa tehdä pienimuotoisen työsuunnitelman ja osaa tehdä työtä itsenäisesti tai pienellä opastuksella ja osaa antaa asiakkaalle käytön opastuksen.



Valaistustekniikan osaamisessa ja valaistusasennuksissa opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- tuntee valaistusvoimakkuuden ja yleisimmät valonlähteet, niiden väriämpötilat, värisävyt ja liitäntälaitteet.
- osaa asentaa valaisimet niiden asennusohjeiden mukaan ja tuntee yleisimmät valaistuskytkenät.

Sähkölämmitysasennuksissa opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- tuntee eri lämmitysmuotojen toimintaperiaatteet ja sähkölämmitysasennuksia koskevat kohdat asennusstandardista.
- osaa asentaa valmistajien asennusohjeiden mukaan esim. patterilämmityksen, lattialämmityksen, kattolämmityksen, saattolämmityksen, sulana pito lämmityksen, sähkökattilan ja sähkövastuksilla lämmitettävän vesivaraajan.
- osaa suunnitella ja mitoittaa pienimuotoisia sähkölämmitysratkaisuja.

Laiteasennuksissa opiskelija tai tutkinnonsuorittaja

- osaa lukea sähkölaitteen arvokilvestä tai asennusohjeesta olennaiset tiedot ja päätellä sen perusteella laitteen soveltuvuuden asennettavaan paikkaan.
- osaa määrittää tehon perusteella asennettavan laitteen ryhmäjohdot, suojalaitteet ja turvalaitteet sekä tuntee laitteiden kotelointiluokat.

Jakokeskusasennuksissa ja mittaroinissa opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa voimassa olevan jakokeskusstandardin vaatimukset jakokeskuksia rakenteesta, sijoituksesta ja johtojen liittämisestä jakokeskuksiin.
- tuntee eri keskusten rakenteet, kuten kehikko-, kotelo- ja kennokeskukset.

- osaa kytkeä ja asentaa omakotitalo-, pari ja rivitalon sähkölämmitykseen tarkoitettut kaapelit.
- tuntee suoran ja epäsuoran mittaustavan.
- muutoksia tehdessään osaa dokumentoida ne.
- osaa asentaa läpiviennit keskuksiin kotelointiluokkaa vaarantamatta käyttäen oikeita työkaluja.

Työmaatoiminnoissa ja yleiset sopimusehtoja noudatettaessa opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- tietää työ- ja sähköorganisaation tehtävät työmaalla.
- tuntee YSE 98- sisällön pääpiirteittäin soveltuvista osista ja toimia niissä esitettyjen vaatimusten mukaan.
- tietää kärkimiehen ja projektin hoitajan tehtävät ja vastualueet työmaalla. Lisäksi opiskelijan tai tutkinnon suorittajan on tunnettava muiden urakoitsijoiden tehtävät pääpiirteittäin ja osattava tehdä yhteistyötä näiden kanssa.
- ymmärtää myös puhtaanapidon merkityksen työmaalla.

Vianetsinnässä ja kunnossapidon tehtävissä opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- tunnistaa viallisen osan ja osaa korjata, vaihtaa tai ilmoittaa siitä voimassa olevan käytännön mukaisesti.
- osaa valita vianetsintämenetelmän ja päätellä mittaustuloksista sähkölaitteen kunnan
- soveltaa sähkötekniikan perusteissa opittuja asioita ja käyttämällä turvallisesti oikeita mittalaitteita.

- osaa kunnossapidon tehtävissä erottaa ja irrottaa sähkölaitteen verkosta luotettavasti korjausta tai huoltoa varten ja ilmoittaa siitä asianomaisille tahoille.

Järjestelmien koestus- ja testaustöissä, työn luovutuksessa ja käytön opastuksessa opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa vianetsinnässä tarvittavat turvalliset mittausperiaatteet.
- osaa asentamansa sähkölaitteiston käyttöönottoon liittyvät tarkastukset ja tietää käyttöönoton merkityksen toimivan lopputuloksen aikaansaamiseksi.
- osaa testata eri järjestelmien toimivuuden ja turvallisuuden ja tuntee asentamansa järjestelmän niin hyvin, että osaa antaa myös käytön opastuksen siihen.

Kiinteistöjen sähköasennustöissä opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa asentaa sähköasennuksissa käytettävät tyypilliset johtotiet, kuten kaapelihyllyt, valaisinripustuskiskot, johtokanavat, johtokourut ja sähkölistat.
- tuntee myös EMC-suojauksen merkityksen johdotuksessa ja kaapeloinneissa niin, että osaa asentaa ne oikein ja määräysten mukaisesti.
- tuntee erilaiset putki- ja johtotyytit ja osaa asentaa ne eri asennuspaikkoihin kuten: pinta-, uppo- ja maa- ja vesistöasennuksiin.
- osaa kiinnittää oikein ja oikeilla kiinnikkeillä asennuspaikan mukaan.
- osaa ottaa huomioon eri sähkölaitteiden kotelointivaatimukset asennuksissa sekä osaa valita oikeat laipat ja tiivisteet johtojen läpivienneissä.
- osaa käyttää sallittuja liitosmenetelmiä oikein sekä kiristää johtimien liitokset valmistajan ohjeiden mukaisesti.
- osaa asentaa ja kytkeä erilaiset himmentimet, lähestymiskytkimet ja porrasvaloautomaatit.

- tuntee nykyisten valaisimien ja valaisinohjausjärjestelmien toimintaperiaatteet.
- osaa mitata moottorikäyttöjen yhteydessä vaihevirratt ja sähköverkon kiertosuunnan sekä valita myös suojalaitteet moottoreihin, kuten lämpöreleet ja moottorisuojat.

Pienjänniteverkostoasennustöissä (<1kV) opiskelija tai tutkinnonsuorittaja

- tuntee pienjänniteilmajohtoverkon rakenteet ja hallitsee suojavälineiden käytön. Hänen on tunnettava myös pylväsluokat ja pylväässä olevat merkinnät.
- osaa pystyttää pylvään pehmeään sekä kovaan maaperään.
- osaa käyttää pylvästöissä käytettävät komponentteja ja työkaluja, kuten harusvajeria, haruslimppua, koukkuja ja kannattimia
- hallitsee johdon vetämisen ja kiristämisen pylväaseen sekä tietää johdon vetämisessä tarvittavat vetorullat, vetonarut, vetosukat ja vetokoneet.
- osaa tehdä linja- ja päätemaadoitusasennuksia pylväaseen.
- osaa päättää eri poikkipinnalla varustetut AMKA-johtimet päätepitimillä sekä jatkaa ja haaroittaa AMKA-johdon.
- osaa asentaa valaisimen pylväaseen sekä hallitsee rakennuksen liittymisjohdon liittämisen pylväaseen ilmaitse tai maakaapelilla.
- osaa Maakaapeli asennukset ja tuntee eri 0.4 kV:n maakaapelityypit sekä niihin liittyvät määräykset.
- osaa asentaa maadoituselektrodin oikein.

[4, s. 7 - 11]

## 7 Valinnaiset sähköasentajakoulutukseen liittyvät tutkinnon osat

Valinnaisista tutkinnon osista (30 osp) kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmien asennukset ja sähköverkostoasennukset ovat toteutettavissa myös hyvin varustellussa sähkötyösalissa ainakin osittain ja siinä laajuudessa, mitä sähköasentajalta edellytetään niiden osaamisesta. Kumpikin näistä opinnoista tuottaa 30 osaamispistettä. (Taulukko 1.) [1, s. 24 – 26.]

### 7.1 Kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmien asennukset

Kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmiin kuuluvat kiinteistöjen sähkötekniiset tietojärjestelmät, LVI-järjestelmä ja kiinteistöautomaatiojärjestelmä. LVI-järjestelmäasennukset koostuu pientalon lämmitykseen liittyvistä järjestelmistä ja niihin liittyvistä keskeisistä osista. Kiinteistöautomaatiojärjestelmien opinnot koostuvat sähkötekniikan perusosaamisesta, sähköjärjestelmäasennuksista, kenttälaiteasennuksista ja valvonta-alakeskus (VAK) ja valvomoasennuksista.

#### 7.1.1 Kiinteistöjen sähkötekniisten tietojärjestelmien asennukset

Kiinteistöjen sähkötekniisten tietojärjestelmien asennuksen keskeiset ammattitaitovaatimukset rakentuvat yleiskaapelointitöistä, paloilmoin-, murtoilmais- ja antennijärjestelmäasennuksista. Niissä opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa edellä mainittujen järjestelmien piirrosmerkit ja järjestelmäkaaviot.
- osaa tehdä mahdolliset mittaukset ja niihin liittyvät dokumentit sekä osaa asentaa kyseiset järjestelmät valmistajan ohjeiden mukaisesti ja tuntee niiden komponentit.
- tuntee parikaapeloinnin ja 50173 standardin mukaiset mittaukset ja mittalaitteet.
- tuntee ja osaa asentaa paloilmoinjärjestelmässä tarvittavat komponentit kuten paloilmaisimet, palokellot, merkkilamput, paloilmaisinpainikkeet ja paloilmoinkeskukset.

- tuntee ja osaa asentaa murtoilmaisujärjestelmä asennuksia.
- osaa murtoilmaisujärjestelmän komponentit ja piirrosmerkit kuten IR-ilmaisimet, ovikoskettimet, sireenit, näppäimistöt ja rikosilmoitinkeskukset.
- osaa asentaa Antennijärjestelmä tähti 800 -verkon komponentit ja tuntee verkon taajuudet ja kanavaniput.
- osaa antennin suuntauksen kenttävoimakkuusmittarin avulla

### 7.1.2 LVI-järjestelmä osaaminen

#### LVI-järjestelmissä opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa lämmitykseen liittyvät keskeiset järjestelmät ja niiden osat, kuten esim. kaukolämmön vaihdin, öljylämmityskattila, maalämpöpumppu ja poistoilmalämpöpumppu sekä verkoston osista opiskelijan on tunnettava kiertovesipumppu, erilaiset venttiilit, lämpömittarit ja lämmityspatteri.
- osaa tunnistaa Säättökaavioista lämmitykseen liittyvät piirrosmerkit ja ymmärrettävä niiden toiminta toimintaselostuksen avulla.
- tuntee ilmastointikoneen toimintaperiaatteen sekä siihen liittyvät osat kuten raitisilmakanavan, tuloilmakanavan, poistoilmakanavan ja jäteilmakanavan
- tuntee lämmön talteenoton komponentit ja piirrosmerkit.
- tuntee jäähdytysjärjestelmän ja siihen liittyvät keskeiset komponentit, kuten jäähdytyskone, jäähdytysputkisto, lauhdutin ja höyrystin.
- tuntee pientalojen LVI- järjestelmien keskeiset osat kuten kolmitieventtiili, ulko-termostaatti, menovesianturi, säätölaitekeskus, jakotukit, huonekohtaiset termostaatit ja ohjauskeskukset ja osaa kytkeä niiden sähköiset osat kuvien mukaan.

- osaa selvittää järjestelmän käyttöjänniteen ja sen avulla valita sopivat johdot.

### 7.1.3 Kiinteistöautomaatiojärjestelmät

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän ammattitaitovaatimukset rakentuvat säätötekniikan perusosaamisesta, sähköjärjestelmäasennuksista, kenttälaitteasennuksista sekä valvonta-alakeskus- (VAK) ja valvomoasennuksista. Niissä opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- ymmärtää P- ja PI-säätimen toiminnan.
- ymmärtää kiinteistöautomaatiojärjestelmien toimintaselostukset sekä osaa löytää niiden säätökaavioista ohjaukset, lukitukset ja säädöt
- osaa sähköjärjestelmäasennuksissa ohjatusti kaapeloida ja kytkeä liittyvältä jakokeskuksesta lähtevät ryhmät.
- osaa taajuusmuuttajakäyttöisen moottorin kytkennän sekä ottaa huomioon EMC-suojauksen asennuksissaan. Kaapelit on osattava myös merkitä asianmukaisin merkein.
- tuntee kenttälaitteasennuksiin liittyvät yleiset kenttälaitteet sekä niiden piirustukset ja asennusohjeet sekä antureiden toimintaperiaatteet.
- ymmärtää virta- ja jänniteviestin periaatteen säätötekniikassa.
- osaa kytkeä, johdottaa ja vaihtaa kenttälaitteita niiden rakennetta ja kotelointiluokkaa heikentämättä.
- tietää valvonta-alakeskuksen ja valvomon merkityksen kiinteistöautomaatiojärjestelmässä.
- osaa hallita järjestelmää ainakin käynnistyksen ja pysäytyksen osalta.
- osaa tulkita, seurata ja muuttaa antureiden ja lähettimien oloarvoja.

- osaa seurata prosessin tilaa tilatietojen avulla.

## 7.2 Sähköverkostoasennukset

Sähköverkostoasennuksen ammattitaitovaatimukset rakentuvat pylväs rakenne- ja ilma-johtoasennuksista ja maakaapeli-asennuksista. Niissä opiskelija tai tutkinnon suorittaja

- osaa tulkita sähköpiirustuksia, työsuunnitelmia ja verkostokarttoja, jotka kertovat mm. jänniteilmajohtojen ja pylväiden sijainnit maastossa.
- tuntee yleisimmät suurjännitejohdot sekä tietää niiden rakenteet, mekaaniset ja sähköiset ominaisuudet ja asennusolosuhdevaatimukset sekä asennuksessa tarvittavat materiaalit.
- tuntee ilmajohtojen asennuskorkeudet ja turvaetäisyydet maasta on myös tunnettava.
- osaa toimia työryhmän jäsenenä pylvään pystytystöissä sekä osaa pylvästyöskentelyn turvallisuusmääräysten mukaisesti.
- osaa maakaapeli-asennuksissa työsuunnitelmien ja verkostokarttojen avulla tarvittavien suurjännitekaapelien tyypit ja määrät sekä tuntee kaapelien rakenteet, sähköiset ja mekaaniset ominaisuudet, kuten sallitut vetolujuudet sekä taivutus säteet ja asennusolosuhdevaatimukset.
- osaa ohjattuna valvoa kaapeliojien kaivuu- ja täyttötyöt.
- osaa tehdä suurjännitekaapelien jatkoja ja päätteitä sekä kyettävä kytkemään muuntamoihin sähköjärjestelmiä.

## 8 Vapaasti valittavat tutkinnon osat

Vapaasti valittavat tutkinnon osat sisältävät opintoja, jotka syventävät ammattitaitoa tai laajentavat sitä.



Vapaasti valittavia tutkinnon (10 osp) osia voi olla esim. KNX-taloautomaatio, yrittäjäyys, taajuusmuuttajakäytöt, kappaletavara-automaatio ja ohjelmoitavat logiikat.

## **9 Sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaamiseen liittyvät harjoitukset**

Perusosaamiseen liittyvät harjoitukset perustuvat ammattitaitovaatimuksiin, jotka on esitelty luvussa 5.1. Sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaamisen harjoitukset ovat osittain kirjallisia. Tässä luvussa keskitytään sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaamisen käytännön harjoituksiin, kuten erilaisten materiaalien käsittelyyn, kiinnittämiseen ja mitoittamiseen. Asennustekniikan perusteiden yhteydessä harjoitellaan komponenttien toimintaa

Myös erilaisten vastusten, kelojen, kondensaattoreiden, diodien ja sähköparien kytkennät ja mittaukset ovat mukana harjoituksissa. Elektroniikan harjoituksissa tehdään analogisia ja digitaalisia kytkentöjä ja mittauksia. Näistä kuitenkin vähintään puoli- ja kokoaaltotasasuuntaus, jänniteregulaattori, transistori, porttipiirit ja kiikut kuuluvat perusharjoituksiin. Myös piirilevyn suunnittelu ja syövytys kuuluvat harjoituksiin.

### **9.1 Kädentaitoihin, materiaalien hallintaan ja mitoittamiseen liittyvät harjoitukset**

Hyvien kädentaitojen perusharjoituksia ovat erilaiset pituuden mittaukset, piirroittamis- ja sahaamisen harjoitukset, sahaaminen metallisahalla, viilaaminen, hiominen, kierukkaporan teroittaminen, poraaminen, kierteittäminen, kaasusäily- ja sähköhitsaus, liitostöiden koontityöt, pehmytjuottaminen, kovajuottaminen ja juotostöiden koonta.

Sähkötekniikan harjoituksissa voidaan esimerkiksi rakentaa harjoitusmoottoreita, kotelaita ja prosessin osia erilaisiin kytkentäharjoituksiin. Myös koteloiden läpiviennit ja kosketussuojan rakentaminen on mahdollista. Kuvassa 1.(ks. seur. s.) näkyy kädentaitojen opetustilaa, jossa on mahdollista suorittaa edellä mainittuja perusharjoituksia. Sali on tarkoitettu metallin, muovin ja puun työstämiseen.

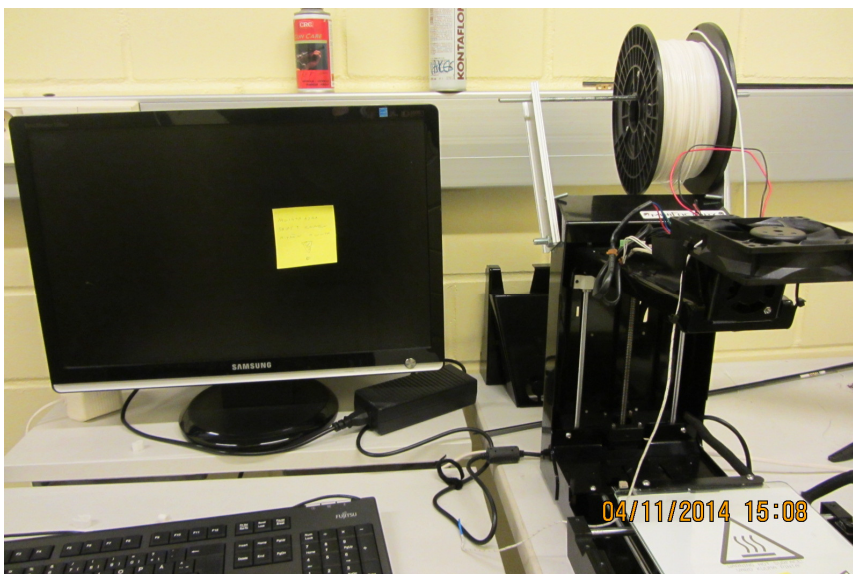
Sähkösuunnittelijan kannattaa valita tiloihin kaapelihyllyt syöttöjä varten. Suunnittelija tarvitsee myös laitteiden sijoituskuvat. Hyllyasennukset mahdollistavat myöhemmin työstökoneiden mahdollisen uudelleen sijoittelun. Riittävä valaistus on helppo toteuttaa myös

kaapelihyllyjen avulla. Myös hätä/seis- toiminto ja yksittäisten laitteiden kytkentäkaappi on oltava opettajan helposti käytettävissä. Laitteiden on oltava myös lukittavia.



**Kuva 1. Kädentaitojen opetustiloja**

Nykyisin voidaan muotoilla ja valmistaa kädentaitojen yhteydessä myös kappaleita suoraan ns. 3D-tulostuksella (kuva 2). Se vaatii tietokoneisiin esim. Autocad- ohjelmiston, jossa on mahdollista suunnitella kappaleita kolmiulotteisesti.



**Kuva 2. 3D-tulostin**

## 9.2 Sähköoppiin ja elektroniikkaan liittyvät harjoitukset

Myös sähköopin harjoituksista osa on kirjallisia, mutta kirjallisten ja mittausharjoitusten rajaa on vaikeampi määrittää asioiden yhteenkuuluvuuden takia. Sähköoppi ja elektroniikka suoritetaan ensimmäisenä lukuvuonna.

Hyviä tasasähköoppiin ja magnetismiin liittyviä harjoitusaiheita ovat mittalaitteiden toimintaan liittyvät harjoitukset, virran, jännitteen ja resistanssin mittaaminen yleismittarilla, resistiivisyyden mittaaminen, myös lämpötilan vaikutus resistiivisyyteen, epälineaaristen vastusten tutkiminen, vastusten sarja, rinnan ja sekakytkennät, potentiaali, potentiometri, mittarin sisäresistanssi, kirchhoffin virta- ja jännitelain tunteminen, Ohmin lain tunteminen, jännitelähdekytkentöjen tutkiminen, tasasähköteho, sähkökojeen kuluttaman energian mittaaminen, sähködynaamisen voiman tutkiminen ja kytkentä- ja katkaisuilmiön tutkiminen. Luonnollisesti kaikkiin mittalaitteisiin annetaan perehdytys ja yleiset turvasasiat käsitellään.

Näistä tehtyjä hyviä tasasähköoppiin liittyviä käytännön harjoituksia ovat

- mittarin ns. "nappulatekniikkaan" liittyvät harjoitukset käyttöohjeen mukaisesti. Tässä yhteydessä on myös hyvä kerrata 10-potenssimuodot.
- mittausharjoitukset, joissa voi tutustua perussuureisiin kuten virtaan, jännitteeseen ja resistanssiin. Kaikki kytkennät voidaan suorittaa erilaisilla valmiilla tai rakennetuilla kytkentäalustoilla (käden taidot).
- johtimen resistanssin mittaukset, jotka ovat tärkeitä varsinkin myöhempiä opiskeluja ajatellen, koska niitä tarvitaan mm. oikosulkuimpedanssin ja jännitteenalenneman määrittämisessä. Resistiivisyys ja lämpötilan vaikutus resistanssiin voidaan ottaa esille tässä yhteydessä.
- resistanssin määrittäminen voltti- ja ampeerimittarilla on hyvä harjoitus, koska siinä opiskelija oppii, kuinka mittaustarkkuus vaihtelee mittarien kytkentäjärjestyksestä riippuen ja mittarin sisäresistanssi on otettava huomioon tehtäessä tarkkoja mittauksia.

- tehomittaukset, joissa käytetään wattimittarin myös voltti- ja ampeerimittaria. Näillä mittareilla valvotaan, ettei mittauksessa ylitetä wattimittarin jännite- tai virta-alueita. Mittaus on myös hyvä siksi, että opiskelija joutuu käyttämään siinä useampia mittareita. Samalla voidaan myös todeta laskemalla sähköteho.
- laskenta- ja mittausharjoitukset yleensä, joissa on mukana epälineaarisia vastuksia ja potentiometrejä. Näin saadaan myös tehtyä kytkentöjä jännitteenjaosta ja siltakytkennöistä.
- vastusten sarja-, rinnan- ja sekakytkennät sellaisenaan, joista saadaan hyviä ja haastavia mittaustilanteita.
- potentiaalitin tutkiminen, jossa kytketään erisuuruisia vastuksia ja jännitelähteitä sarjaan ja mittaamalla kytkennän potentiaalieroja eri vertailupisteistä. Tässä yhteydessä voidaan tehdä myös uudestaan jännitteenjako ja siltakytkennät.
- sähkölähteen tutkiminen, jonka yhteydessä voidaan mitata liitinjännite ja lähdejännite kuormitettuna ja ilman kuormaa. Näissä harjoituksissa saadaan opiskelija ymmärtämään jännitelähteen sisäresistanssi ja kuormitettavuus.
- sähkölähteen tehosovituksen tutkiminen, jossa mitataan esim. pariston liitinjännitettä eri kuormitusvirroilla. Esimerkkinä voidaan ottaa äänentoistopiirit.
- jännitelähteiden kytkentöjen tutkiminen, joissa jännitelähteitä esim. paristoja kytketään sarjaan ja rinnan. Opiskelija oppii ymmärtämään esim. akun rakennetta.
- akkujen kapasiteettien tutkiminen, joissa tutkitaan esim. akun purkausaikaa kuormittamalla sitä määrätyn suuruisella virralla.
- sähködynaamisten voimien tutkiminen, joissa voidaan aluksi tutkia esim. sähködynaamisen voiman mittalaitteella ja kelan avulla kytkemällä siihen erisuuruisia jännitteitä. (sähkö- ja kestoplaneetti).
- sähkövirran muiden vaikutusten tutkiminen, joissa tulee esille esim. sähkövirran valo- ja lämpövaikutus.

- kondensaattorin toiminnan tutkiminen, jossa kondensaattori voidaan kytkeä tasajännitelähteeseen, jossa on mukana galvanometri, volttimittari ja vaihtokytkin.
- kondensaattorin varautumisen ja purkautumisen tutkiminen, josta saa myös hyviä mittausharjoituksia kytkemällä piiriin vastus ja kondensaattori rinnan. Kytkentään lisätään virta- ja jännitemittari. Samassa yhteydessä saadaan eri mittaustilanteita myös kondensaattorien sarja- ja rinnankytkennöistä.
- sähkökentän käyttösovellusten tutkiminen esim. elektroniputken avulla.
- kelan ja kondensaattorin käyttö ja niihin liittyvien ilmiöiden tutkiminen esim. kytkentä- ja katkaisuilmiöt niissä voidaan esimerkiksi tutkia, kuinka kela voi korostaa tai tasoittaa kytkentäilmiötä. Kondensaattori taas tarvitaan tasoittamaan kumpiakin ilmiötä.

Vaihtosähköoppiin kuuluvia harjoitusten aiheita esim. ovat vaihtosähkön keskeisten suureiden mittaaminen oskilloskoopilla ja yleismittarilla, vastus, kondensaattori ja kela vaihtosähköpiirissä, resistanssin, induktanssin ja kapasitanssin vaikutukset vaihtosähköpiirissä, kompensointi, RC-, RL- ja RCL- ja sarja-, sekä rinnakkaispiirien tutkiminen, myös näiden sekakytkennät, vaihtosähköteho- ja energia, sovitusmuuntaja tutkiminen ja resonanssipiirit, myös perussuureet on hyvä ottaa uudelleen esille vaihtosähköharjoituksissa uudelleen. Harjoitukset voi jakaa karkeasti kolmeen ryhmään. Näitä ovat vaihtosähköpiirit, magnetismi ja kolmivaiheiset vaihtosähköpiirit.

Vaihtosähköpiireihin liittyviä harjoituksia voidaan toteuttaa

- Vaihtojännitteen ja vaihtovirran aaltomuotojen tutkimisella, tutustumalla vaihtosähkön suureisiin, kuten jaksoon ja jakson aikaan, taajuuteen, kulmataajuuteen ja aallonpituuteen. Myös funktiogeneraattori tarvitaan kaikissa vaihtosähköä tutkivissa kytkennöissä taajuuden tuottamiseksi. Funktiogeneraattorin ja oskilloskoopin toiminta tulevat tutuksi näissä perusharjoituksissa.
- harjoituksina, joissa tutkitaan vaihtojännite- ja vaihtovirtasuureita, tällaisia ovat esim. hetkellis- ja huippuarvot, tehollisarvot ja keskiarvot.

- tutkimalla ja rakentamalla puoli- ja kokoaaltotasasuuntaus kytkentöjä, joissa tutkitaan jännitteen ja virran keskiarvoja sekä tehollisia arvoja. Kytkentä voidaan suorittaa esim. siten, että syöttöpuolen volttimittari mittaa vaihtojännitteen tehollisarvon ja tasasuunnatun jännitteen volttimittari sykkivän tasajännitteen keskiarvon. Eli opiskelijan täytyy ymmärtää, että yleismittari näyttää sinimuotoisella vaihtosähköllä vaihtojännitteen ja vaihtovirran tehollisarvoa, mutta tasasähköä mitattaessa virran ja jännitteen keskiarvoa.
- kertaamalla jännitteen ja virran mittaamista yleismittarilla tekemällä mittauksilla joihin liitetään tavallisen yleismittarin lisäksi RMS- yleismittari. Kytkentäesimerkkejä eri mittaustilanteisiin on useita. Yksi tällainen on esim. mitata elektronisen liitäntälaitteen virran ja jännitteenvaihtelukäyrät oskilloskoopilla sekä virta tavallisella ja RMS-yleismittarilla. Kiertorautamittarin voi esitellä tässä yhteydessä.
- mittaamalla vastuksen, kelan ja kondensaattorin jännitteen ja virran vaihtelua vaihtosähköpiirissä oskilloskoopin avulla, joissa opiskelija tutustuu mm. jännitteen ja virran vaihe-eroon. Oskilloskoopin molemmat kanavat tulevat käyttöön. Toinen kanava otetaan käyttöön virralle ja toinen jännitteelle.
- Mittaamalla RC-, RL- ja RCL- piirejä rinnan ja sarjassa, joiden sovelluksia voidaan ottaa mukaan kytkentöihin. Tässä yhteydessä myös resonanssiipiiri tulee tutuksi.
- Tekemällä lisämittauksia, joissa voidaan kytkeä ja laskea vaihtosähköpiirien tehosuureita edellisten piirien kytkennöistä. Kuormitukset rinnan tilanteesta saa myös hyvän harjoituksen toteuttamalla sen kytkemällä hehkulamppu-, loistevalamppu- ja moottorikuormia rinnan sekä sarjaan.
- tekemällä kytkentöjä, jotka liittyvät kompensointiin. Tällainen voidaan järjestää esim. tekemällä kytkentä loisteputkilla, joka on ensin ilman kompensointia ja myöhemmin kompensoinnilla varustettu.

Magnetismiin liittyviä harjoituksia voidaan toteuttaa

- tutkimalla magneettiipiirejä Hall-anturin avulla, joka mittaa magneettikentän tiheyttä.

- sijoittamalla pehmeästä raudasta ja karkaistusta teräksestä valmistetut sauvat, jotka eivät ole magneettisia, tasavirtakäämiin. Opiskelija näkee kuinka rautakappale tulee magneettiseksi käämin sisällä.
- järjestämällä mittaustilanteita, joissa tutkitaan indusoituvaa jännitettä esim. liikuttamalla johdinta magneetikentässä. Samalla voidaan ottaa esille generaattorin toiminta. Järjestämällä mittaus tilanteita, jossa tutkitaan virrallista johdinta magneetikentässä. Opettaja voi tässä yhteydessä käsitellä vaihtovirtamoottorin toimintaa.
- tutkimalla remanenssia, jota opiskelija voi tutkia esim. rautasydämen jäännös magnetismia muuttamalla virran suuntaa käämissä. Tässä yhteydessä on hyvä puhua myös hystereesistä ja magneetin vetovoimasta.
- tutkimalla muuntajan toimintaa erilaisilla jännitemittauksilla, joissa muutetaan ensiö- ja toisiopiirin käämien kierrosten määrää. Opiskelijalle tulee tutuksi mm. muuntosuhde. Tässä yhteydessä opiskelijalle tulee tutuksi myös muuntaja rakenne ja osat sekä toimintaperiaate.
- tutkimalla induktanssin sovelluksia kuten, sähköreleen, yksinkertaisten geraattorityyppien, yksinkertaisten vaihtovirtamoottorien toimintaa, kytkentäharjoituksissa mitataan jännitettä ja virtaa oskilloskoopin, yleismittarin, RMS- mittarin avulla. Näissä harjoituksissa opiskelija ymmärtää vaihtosähkön tuotannon ja käytön. Tasavirta generaattorit ja tasavirtamoottorit on myös hyvä käsitellä tässä yhteydessä.

Kolmivaiheisiin vaihtosähköpiireihin liittyvät harjoitukset on hyvä toteuttaa

- tutkimalla kolmivaiheisten kytkentöjen rakennetta yksinkertaisilla kytkennöillä, joissa kytketään vastuksia tai kolmioon ja tähteen erikseen tai yhdessä. Kytkentäharjoituksissa voidaan laskea tähti- ja kolmiokytkennän tehoja mitattujen virtojen ja jännitteiden avulla. Tällainen harjoitus voi esimerkiksi olla kytkentä, jossa on kytkettynä kolme kytkintä ja lamppua rinnan. Lamput on kytketty tähteen ja tähtipisteestä mitataan virtaa eri kytkentätilanteissa. opiskelija ymmärtää tämän harjoituksen avulla miksi N- johtimen ja vaihejohtimen poikkipinnat voi olla yhtä suuria. Mittauksiin voidaan liittää myös epäsymmetrinen kuormitustilanne.

- tekemällä mittaustilanteita, joissa tutkitaan kolmivaihelaitteiden ominaisuuksia. Mittauksissa tutkitaan kolmivaihemoottorin, kolmivaihegeneraattorin ja kolmivaihevastuskuormien ominaisuuksia ja käyttäytymistä.
- tutkimalla kolmivaihejärjestelmää tekemällä kytkentöjä, joissa kolmivaihekuormiksi kytketään vastuksia, moottoreita sekä esim. loistelamppuja rinnan. Samalla voidaan laskea pätö-, lois- ja näennäistehoja.
- tutkimalla oikosulkumoottorin tai jonkin muun kolmivaihelaitteen arvokilpitietoja, joista opiskelija voi nähdä niihin kytkettävän jännitteen eri kytkentä tilanteissa.

Elektroniikan harjoituksia voi tehdä esimerkiksi piirilevyn valmistamisesta, johdinten juotusharjoituksista, mekaanisten rakenneosien tunnistamisesta, passiivisten komponenttien tunnistamisesta ja asentamisesta. Tässä yhteydessä hyvä kerrata RLC-mittasilta ja kerrata oskilloskoopin rakenne ja käyttöohjeet. Vaihtojännite mittauksia on myös hyvä kerrata tutkimalla taajuutta, jakson aikaa ja jännitettä oskilloskoopilla. Tasasuuntaus- ja zener-diodin toimintakunnon määrittäminen resistanssimittarilla on hyvä harjoituksen aihe. Lisäksi hyviä harjoitusaiheita ovat

- diodin ominaiskäyrän mittaaminen
- puoliaalto- ja siltatasasuuntaajan tutkiminen
- zener-vakavointi
- diodin suojainkäytön tutkiminen
- transistorin toimintakunnon tarkistaminen
- transistorivahvistimen peruskytkentöjen tutkiminen
- transistorikytkimen tutkiminen ja transistorin ominaiskäyrien mittaaminen.
- piirilevyn valmistaminen, leikkaus ja puhdistus ja komponenttien sijoittamisen hahmotukseen liittyvä harjoitus sekä masterin tekeminen. Piirilevyn syövytys ja



huuhtominen. komponenttien juottaminen syövytettyyn piirilevyyn ja johdinliitoksiin ovat myös hyviä kädentaitoharjoituksia.

- passiivisten komponenttien tunnistaminen ja asentaminen.
- RC- ja RL-piirien kytkentä ja kertaus (yli- ja alipäästösuodin).
- RLC-mittasillan käyttö kondensaattorin, kela ja vastuksen arvon mittauksessa, jota voidaan käyttää myös vaihtosähkötekniikkaan kuuluvissa harjoituksissa.
- komponenttiharjoitukset, joissa voidaan tutkia erilaisia vastuksia ja niiden ominaisuuksia ja käyttötarkoituksia. Näitä ovat mm. kiinteät vastukset kuten massa-, kalvo- ja lankavastukset. Tässä yhteydessä lisäharjoituksia saadaan liittämällä kytkentöihin NTC-, PTC-, LDR- ja VDR- vastuksia.
- diodin toimintakunnon määrittäminen resistanssimittauksella
- puoliaaltotasa- ja kokoaaltotasasuuntaus ja sen kytkentä, jossa voidaan kerrata jännitteen ja virran keskiarvoon liittyviä asioita.
- Zener-vakavointipiirin kytkentä, jossa opiskelija voi tutkia jännitteenstabilointia.
- transistorin käyttö kytkimenä on hyvä peruskytkentä ja siinä yhteydessä voi puhua kärjettömistä kytkennöistä. (Sulkutila, toimintatila ja kyllästystila) samalla voidaan tutkia transistorin ominaiskäyrää.
- transistorivahvistimen rakentaminen ja tutkiminen, kytkennöissä järjestetään mitatilanteet yhteisemitterikytketylle, yhteiskantakytketylle ja yhteiskollektorikytketylle vahvistimelle.
- yksinkertaisten kytkentöjen tekeminen, joissa harjoitellaan tyristoripiirien avaamista ja sulkemista.
- digitaalisten peruspiirien tutkiminen, joissa kytketään erilaisia perusveräjiä keskenään halutun toiminnan aikaansaamiseksi. Samalla voidaan tutkia totuustaulukoita ja mitata piirien toimintaa.

- erilaisten piirien vikatilanteiden tutkiminen erikseen tai käytyjen asioiden yhteydessä, joissa tutkitaan vikoja passiivisissa virtapiireissä kuten vika RCL-kytkennässä ja piirin toiminta-arvojen muuttuminen.[5;6]

### 9.3 Sähköopin ja elektroniikan työtilojen suunnittelu viiheitä

Sähkösuunnitelmaa tehtäessä kannattaa ensiksi ottaa huomioon SFS 6000-8-803, joka määrittelee sähkökonekorjaamojen ja laboratorioiden asennuksia. (liite 1)

Sähkötekniikan opetukseen käytettävässä laboratoriossa tarvitaan myös hyvin varustellut mittauspöydät, joita valmistaa mm. Teklab oy. On myös erilaisia ohjaustapoja, nykyaikaisimmat ohjaustavat ovat nykyisin esimerkiksi mahdollisuus käyttää työpisteiden käyttöoikeuksia ja toteuttaa valvontaa älypuhelimella tai ohjelmiston avulla.

Teklab Laboratory Control eli laboratorion hallinta (TLC)-ohjelmiston avulla opettaja voi hallita työpisteitä ja laitteita omalta PC:ltä käsin kuva 3 (ks. seur. s.) [7, s. 6].

- Laitepaneelien ylös/keskelle/alas-ohjaukset (Help5 ja Help10 -työpisteet)
- Työpisteiden lukitus (Help5 ja Help10 -työpisteet)

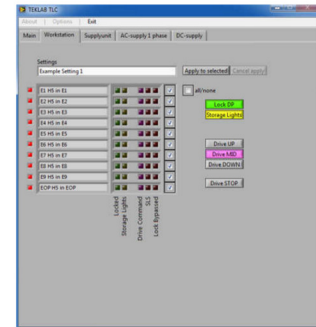
*TLCBASIC sisältää TLCLITE ominaisuudet lisäten:*

- Kytentälupa
- Sähköt päältä -ohjaus
- Sähköt päällä -tieto
- Häätä-seis -painiketieto
- Kutsupainike
- Turvallisuustestaus

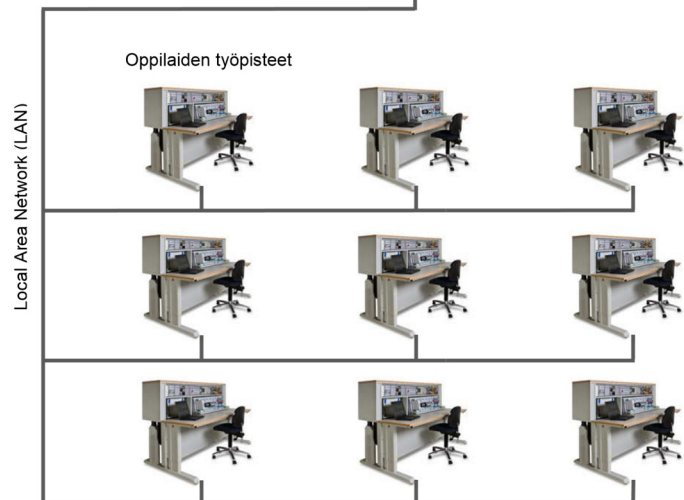
*TLCPRO sisältää yllä mainitut ominaisuudet lisäten:*

- Tasa- ja vaihtojännitelähteiden asetukset, lukitukset ja vikadiagnostiikka
- Mittauslaitteiden tilojen seuranta
- Laitteiden ryhmäohjaukset
- PC:iden hallinta ja valvonta
- Näyttöjen siirrot ja ohjaukset

Ohjelmisto	Kuvaus
TLCLITE	TEKLAB laboratorionhallinta, lite
TLCBASIC	TEKLAB laboratorionhallinta, basic
TLCPRO	TEKLAB laboratorionhallinta, pro



Opettajan hallintaohjelmisto



**Kuva 3. Teklab laboratorion hallintajärjestelmä PC-ohjauksella**

Teklabin laboratorion mobiiliohjauksessa edistyksellinen Teklab Mobile LabControl (TMLC) antaa opettajalle mahdollisuuden ohjata laboratoriota älypuhelimella kuva 4 (ks. seur. s). [7, s. 7]

TMLC sisältää:

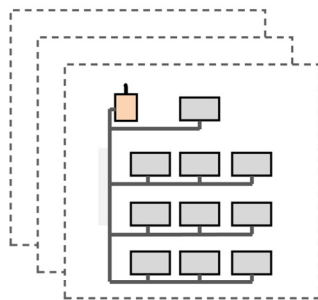
- TMLC-ohjelmisto suositeltuun älypuheliimeen
- Älypuhelin (suositeltu malli, lisäpuhelimia voidaan tilata erikseen)
- Web-kamera laboratorioon
- WLAN access point

Malli	Kuvaus
TMLC	TEKLAB laboratorion mobiiliohjaus

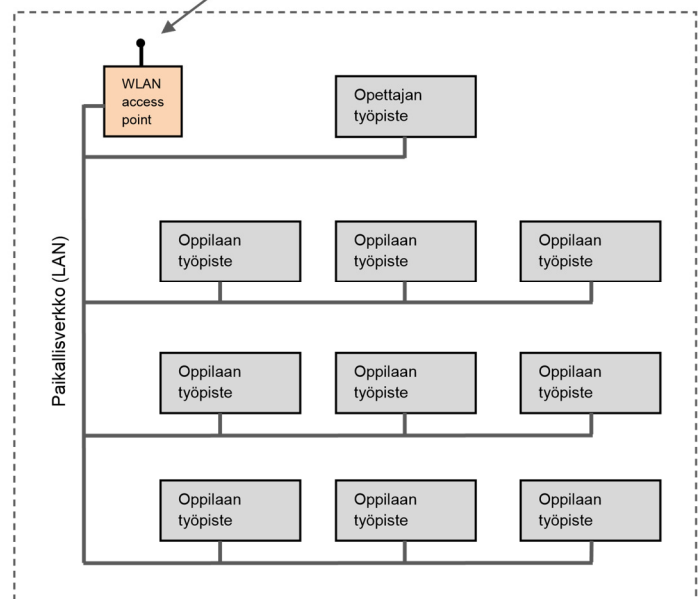


Opettajan tai koulun henkilökunnan puhelin

LABORATORIO 2, 3....



LABORATORIO



Kuva 4. Teklabin laboratorion ohjaus älypuhelimella

Yksittäiset työpisteet saa esimerkiksi Teklab Oy:lta. Kuva 7. työskentelytiloihin kannattaa ottaa myös ESD-suojausvarustus. Monikäyttöiset työskentelypisteet voidaan varustaa lähes kaikella tarvittavalla eri mittaustilanteissa ja harjoituksissa tarvittavalla kalustolla. Työpisteet voidaan varustaa sekä elektroniikka- että sähkölaboratorion tarpeisiin.

Työpisteet voidaan varustaa työvalolla, säilytystilalla, ATK-liittimillä, infotelineellä, erilaisilla koukkusarjoilla, aputasoilla, johdinsarjoilla, syöttöyksiköillä, tasajännitelähteillä, vaihtojännitelähteillä, huollettavan laitteen liitännällä, suojamaadoitetulla 1- tai 3-vaiheiliitännällä, eristystason valvontalaitteistolla, hätäkatkaisijalla, USB-liitännällä, digitaalisella yleismittarilla, LRC-mittarilla, funktiogeneraattorilla, tehovahvistimella, oskilloskoopilla ja niiden mukana tulevilla harjoitussarjoilla. Myös johdinsarjat luonnollisesti tarvitaan mukaan

Monikäyttöiset moottoroidut monitoimityöpisteet Help- 5 ja Help- 10 (kuva 5. ja kuva 6) tarjoavat joustavuutta teknisiin opetustiloihin. Monikäyttöisyys luo merkittäviä säästöjä tilan käyttöön, koska samaa tilaa voidaan käyttää tehokkaammin.



Help5 - työskentelytila

Kuva 5. Help5- työskentelytila



Kuva 6. Help10- työskentelytila

Kuvassa 7 näkyy Omniassa toteutettu opetustila Teklab-työpisteillä (ks. seur. s.).



Kuva 7. Teklabin pöytiä Omniassa

Kuvassa 8 näkyy opettajan hallinnoima turvakytkin, Turvakytkin estää vahingot testattaville laitteille ja laitteita käyttäville opiskelijoille. Kuvassa 9 (ks. seur. s.) näkyy osa monitoimipisteestä ja siinä ovat tasajännite- ja vaihtojännitesyöttöyksiköt.



Kuva 8. Opettajan hallinnoima turvakytkin



Kuva 9 Testipöytä; tasa- ja vaihtojännitelähde.

#### 9.4 Asennustekniikan perusteisiin liittyvät harjoitukset

Asennustekniikan perusteiden harjoitukset perustuvat suurimmaksi osaksi asennuslevylle tai asennusseinälle tehtävistä yksinkertaisista harjoituksista, jotka suoritetaan ensimmäisenä lukuvuonna.

Harjoitukset tehdään lähinnä kaapeloimalla. Nämä ovat lähinnä ryhmäjohtotason asennuksia, kuten perusvalaistuskytkenät. Harjoituksiin lisätään vähitellen erilaisia kytkinlaitteita ja tutkitaan niiden toimintaa. Samalla harjoitellaan asennustarvikkeiden hakua sähkötarvikeluetteloista ja tutustutaan asennusohjeisiin. Myös kaapelityypit, kaapelien asennukset ja kiinnitys, niiden kuorinta ja kytkentä käydään läpi harjoituksissa. Opiskelijalle opetetaan myös piirustusten lukua harjoitustöiden lomassa. Myös sähköturvallisuusasiat kerrataan moneen kertaan harjoituksissa. Toki nämä asiat käydään myös teoriatunneilla, mutta harjoitukset tukevat kokonaisuutta.

Hyviä harjoituksia ovat seuraavat:

- Erilaisten johtimien käsittely, kuten kuoriminen ja kytkentä erilaisiin asennuskalusteisiin, ja niiden käsittelyn yhteydessä voidaan tarkastella johdintyyppien ominaisuuksia, kuten taivutussädettä ja vetolujuutta. Kuvassa 10 (ks. seur. s.) näkyy erilaisia kaapelityyppejä kuorittuna. Kuvassa 11 (ks. seur. s.) on asennuskalusteiden esittelyalusta

- Erilaisten kytkinlaitteiden asennukset ja niiden ohjaamien laitteiden asennukset, joista saadaan lukemattomia harjoitusversioita. Kuvassa 12 (s. 36) on erilaisia kytkinlaite asennuksia.
- Valaistuskytkenäharjoitukset, joissa valaistusta ohjataan esim. yksinapaisella kytkimellä, sarja-, vaihto-, ja ristikytkimellä. Valaistuksen ohjaaminen releellä tekee tutuksi myös painikekytkimen. Asennukset tehdään putkittamalla, pinta-asennuksina ja putkettomalla asennustavalla. Asennus voidaan tehdä asennusseinälle (230 V) tai liikuteltavaan asennusalustaan (24 V). Kuvassa 13 sivulla (s. 36) näkyy seinälle asennus. Kuvassa 14 (s. 37) näkyy asennus alustaan.
- Asennuskaluteiden kiinnittäminen ruuvi-, naula- ja rivikiinnikkeillä sekä suojaputkella erilaisiin materiaaleihin, kuten puu, kyproc ja betoni.
- Valaistussuureiden ja valonlähteiden tutkiminen, joissa voidaan käydä läpi loistelamppukytkennät ja niiden säätö. Myös erilaiset valonlähteet, kuten LED-lamput, purkauslamput, monimetallilamput ja suurpainenatriumlamput kuuluvat mukaan. Valaistusvoimakkuuden mittaukset ja väriämpötilan, värintoiston, valovirran sekä valotehokkuuden ymmärtäminen ovat tärkeitä harjoituksen aiheita. Kuvassa 15 (sivu 37) näkyy yksi mahdollisuus tutkia eri valolähteitä ja mitata niiden valaistusvoimakkuutta.
- Jännitteettömät tarkastusmittaukset, kuten suojamaadoituspiirin johtavuus, eristysresistanssi ja vuotovirran mittaaminen ovat hyviä perusmittauksia.. Erilaiset pienet sähkökojeet sopivat näiden mittausten kohteeksi. Eristysviallisten laitteiden huomaaminen on tärkeää.





Kuva 10. Kaapeleiden mallikuorintoja



Kuva 11. Erilaisia asennuskalusteita



Kuva 12. Kytinlaiteasennuksia



Kuva 13. Valaisinkytkentä seinälle



Kuva 14. Valaisinkytkentä asennusalustalle



Kuva 15. Valonlähteiden tutkimiseen käytetty testikoppi

Sähkösuunnittelijan kannalta tiloihin pätevät samat 803-standardin määräykset (liite 1). Kaapelihyllyillä ja valaisinripustuskiskoilla toteutetut valaistukset ja syötöt antavat mahdollisuuden siirellä ja muokata opetuspisteitä. Tarvittavat suojalaitteet, kuten hätäseisäkytkin, turvakytkimet ja vikavirtasuojat tarvitaan. Opettaja kytkee yhteisjännitteen. Lisäksi jokaisella asennuspisteellä on erillinen lukittava turvakytkin, jonka opettaja avaa kytkentää testattaessa (kuva 16).



Kuva 16. Ryhmäkeskus ja sen syöttö varustettuna lukittavalla turvakytkimellä

## 10 Sähkö- ja automaatiotekniikan harjoitukset

Sähkö- ja automaatioharjoitukset voidaan jakaa kahteen eri ryhmään

1. sähköasennustekniset työt
2. teollisuuden kokoonpanotyöt.

Sähköasennusteknisen töiden harjoituksissa opiskelija suunnittelee, kytkee ja testaa työnsä. Lopuksi hän myös suorittaa osaan harjoituksista käyttöönottomittaukset. Asennukset tehdään pääasiassa jo normaalilla käyttöjännitteellä. Nämä harjoitukset tehdään yleensä toisena lukuvuonna.

Harjoitukset on hyvä aloittaa kertaamalla ensimmäisen vuoden harjoituksista asennustarvikkeet ja kalusteet. Myös työturvallisuusasiat kerrataan. Salissa käytettyihin uusiin laitteisiin suoritetaan perehdytys. Harjoitustöitä jatketaan kertaamalla valaistus- ja pistorasiaryhmien kytkennät, samalla niihin lisätään toiminallisuutta enemmän, kuten lisäämällä niihin enemmän ohjauksia ja sitä kautta toimintoja. Seuraavaksi tulevatkin mukaan piirikaavion tulkintaan ja kytkemiseen liittyvät harjoitukset yksinkertaisten kytkentöjen kuten pitopiirin tutkimisella.

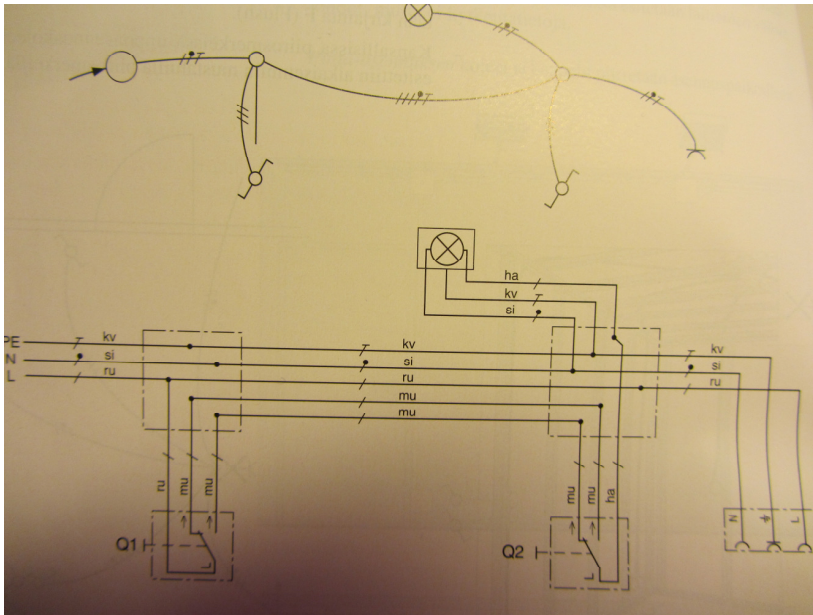
Asennustapoja opetetaan myös opiskelijalle lisää, kuten putkitus ja putketon asennus. Tässä yhteydessä otetaan esille myös asennusten lisääminen erilaisiin rakenteisiin. Harjoituksiin lisätään myös käyttöönottomittaukset SFS 6000-6 Liite 6C. liite 2 s.370-standardin mukaisesti.

Omakotitalon liittymis- ja nousujohdon sekä ryhmien kytkentä keskukseseen ovat myös hyviä harjoituksen aiheita. Luonnollisesti keskuksen kiinnitys eri materiaaleihin tulee harjoituksiin mukaan tässä vaiheessa. Yksittäisten pisteiden kytkentä kuten lieden, kiukaan, lämmittimien, pihavalojen, autolämmitystolppien, lämmityskaapelin ja termostaatin kytkentä kuuluu myös harjoitusten piiriin. Jokaisessa harjoituksessa käsitellään ja kerrataan tarvittavat turvallisuusasiat. Työpukkien, tikkaiden, telineiden ja nostimien käyttö opastetaan.

Hyviä sähköasennusteknisten töiden työsaliharjoituksia ovat seuraavat:

- Muovivaippakaapelin kytkentä ja kuoriminen kertauksena sekä kytkentä erilaisiin sähkölaitteisiin kertauksena. Uutena asiana voi ottaa erilaiset kaapeliliitokset, kuten maakaapeliliitokset. Opiskelijoilla pitää olla tässä vaiheessa suoritettuna tylityökortti.

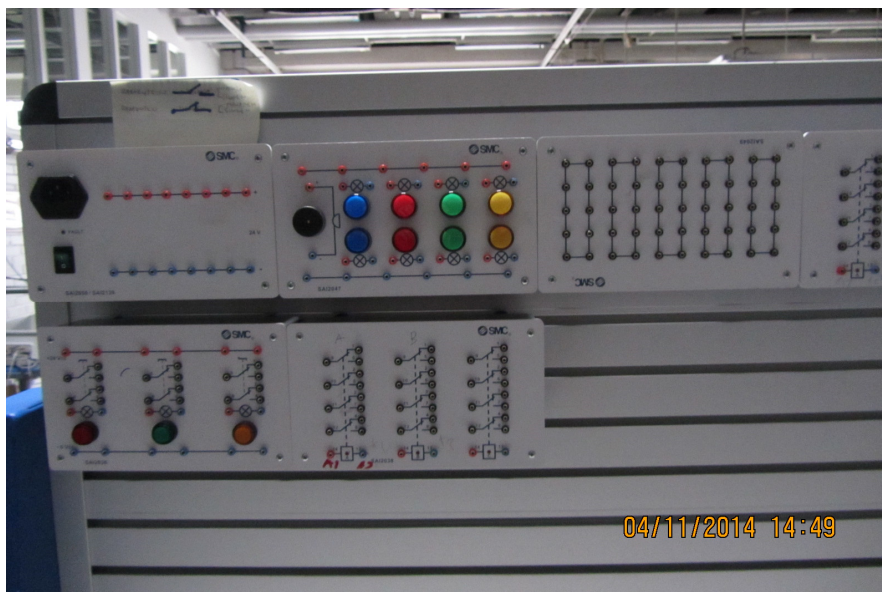
- Kaapelien käsittelyn yhteydessä harjoitukset, joissa käydään myös läpi kaapelien rakenteet, sallitut vetolujuudet, täivutussäteet sekä asennuslämpötilat. Pääsääntöisesti keskitytään muovivaippakaapeleihin.
- Valaistus- ja pistorasiakytkennät sekä valaisimet sisä- ja ulkotiloihin asennettuna pinta-asennuksena, rakenteisiin ja putkettomasti. Tässä yhteydessä suunnitelman teko ja moniviivaisen esitystavan piirtämisen kertaus on tarpeellinen. Kuvassa 17 (ks. seur. s.) näkyy asennuspiirustus ja moniviivaesityksen alla. Oppilas piirtää moniviivaesityksen asennuskuvasta. Opiskelija suunnittelee johdotuksen moniviivaesityksen avulla ja kiinnittää asennusputket, kojerasiat ja jakorasiat. Opiskelija johdottaa kytkennän ja kytkee rasiat ja kalusteet. Kuvassa 18 (ks. seur. s.) on kuvattu valaistuskentöjä rakenteissa.
- Käyttöönottomittaukset , joissa mittaukset voidaan ensin tehdä valmiisiin asennuksiin ja samalla annetaan opastus mittarin käyttöön. Myöhemmin opiskelija suorittaa mittaukset aina omiin asennuksiinsa.
- valaistusharjoitukset, joissa on mukana PIR-tunnistin, porraskäyttöautomaatti, kello ja hämäräkytkin laajentavat asennusharjoitukset myös ohjauskentöihin.
- Keskusten kytkemisharjoitukset, joissa käydään läpi myös maadoitus- ja potentiaalintasausjohdotukset, merkinnät ja mittaukset. Keskuksiin tehtäviä ohjauskentöjä ennen voidaan harjoitella kuvassa 19 (s. 42) olevalla kytkentäpöydällä.



Kuva 17. Oppilaan piirtämä asennuskuva yllä ja moniviivaesitys alla



Kuva 18. Keskenäinen valaisinkytkentä rakenteessa



Kuva 19. Erilisten kytkintoimintojen opettamiseen käytettävä harjoituspiste

Teollisuuden kokoonpanotöiden käytännön harjoitukset suoritetaan yleensä toisena opintovuonna. Harjoituksiin kuuluu kaapelien materiaalitekniikkaa, kaapeleiden ominaisuuksia, asennusteknisiä yksityiskohtia, kuten kaapelien ja kelojen käsittely, asennuslämpötila, taivutussäde, vetovoima, kaapeleiden kiinnittäminen ja kuorinta, läpiviennit ja merkinnät. Harjoituksiin otetaan mukaan paksummat kaapelit ja niiden käsittely. Myös voima-, erilaiset järjestelmä kaapelit, instrumenttikaapelit ja ohjauskaapelit tulevat tässä opinnoissa mukaan.

Kaapelireittien rakentaminen esim. kaapelitikkailta, valaisinripustuskiskoilla ja asennusputkijärjestelmillä kuuluvat teollisuuden kokoonpanotöiden aihepiiriin harjoituksiin. Tässä yhteydessä luonnollisesti käydään myös läpi kiinnittäminen ja kiinnitystarvikkeet. Harjoitukset jatkuvat seuraavaksi maadoitusjärjestelmiin, loistehoon ja sen kompensointiin, sähkömagneettisen yhteensopivuuden, teollisuudessa käytettävien sähkölaitteiden asennukseen ja sähkölaitteiden suojaus- ja kotelointiluokkien tutkimiseen.

Suojalaitteet, oikosulku- ja ylikuormitussuojaus ja kaapelien kuormitettavuus kuuluvat harjoitusten piiriin. Niissä käydään läpi mm. sulaketyypit, niiden virranrajoitusominaisuudet, ominaiskäyrästä, käyttöluokat ja sulakkeiden muut merkinnät.



Sähkömoottoriasennusten yhteydessä käydään läpi myös sähkökeskusten mekaaniset rakenteet, yleisimmät moottorilähtöjen komponentit, logiikat, taajuusmuuttajat ja pehmokäynnistimet, oikosulkumoottorin ominaisuudet ja oikosulkumoottorin sähköiset peruskytkenät.

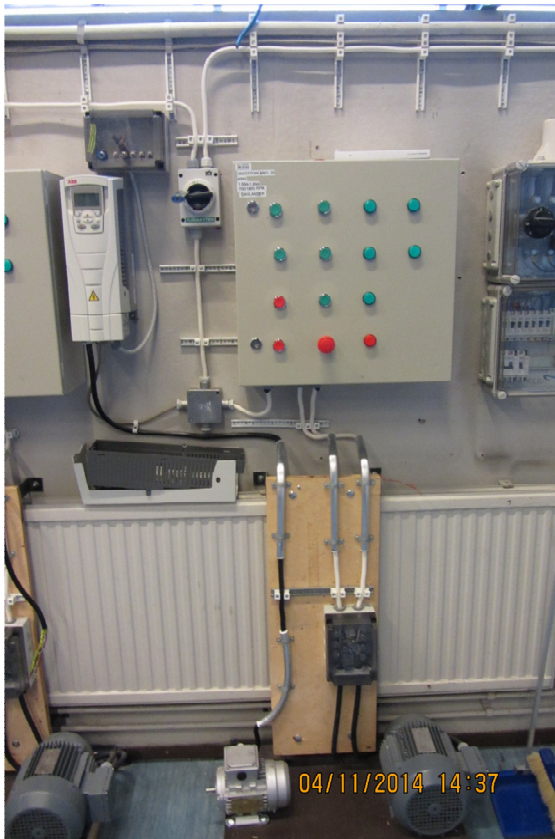
Hydrauliikka- ja pneumatiikka-asennuksissa käydään läpi paineilmajärjestelmä ja paineilman tuottaminen. Harjoituksissa opetellaan kytkemään yksittäisiä pneumatiikka- ja paineilmalaitteita sähköisesti. Opiskelija oppii myös lukemaan kyseisten järjestelmien piirustuksia ja kaavioita.

Hyviä käytännön harjoituksia teollisuudenkoonpanotöistä voidaan toteuttaa..

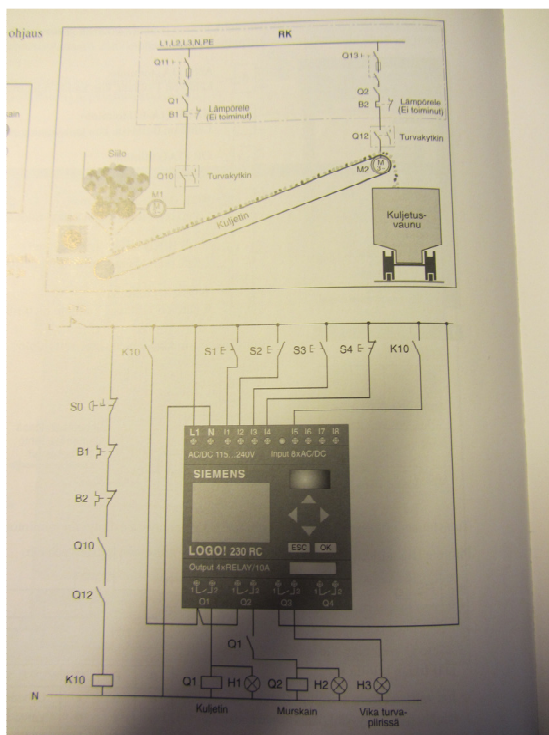
- Harjoittelemalla kytkemään erilaisia kaapelityyppejä keskukseen. Samalla opiskelija voi rakentaa kaapelireittejä. Harjoituksissa voi mukana olla erilaisia tunnistamis- ja rakentamistehtäviä, joissa haetaan osia sähkönumeron avulla esim. johtokanava-, kaapelihylly- ja valaisinkiskoasennuksiin.
- Moottoriohjauksien kytkentäharjoituksilla, joissa asennetaan moottoriohjauksia kontaktorikytkennöillä kuten pitopiiri-, suunnanvaihto- ja tähtikolmiokytkentöjä. Myöhemmin kytkentäharjoituksiin otetaan mukaan esim. pehmokäynnitysohjaus ja moottoriohjaus taajuusmuuttajalla. Kuvassa 20 (ks. seur. s.) näkyy moottoriohjauksien kytkentöjen opetuspaikka.
- Taajuusmuuttajan toimintaa tutkimalla, kuten kytkemällä taajuusmuuttaja ja tekemällä muuttajaan tarvittavat asemoinnit.
- Suorittamalla erilaisten logiikkojen ohjelmointiin liittyvät harjoituksia.
- Suunnittelemaan ja kytkemällä pieniä kappaletavaraautomaatioprosesseja. Tällaisia harjoituksia pystyy tekemään esim. liukuhinakuljettimen avulla. Valmiiseen liukuhihna kuljettimeen voi kytkeä monenlaisia ohjaustoimintoja logiikan avulla. Kytkentään voi lisätä erilaisia raja- ja lähestymiskytkimiä myös pyörimisnopeutta ja suuntaa voidaan muuttaa lisäämällä kytkentään

taajuusmuuttaja. Kuvassa 21 (s. 45) on kuva työkirjasta liukuhihna kuljettimen sovellutuksesta.

- Moottorien kytkentäharjoituksia suorittamalla, joissa on käytössä yleisimmät moottorilähtöjen komponentit. Komponentiasta voidaan ottaa kytkentöihin mukaan ainakin katkaisija, moottorisuojakytkin, ylikuormitusrele, kuormankytkin, kytkinvaroke, vikavirtasuojakytkin, erilaiset ohjausjännitemuuntajaa, apureleet, kontaktorit, aikareleet, puolijohdereleet, ylikuormitusreleet, moottorin kuormitusrele ja kolmivaiheinen vaiheseurantarele.
- Asennusharjoituksilla, joissa tehdään koko moottoriasennus. Moottori kytketään, keskus asennetaan ja rakennetaan sinne ohjaus ja tarvittavat komponentit. Tässä yhteydessä asennus voidaan myös toteuttaa EMC-vaatimusten mukaan. Kuvassa 22 (s. 46) näkyy valmis moottorikäytön asennusharjoitus toteutettuna logiikkaohjauksella ja taajuusmuuttajalla. Moottori ei näy kuvassa.
- Pneumatiikka- ja hydraulikka-asennuksien harjoituksia voi pitää laitteiden peruskomponenttien tutkimisesta. Harjoituksia voi pitää myös järjestelmien asennus-, huolto-, käyntiajo- ja korjaustehtävistä. Kuvassa 23 (s. 46) on harjoituspiste, jolla voidaan tehdä kyseisiä harjoituksia.



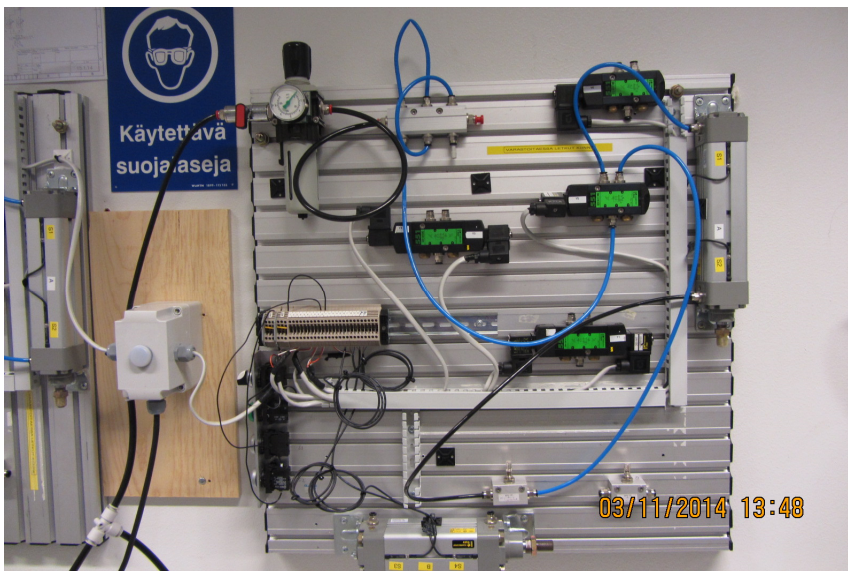
Kuva 20. Moottorihjauksien opetuspiste



Kuva 21. Kytchentäesimerkki liukuhihnakuljetin käytöstä



Kuva 22. moottorikäytön asennusharjoitus



Kuva 23. Pneumatiikan ja sen ohjauksen opetuspiste

Sähkösuunnitelmissa pätevät 803-standardin määräykset (liite 1). Työsalissa, jossa kyseisiä harjoituksia voidaan suorittaa, pitäisi olla syötöt ainoastaan kaapelihyllyjen kautta. Lisäksi työsalin tarvittaisiin keskukset, joiden alapuolella olisi tila moottorille.

Keskusten vierellä olisi seinällä tilat taajuusmuuttajille ja mahdollisille ohjelmoitaville logiikoille. Muutama paikka esim liukuhihnakuljettimille pitäisi myös löytyä.

## 11 Sähkö- ja energiatekniikan harjoitukset

Sähkö- ja energiatekniikan harjoitukset ovat pääsääntöisesti kolmannen opintovuoden aikana tehtäviä harjoituksia. Harjoitukset koostuvat osittain samoista aihealueista, kuin edellisten vuosien harjoitukset eli valaistustekniikasta, laiteasennuksista, ryhmäkeskuksista ja yleisiä kiinteistön asennustöistä, mutta harjoitukset ovat isompia kokonaisuuksia ja niissä testataan opiskelijan kykyä itsenäiseen työskentelyyn. Harjoitukset voidaan antaa sanallisesti tai kuvalla varustettuna. Opiskelijan täytyy suunnitella ja piirtää työnsä. Työstä hänen täytyy tehdä työsuunnitelma. Hänen pitää löytää sopivat komponentit, tehdä kytkentä ja lopuksi suorittaa käyttöönottotarkastus ja laatia mittauspöytäkirja.

Uusiakin asioita tulee mukaan esimerkiksi sähkölämmitysasennukset, erilaiset laiteasennukset, jakokeskusten mittarointi, vianetsintä ja kunnossapito ja pienjänniteverkostoasennustyöt. Myös rakennusautomaatiojärjestelmien ohjauksia tulee mukaan harjoituksissa, vaikka niitä opetetaan erillisenä aineena myös kiinteistöautomaation osuudessa. Antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmien asennukset myös nivoutuvat mukaan kokonaisuuksiin niitäkin opetetaan kiinteistöjen tietoteknistenjärjestelmien yhteydessä. Hyviä harjoituksen aiheita ovat:

- Esimerkiksi isommissa rakenteellisissa kokonaisuuksissa tehdyt harjoitukset, kuten opetustiloihin rakennetuissa talorungoissa. Kuvassa 24 (s. 49) näkyy kuva tällaisesta opetuspisteestä. Näissä rakenteissa voidaan testata opittua ja valmistaa opiskelija itsenäiseen työhön.
- Erilaiset sähkölämmityskytkentäharjoitukset. Harjoitukseen kuuluvat tehontarpeen laskenta ja lämmitysmuodon valinta ja kytkentä. Näissä harjoituksissa opiskelija harjoittelee myös sähkölämmitystariffien mukaisia lämmityskytkentöjä. Myös erilaiset sähköiset lämmitysmuodot tulevat kuvaan mukaan, kuten patteri-, lattia-, katto-, saatto- ja sähkökattilalämmitys. Myös vesivaraajan kytkentä kuuluu harjoituksiin.

- Rakenteisiin asennettavat antenni- ja yleiskaapelointiasennukset ja niiden keskkukset, joissa sovelletaan ja kerrataan kiinteistöjen tietoteknisten järjestelmien asennuksia.
- Vianetsintä, joka kuuluu myös kolmannen opintovuoden harjoituksiin. Vika tilanteet pyritään saamaan mutkikkaammiksi. Harjoituksissa käydään läpi esim. sitä kuinka sähkölaite tai järjestelmä kytketään irti turvallisesti verkosta. Myös mittalaitteiden turvallinen käyttö kerrataan.
- Jakokeskusten asennus ja mittarointi. Ne yhdistetään esim. lämmityskytkentäharjoituksiin. Myös epäsuoran mittauksen kytkentä pitää hallita. Kuvassa 25 (s. 49) näkyy opiskelijan tekemä valmis mittarointi.
- Käyttöönottomittausharjoitukset, jotka kuuluvat mukaan lähes jokaiseen asennusharjoitukseen.
- Pienjänniteverkostoasennustyöt, niissä harjoitellaan AMKA-johdon käsittelyä ja kytkentää. Maakaapelityypit kerrataan ja tehdään kaapelijatkoksia. Oppilas pääsee myös kiikkumaan pylvääseen ja harjoittelee siellä esim. AMKA-johdon ja haaruksen kiinnittämistä.
- Laiteasennukset, joissa opiskelija määrittelee sähkölaitteen arvokilvestä tai asennusohjeesta olennaiset tiedot ja asentaa laitteen. ja asentaa tarvittaessa vaadittavat turvalaitteet kuten esim. turvakytkimen, hätäpysäyttimen jne.
- Valaistustekniikan syventävät harjoitukset, joissa opiskelija myös mitoittaa ja valitsee sopivat valaisimet erilaisiin kohteisiin ja käyttötilanteisiin. Harjoituksissa asennetaan suurempia kokonaisuuksia eri valaistusjärjestelmistä ja valaistusohjauksista.
- Opinnäytetyö kuuluu myös tämän opintokokonaisuuden harjoituksiin.



Kuva 24. Talorunko, jolla opiskelijat voivat harjoitella kokonaisen talon sähköistystä



Kuva 25. Valmis mittarointityö

Työsalin suunnitelmissa yleiset määräykset ja standardit ovat voimassa (liite 1). Hyllyasennukset takaavat tilojen monikäyttöisyyden ja muunneltavuuden.

## **12 Valinnaisten tutkinnonosien harjoitukset, sähköasentajatutkinto**

Valinnaisten aineiden aihepiiristä käsittelen vain kiinteistöjen sähkötekniisten tietojärjestelmien asennukset, kiinteistöautomaatiojärjestelmät, sähköverkostoasennukset ja LVI-järjestelmä osaaminen. Niiden kytkentöjen opettaminen on mahdollista toteuttaa myös hyvin suunnitellussa sähkötyösalissa. Kiinteistön sähkötekniisten tietojärjestelmien asennuksiin kuuluu yleiskaapelointi-, paloilmoitinjärjestelmä- ja murtoilmaisujärjestelmä asennuksia. Näitä asennuksia voidaan asentaa erikseen tai yhdistää niitä suurempiin kokonaisuuksiin esim. pientaloasennuksiin.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä asennukset ja automaation ohjelmointi harjoitukset pitävät sisällään erilaisten säätöprosessien tutkimista, piirrosmerkkien ja kaavioiden tulkitsemista, valvonta-alakeskuksien ja kiinteistökeskuksien kytkentää ja kaapelointia, kenttälaiteasennuksia ja kytkettyjen laitteiden ohjelmointia.

LVI-järjestelmä osaamiseen liittyvät harjoitukset liittyvät erilaisten järjestelmään liittyvien osien sähköisistä kytkennöistä ja säätökaavioiden tulkitsemisesta. Keskeisiä asioita ovat esim. kaukolämpöverkon sähköisten osien kytkeminen, ilmastointilaitteen kytkeminen, jäähdytyskoneen kytkeminen, jakotukin kytkeminen, termostaattien kytkemisen ja kiertovesipumpun kytkeminen.

Sähköverkkoasennuksien harjoitukset rakentuvat esim. pylväsrakenteeseen kiinnitettävistä asennuksista, ilmajohtoasennuksista, maakaapeliasennuksista, työmaadoituksen tekemisestä ja 20 kV päätteen tekemisestä. Näitä harjoituksia voidaan tehdä rajoitetusti työsalissa.

Hyviä sähkötekniisten tietojärjestelmien harjoituksia saadaan esimerkiksi

- Paloilmoitinjärjestelmien asennustehtävistä, joissa tutustutaan paloilmaisimiin toimintaperiaatteiden kautta. Myöhemmin asennuksiin lisätään kaapeloimalla ja



kytkemällä muita järjestelmään kuuluvia komponentteja kuten, painikkeet, lämpöilmaisinkaapelit, hälyttimet ja ilmoitinkeskukset. Ilmaisimien sijoitus ja erilaiset järjestelmärakenteet tulevat myös tutuksi näissä harjoituksissa. Paloilmaisoin piirrosmerkit ja järjestelmäkaaviot käydään luonnollisesti läpi näissä harjoituksissa.

- Murtoilmaisujärjestelmä asennuksista, joissa käytetään valmiita harjoitusyksiköitä. Yksiköt sisältävät asennuspaketin, johon kuuluu erilaisia ilmaisimia, ohjelmointiyksikkö ja sireeni. Harjoituksissa opetellaan myös yksinkertaisen yksiön asemointi.
- Yleiskaapelointijärjestelmän kytkennöistä, kuten parikaapelien kytkemisestä ja käsittelystä, joissa mukana on myös valokuituhitsaus. Myös järjestelmän mittaukset kuuluvat harjoituksiin. Samalla opetellaan piirrosmerkit, värijärjestelmät, kaapelityypit ja järjestelmäkaaviot. Kuvassa 26 (s. 53) on yleiskaapelointiharjoituksiin käytettävää välineistöä. Kaapelireittinä käytetään tässä tapauksessa johtokanavaa.
- Antennijärjestelmä asennuksista, käsitellään tähti 800-verkon taajuudet, kaapelointi, kanavaniput ja komponentit. Myös piirrosmerkit ja järjestelmäkaaviot käydään läpi. Antennijärjestelmän eri komponenttien kytkemistä harjoitellaan ensiksi ennen varsinaisia järjestelmäasennuksia. Opiskelija suunnittelee yksinkertaisen pientalon antenniverkon ja valitsee laskemalla sopivan vahvistimen verkkoon. Antennit kuuluvat mukaan harjoituksiin. Lisäksi asennetaan komponentit ja kaapeloinnin. Lopuksi asennuksiin tehdään tarkastukset. Kuvassa 27 (s. 53) näkyy antennijärjestelmä asennuksia.

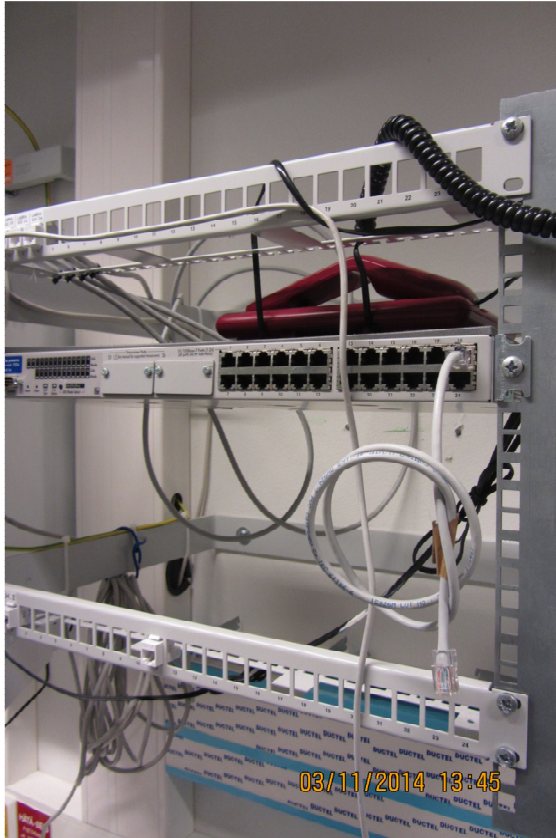
Kiinteistöautomaatioharjoituksia voi toteuttaa

- kiinteistöautomaatiojärjestelmän johdotusasennuksilla, joissa opiskelija kaapeloii ja kytkee automaatiojärjestelmän ja kiinteistökeskuksen väliset johdotukset.
- taajuusmuuttaja asennuksilla, joissa opiskelija kytkee ja kaapeloii moottori/ taajuusmuuttajakytken EMC- asennusmääräysten mukaisesti.
- kenttälaiteiden kytkentä ja kaapelointiharjoituksilla, joissa opiskelija harjoittelee myös asennusohjeiden ja piirustusten käyttöä.

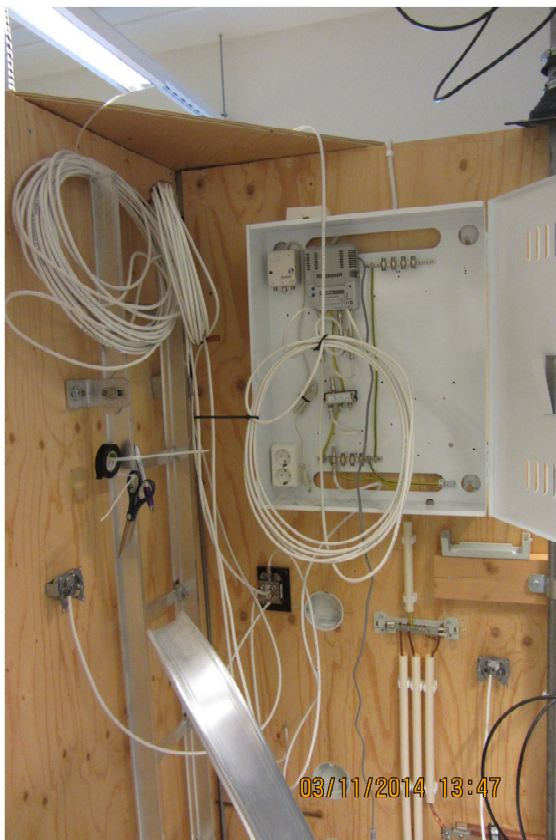
- P- ja PI- säädön tutkimisharjoituksilla, joissa opiskelija yrittää hahmottaa toimintaselostuksen avulla kyseessä olevanlaitteiston toiminnan.
- suorittamalla valvonta-alakeskuksen ja sen tuloihin ja lähtöihin liittyvien anturien, lähettimien ja toimilaitteiden kaapelointia ja kytkentää, harjoituksissa on mukana pieniä automaatiojärjestelmän ohjelmointi -ja asemointitehtäviä. Kuvassa 28 (s. 53) valvonta-alakeskus ja harjoitusyksikkö, joka kuvaa kiinteistön ilmanvaihtokoneen, lämmitysverkoston ja huonekohtaisia laitteita. Yksiköllä voidaan harjoitella Schneiderin kiinteistöautomaatiikan käyttöä.
- ohjelmoitavien releiden ohjelmoinnilla ja kytkemisellä, joista

LVI- järjestelmä osaamisen työsaliharjoitus aiheita voivat olla

- Rakennusten lämmitykseen liittyvien järjestelmien ja niiden keskeisten osien kaapelointi ja kytkentä, joissa kytketään esimerkiksi maalämpöpumppu ja ilmalämpöpumppu ja niiden keskeiset osat sähköisesti.
- Ilmastointikoneen asentaminen ja kytkentä, jossa opiskelija kaapeloi ja asentaa laitteen ja siihen kuuluvat komponentit. Kuvassa 29 (s. 54) on ilmastointikone, joka on varustettu lämmöntalteenotolla.
- Pientalon lämmitysjärjestelmän ja siihen liittyvien osien kaapelointi ja kytkentäharjoitukset joissa, opiskelija asentaa esim. kolmitieventtiilin moottorikytkennän, ulkotermostaatin, menovesianturin, jakotukin magneettiventtiilit, huonekohtaiset termostaatit ja ohjauskeskuksen. tällainen harjoitus voisi olla harjoitus, jossa opiskelija johdottaa ja kytkee vesipumpun, moottorisuojakytkimen ja painekytkimen. Kuvassa 30 (s. 55) on vesiprosessissa sijaitseva kiertovesipumppu.



Kuva 26. Kerrostalojakamon teline ja alla oleva johtokanava



Kuva 27. Oppilaan keskeneräinen antenniverkon kytkentäharjoitus



Kuva 28. Kiinteistön automaatiojärjestelmän havainnollistamiseen ja toiminnan tutkimiseen käytettävä opetuspiste



Kuva 29. Opetuspiste, jossa voi harjoitella ilmastointikoneen kytkentää



Kuva 30. Kiertovesipumppu

### 13 Vapaasti valittavien aineiden harjoitukset

Vapaasti valittavat aineet liittyvät yleensä syventäviin opintoihin ammattiaineista tai laajentavista ammatillisista tutkinnon osista. Vapaasti valittavien aineiden työsaliharjoituksia voidaan tehdä mm. KNX-järjestelmän käyttösovelluksista, kappaletavara-automaatiosta, elektroniikan lisäkursseista jne.

### 14 Suunnittelukriteerejä

Harjoitustiloja vaaditaan siis sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaamisen harjoituksille, sähkö- ja automaatioharjoituksille, sähkö- ja energiatekniikan harjoituksille ja valintaisten aineiden harjoituksille, kuten kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmien asennuksille. Tällaisten harjoitusten järjestämien samassa tilassa vaatii kuitenkin riittävästi tilaa. Sähköopin ja elektroniikan harjoitusten sekä kädentaitoihin liittyvien harjoitusten teko vaativat kumpikin myös oman tilan. Tällaisen kokonaisuuden toteuttaminen vaatii siis vähintään kolme erillistä tilaa luokkaa kohti, jotka on rakennettu niin, että yhtäaikaisten tai perättäinen opetus on mahdollista.

Harjoitustilat voisi yhdistää niin, että perusasennusharjoitukset, joita tekee ensimmäinen

luokka, on tiloissa joissa voidaan tehdä myös kädentaitoihin ja sähköoppiin sekä elektroniikkaan tehtäviä harjoituksia. Tämä olisi yksi Sali kokonaisuus, joka jaettu niin ettei mahdollisesti toisen ryhmän samanaikainen opetus häiriintyisi liikaa. Toisena vuonna tehtävät sähkö- ja automaatioharjoitusten, kuten sähköasennusteknisten töiden ja teollisuuden kokoonpanotöiden sekä kiinteistöjen automaatio- ja tietojärjestelmien harjoitustöiden asennukset jakaisivat toisen salikokonaisuuden kolmeen osaan. Kolmannen vuoden sähkö- ja energiatekniikan harjoitusten tekeminen vaatisi oman tilan. Samoihin tiloihin voisi tarvittaessa lisätä vapaasti valittavien aineiden harjoitustiloja, kuten kappaletavara-automaatio-, pneumatiikka- ja logiikka-asennuksille.

Tällaisella suunnittelulla sama opettaja voisi opettaa luokkaa koko päivän vaikka opinto vaihtuisikin, siirryttäisiin vain seuraavaan opetuspisteeseen. Vastaavia tiloja voidaan käyttää myös niin, että samassa tilassa voi opettaa samanaikaisesti useampi opettaja. Ryhmä kiertäisi salia opettajalta toiselle. Esimerkiksi jos tila on jaettu kolmeen osaan, ja jokaisessa osassa opettaa eri opettaja ainoastaan ryhmä siirtyy seuraaviin tiloihin ja opettaja ottaa vastaan uuden ryhmän.

Tällainen tilojenkäyttö mahdollistaa myös erilaisten opintopolkujen suorittamisen opiskelijoille. Myös kurssien kertaus ja uudelleen suorittaminen tulee helpommaksi. Alkavan opettajan on myös helppo päästä kiinni opetukseen, koska hän voi opettaa aineita osaa misensa mukaan.

Suunnittelijan on lähdettävä liikkeelle siitä, että hän ottaa selville tilojen käyttötarpeen. Tässä astuvatkin mukaan harjoitusesimerkit, jotka selventävät tilojen käyttötarpeita. Salien sähkösyötöt on tehtävä niin, että myöhempi tilojen päivitys on mahdollisimman joutavaa. Määräysten osalta voimassa on sähkölaitekorjaamoja ja laboratorioita koskeva standardi 803 (liite 1), joka määrittelee kyseisissä tiloissa tarvittavat asennusmääräykset.

## **15 Yhteenveto**

Insinööriyössä lähdettiin ratkaisemaan sähkötyösalissa tapahtuvan työskentelyyn ja opetuksen tehostamiseen liittyviä ongelmia. Tällaista kokonaisuutta ei ole ollut aikaisemmin käytössä, jossa otetaan kantaa opetussuunnitelmaan, harjoitustöihin ja suunniteluun.

Opetustilojen suunnittelu on pitkälti vanhoihin tapoihin juuttunutta ja tilojen monikäyttöisyys on huonosti toteutettua. Vantaan ammattiopistossa on runsaasti tilaa, mutta tilankäyttö on tehotonta. Oppilasmääriä ja ryhmiä otetaan kasvavassa määrin sisään, vaikka kukaan ei ole pohtinut tarpeeksi mihin nämä ryhmät mahtuvat.

Työssä haluttiin herättää ajatuksia siitä mitä, kaikkea on otettava huomioon opiskelijoiden hyvän ammattitaidon saavuttamiseksi. Tilojen kunnollinen suunnittelu pitää olla etusijalla, kun ammattioppilaitosta aletaan rakentamaan. Tavoitteet saavutettiin ja insinöörityön sivutuotteena voidaan laatia opas aloittavalle opettajalle tai oppilaitosesitys.

**Lähteet**

- 1 Opetushallitus. 2014. Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto
- 2 Opetussuunnitelma. 2010. Sähkö- ja automaatiotekniikan perusosaaminen
- 3 Opetussuunnitelma. 2010 Sähkö- ja automaatio asennukset
- 4 Opetussuunnitelma. 2010 Sähkö- ja energiatekniikka
- 5 Kaarlo Railo Oy ESS-3. 2010. Sähkömoottorit ja generaattorit
- 6 Sähkötekniikka. 2009. Jukka Ahoranta
- 7 Teklab tuotekatalogi. 2012



## **SFS 6000-8-803**

### **803 SÄHKÖLAITEKORJAAMOT JA LABORATORIOT**

#### **803.11 Soveltamisala**

Tämä osa koskee sähkölaitekorjaamoja ja sähkölaboratorioita, joissa esiintyy kosketeltavana SFS-IEC 609449 mukaisia luokan II jännitteitä ( $50 \text{ V AC} < U \leq 1000 \text{ V AC}$  tai  $120 \text{ V DC} < U \leq 1500 \text{ V DC}$ ) tai pienjännitteiden testauksen yhteydessä esiintyviä luokan II jännitteet ylittäviä enintään 10 kV jännitteitä, joissa kosketeltaessa aiheutuva virta on enintään 10 mA. Tällaisia tiloja ovat kotitalous- ja vastaavan käyttöön tarkoitettujen laitteiden kuten pesukoneiden, mikrotietokoneiden, televisioiden ja öljynpolttimien yms. korjaamot ja teollisuuden sähkölaitteiden korjaustilat. Annettaessa oppilaitosten luokka- tai työsalitiloissa valmentavaa tai perehdyttävää käytännön koulutusta töihin, joissa esiintyy sähköiskun vaara (laboratoriotyöskentely, asennus- ja mittausharjoitukset, yms.) tulee näiden tilojen sähköasennuksissa noudattaa tämän standardin vaatimuksia, mikäli kosketeltavana esiintyy luokan II jännitteitä. Tällaisten tilojen yhteydessä oleviin muihin tiloihin, kuten mekaanisen korjauksen tiloihin ja toimistotiloihin noudatetaan yleisiä vaatimuksia.

Sähköisten testauslaitteistojen asennuksessa ja käytössä sovelletaan jänniterajoista riippumatta standardia SFS-EN 50191.

#### **803.4 Suojausmenetelmät**

##### **803.410.3.5 Perussuojauksen menetelmät**

Sähkölaitekorjaamojen ja laboratorioden luonteen vuoksi niissä ei korjattavassa tai testattavassa laitteessa voida aina käyttää perussuojauksista eristyksen ja koteloinnin avulla. Korjattavien laitteiden kokeilut yms. pitää suorittaa mahdollisuuksien mukaan kosketussuojattuna (varustettuna perussuojauksella). Jos jotain toimenpidettä ei voida suorittaa täysin kosketussuojattuna, pitää käyttää mahdollisuuksien mukaan tilapäisiä suojuksia tai esteitä. Korjauskäytössä käytettävissä työkaluissa ja mittalaitteissa pitää kuitenkin käyttää eristystä tai kotelointia laitteiden normaalien rakennestandardien mukaisesti.

Tilapäisiin kytkentöihin käytettävänä kytkentäjohtoina ja mittajohtoina suositellaan käytettäväksi rakenteita, jotka on suojattu vahingossa tapahtuvalta koskettamiselta. Oppilaitostiloissa tällaisia rakenteita on käytettävä ja paljaiden napanruuvien käyttö on kielletty. Laboratorioissa käytettäviä mittapäitä ja virtapiirejä koskevat standardit EN 61010-2-031 ja EN 61010-2-032.

Sähkölaitekorjaamot ja sähkölaboratoriot on järjestettävä siten, että sinne pääsevät vain ammattitaitoiset opastetut henkilöt. Maallikot saavat päästä näihin tiloihin vain ammattitaitoisten tai opastettujen henkilöiden valvotuna. Sähkölaitekorjaamoiden ja sähkölaboratorioden ovet tai vastaavat kulkutiet on varustettava kilvillä, jotka kieltävät asiattomien pääsyn näihin tiloihin.

Jos testausten yhteydessä esiintyy jännitealueen II ylittäviä jännitteitä, on koepaikka erotettava muusta tilasta joko pysyvästi tai tilapäisesti. Erottamien tehdään standardin SFS-EN 50191 mukaisesti.

Jos kosketussuojauksen käyttöön liittyy haittoja, esim. tehtaiden valmistuslinjojen kapapaletestauspaikoilla, voidaan käyttää muita turvallisuutta varmistavia toimenpiteitä kuten kahdella kädellä käytettäviä testauslaitteita.

### 803.411 Vikasuojaus

Vikasuojauksella voidaan suojautua vaaratilanteilta, jotka aiheutuvat jännitteisten osien tai vikatapauksessa jänniteisiksi tulleiden jännitteelle alttiiden osien ja maan potentiaalissa olevien osien samanaikaisesta koskettamisesta. Vikasuojauksella ei voida suojautua jännitteisen osan ja nollajohtimen tai kahden eri vaiheissa olevan jännitteisen osan koskettamiselta.

Vikasuojauksen täydentämiseksi sähkölaittekorjaamojen korjauspaikkojen ja sähkölaboratorioiden testauspaikkojen lattioiden ja työpöytien kosketeltavien pintojen resistanssin pitää olla vähintään 50 k $\Omega$  enintään 500 V nimellisjännitteellä ja 100 k $\Omega$  kun nimellisjännite on yli 500 V ja enintään 1000 V vaihtojännitettä tai 1500 V tasajännitettä. Suuremmilla jännitteillä eristystason arvo määritellään erikseen. Työpöytien rungot voivat olla metallia, jos ne eivät ole johtavassa yhteydessä maahan. Raskaiden koneiden ja laitteiden kiinnitysalustojen eristämistä tai eristävää lattiaa ei vaadita korjaus-, koekäyttö- ja testauspaikoilla, mikäli se on vaikeasti toteutettavissa tai aiheuttaa kohtuutonta haittaa. Eristävyys testataan tarvittaessa osan 6 liitteen 6A mukaisesti.

HUOM. 1. Riittävän eristävän lattian ja työpöytäpintojen käyttö ei ole varsinainen vikajännitesuojausmenetelmä, vaan se lisää turvallisuutta käytettäessä muita suojausmenetelmiä.

Vikasuojauksena sähkölaittekorjaamoissa ja sähkölaitelaboratorioissa voidaan käyttää seuraavia menetelmiä:

- suojaerotus (SFS- EN)

HUOM. 2. Suojaerotuksella tarkoitetaan suojausmenetelmää, jossa piirien välinen eristys vastaa kaksoiseristystä tai vahvistettua eristystä. Suojaeristys toteutetaan yleensä käyttämällä standardin EN 61558-2-6 täyttävää suojaerotusmuuntajaa.

- syötön automaattinen poiskytkentä käyttäen mitoitusvirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa.

Vikavirtasuojauksen voi toteuttaa hälyttävänä eristystilan valvontana tilan erikoiskäyttöä varten, jos vikavirtasuojan toiminta voi estää varsinaisen korjauksen tai testauksen esim. käyttöönottotarkastusten harjoittelun suorittamisen. Erikoisnäyttötila tulee rajata mahdollisimman pienelle alueelle. Erikoisnäyttötilaan siirtyminen tulee tehdä avaimella toteutettavaksi ja tiloissa tulee erikoisnäyttötilassa olla jatkuva valvonta.

Kaikki sähkölaitekorjaamossa tai sähkölaboratorioissa sijaitsevat enintään 32 mA pistorasiat pitää suojata enintään 30 mA mitoitusvirtaisella vikavirtasuojalla, ellei niitä ole liitetty SELV- tai PELV-järjestelmään tai suojaerotukseen.

Olemassa olevissa asennuksissa on käytössä suojaerotusmuuntajalla syötettyä ja eristystilan valvonnalla varustettua IT-järjestelmää. Tällaisen järjestelmän käyttöä saa jatkaa ja siihen saa tehdä muutoksia ja laajennuksia noudattamalla alkuperäisen asennusajan kohdan vaatimuksia.

Jos häiriöiden tai staattisella sähkön purkauksilta (ESD) suojaamisen takia halutaan poistaa sähköpiireille aiheutuvia haittoja, voidaan noudattaa EN 61340 standardisarjaa.

### **Suojaerotuksen käyttö**

Suojaerotus on ensisijaisesti korvattavana olevan, puutteellisesti kosketussuojatun laitteen syöttämiseen käytettävä menetelmä.

Suojaerotus on ainoa tapa, jolla voidaan liittää suojausluokan 0 laite.

Suojaerotukseen käytettävän muuntajan on oltava standardin SFS-EN 61558-2-6 mukainen tai vastaava. Muuntaja pitää varustaa oikosulkusuojauksella ja poiskytkevällä tai hälyttävällä ylikuormitussuojalla.

Jos häiriöiden taika on tarpeen erottaa mittalaite syöttävästä verkosta, käytetään tälle mittalaitteelle erillistä suojaerotusmuuntajaa.

### **Syötön automaattinen poiskytkentä käyttäen mitoitusvirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa**

Syötön automaattista poiskytkentää mitoitusvirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojan avulla voidaan käyttää kaikkiin sähkölaitekorjaamon tai sähkölaboratorion laitteiden syöttöihin. Vikavirtasuojaa voidaan käyttää puutteellisesti kosketussuojatun laitteen syöttöön silloin, kun suojaerotuksen käyttö ei ole kohtuullisen helposti toteutettavissa, esim. liitetävän laitteen teho on yli 2 kVA.

Korjattaessa sähkölaitteita niiden käyttöpaikalla voidaan suojaukseen käyttää siirrettävää suojaerotusmuuntajaa tai mitoitusvirraltaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa. Käyttöpaikalla olevien laitteiden vianetsinnässä ja testauksessa voidaan soveltaa sähkötyöturvallisuutta koskevia määräyksiä ja standardeja. Tehtaässä laitteiden korjaustöitä niiden käyttöpaikalla suositellaan eristävän alustan ja tilapäisten suojuksien käyttöä.

### **803.514 Tunnistaminen**

Sähkölaitekorjaamoiden ja sähkölaboratorioiden asennuksista on oltava ajan tasalla olevat merkinnät ja dokumentit. Työskentelypaikalla olevat pistorasiat on merkittävä siten, että merkinnöistä selviää riittävät tiedot (jännite, teho tai virta ja suojaustapa) Oppilaitosten sähkötekniilliseen opetukseen käytettyjen laboratorioiden työskentelypaikoilla pitää lisäksi olla kaavio työskentelypaikan sähkönsyötön järjestelyistä. Tämä on suositeltavaa myös sähkölaitekorjaamoissa ja muun tyyppisissä sähkölaboratorioissa.

Sähkölaitekorjaamoihin ja sähkölaboratorioihin on sijoitettava sopiviin paikkoihin sähkötapaturmien ensiavusta kertovat ensiapuohjeet sekä hätäpuhelimen numero.

### **803.537 Erottaminen ja kytkentä**

Sähkölaboratorioiden työskentelyalueelta on voitava katkaista jännitteet kohdan 537.2.2 mukaisella erotuskytkimellä. Oppilaitosten sähkötekniilliseen opetukseen käytetyissä laboratorioissa erotuskytkimen pitää olla lukittavissa, jolloin opiskelijat eivät pääse työskentelemään ilman valvontaa.

Sähkökorjaamoissa ja –laboratorioissa pitää olla hätäkytkentää varten kohdan 537.4.2 mukaiset laitteet, joilla nopeasti voidaan kytkeä pois jännitteet työskentelyalueelta. Hätäkytkentään käytettävä kytkin on oltava helposti luoksepäästävässä käyttäen punaista kytkintä keltaisella taustalla.

Tilapäiskytkentöjen syöttöön käytettävissä virtapiirissä pitää olla kytkentöjen läheisyydessä erotuskytkin, jossa on yksiselitteisesti asennonosoitus, ja jolla kytkennät voidaan tehdä jännitteettömiksi. Erotuskytkimen tilalla voidaan käyttää enintään 16 A mitoitusvirtaista pistokytkintä.

Jos testauspiirissä esiintyy jännitealueen II ylittävä jännite (> 1000 V AC tai 1500 V DC) tai muu vaarallinen jännite, joka voi jäädä vaarallisena varauksena laitteeseen sen jälkeen kun syöttö on katkaistu, on testauspiirissä oltava näkyvällä paikalla vaarasta ilmoitettava varoituskilpi. Käytettävissä on lisäksi oltava joko kiinteät tai siirrettävät työmaadoitusvälineet, joilla työmaadoitus voidaan suorittaa luotettavasti.

Jos käytetään automaattista varauksen purkauspiiriä, sen on purettava varaus myös verkkojännitteen katkettua tai järjestelmä on varustettava vihreällä merkkivalolla joka palaa, kun maadoittaminen on tapahtunut.

### **803.6 Tarkastukset**

Sähkölaitekorjaamoissa ja sähkölaboratorioiden korjaus- ja testauspaikoilla on suoritettava normaaliensähköasennusten käyttöönottotarkastusten sekä huoltoon ja kunnossapitoon liittyvien tarkastusten lisäksi määrävälein tarkastuksia ja testauksia, joiden avulla varmistetaan suojausten toimivuus.

## 6.3 Testaus

### 6.3.1 Yleistä

Tässä kuvatut testausmenetelmät ovat referenssimenetelmiä, muita menetelmiä saa käyttää, jos niiden avulla saadut tulokset ovat vähintään yhtä luotettavia.

Mittaus- ja tarkastuslaitteet ja menetelmät on valittava EN 61557-standardisarjan asianomaisen osan mukaisesti. Jos käytetään muita mittalaitteita, niiden ominaisuudet ja turvallisuustaso eivät saa olla huonompia.

Seuraavat testit on tehtävä silloin, kun ne liittyvät tarkastettavaan työsuoritukseen. Testit tehdään mieluiten seuraavassa järjestyksessä.

- a) suojajohtimen jatkuvuus (kohta 61.3.2)
- b) sähköasennuksen eristysresistanssi (kohta 61.3.3)
- c) SELV- ja PELV-piirien tai sähköisesti erotettujen piirien erotus (kohta 61.3.4)
- d) lattia ja seinäpinojen eristys (61.3.3)
- e) syötön automaattisen poiskytkennän toiminta (kohta 61.3.6)
- f) lisäsuojaus (kohta 61.3.7)
- g) napaisuustesti (kohta 61.3.8)
- h) kierosuunnan mittaus (kohta 61.3.9)
- i) toiminta- ja käyttötestit (kohta 61.3.10)

Jos jossakin testissä havaitaan vika, tämä ja sitä edeltävät testit, joissa saatuun tulokseen havaittu vika on voinut vaikuttaa, on toistettava vian korjauksen jälkeen.

HUOM. Jos testauksia tehdään räjähdysvaarallisessa tilassa, on käytettävä sopivia SFS-EN 60079-17 ja EN 61241-17 mukaisia turvatoimenpiteitä.