



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

SÄHKÖLABORATORION SÄHKÖTYÖTUR- VALLISUUS

Henri Ståhl

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus
Sähkövoimatekniikka

STÅHL, HENRI:
Sähkölaboratorion sähkötyöturvallisuus

Opinnäytetyö 37 sivua, joista liitteitä 1 sivua
Toukokuu 2018

Opinnäytetyön aiheena oli tarkastella sähkölaboratorion sähkötyöturvallisuuteen vaikuttavia säädöksiä ja standardeja käyttäen apuna Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaboratorion tiloja. Opinnäytetyössä tarkastellaan Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaboratorion turvallisuuskoulutuksen materiaalia ja miten sitä olisi mahdollista kehittää.

Opinnäytetyössä esitellään sähkölaboratorioon vaikuttavia keskeisiä säädöksiä ja standardeja. Standardeista ja säädöksistä on nostettu esille muutamia SFS-standardeja ja keskeisimpiä sähkötyöturvallisuuteen liittyviä pykäläitä voimassa olevasta sähkötyöturvallisuuslaista. Opinnäytetyössä esitellään myös laboratoriossa työskentelevien henkilöiden vastuita. Opinnäytetyössä on myös ohjeistukset sähkölaboratorion laitteiston vaadituille ja suositelluille huoltoväleille. Opinnäytetyössä käsitellään Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaboratorion turvallisuuskoulutuksen nykytilanne ja miten sitä olisi mahdollista kehittää. Kehitysmahdollisuuksia havaittiin muun muassa turvallisuuskoulutuksen materiaalin sisällössä.

Opinnäytetyön yhteydessä luotiin kaksi erillistä turvallisuuskoulutus diasarjaa palvelemaan eri opiskelijaryhmiä, jotka työskentelevät sähkölaboratorion tiloissa.

Diasarja on poistettu opinnäytetyön julkaistavasta osuudesta toimeksiantajan pyynnöstä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Electrical Engineering
Electrical Power Engineering

STÅHL, HENRI:
Electrical Work Safety in an Electrical Laboratory

Bachelor's thesis 37 pages, appendices 1 pages
May 2018

The purpose of this thesis was to examine standards and regulations regarding an electrical laboratory electrical work safety using the electrical laboratory at Tampere university of applied sciences. Second task was to examine the current electrical work safety instruction currently used at Tampere university of applied sciences and to determine how it could be improved.

The first part of the study consists of what regulations and standards are the most important ones regarding an electrical laboratory. The most important SFS- standards and the electrical safety law currently in use are examined in this thesis. The study also includes a closer explanation about the roles and responsibilities of the people working in an electrical laboratory maintenance recommendations and regulation about the equipment used in an electrical laboratory. The second part of the study consists of information about the current work safety instructions at the Tampere university of applied sciences and how it could be improved in the future. Things that could and should be improved were the current electrical work safety education materials.

In connection with this thesis two different slide shows were made for different student groups using the electrical laboratory.

The slide shows aren't included in the published thesis by request of the client.

Key words: electrical work safety law, electrical work safety, electrical laboratory

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YLEISTÄ SÄHKÖTEKNIIKANLABORATORION TILOISTA	7
	2.1 Sähkötekniikanlaboratorio	8
	2.2 Suurjännitetila	9
3	SÄHKÖTYÖTURVALLISUUDEN REUNAEDOT	12
	3.1 Sähköturvallisuuslaki.....	13
	3.2 Laboratoriossa työskentelevät henkilöt	14
	3.2.1 Maallikko	15
	3.2.2 Opastettu henkilö	15
	3.2.3 Valvoja	15
	3.3 Organisaatio	16
	3.4 Suurjännitetilaa koskevat vaatimukset.....	18
	3.4.1 Suurjännitetilan eristäminen muista tiloista.....	18
	3.4.2 Suurjännitelaitteiston turvalaitteet	19
	3.4.3 Suurjännitelaitteiston käyttö ja henkilöstö.....	20
	3.5 Täydentävät vaatimukset oppilaitoksen sähkölaboratorioille.....	21
	3.6 Työskentely.....	25
4	SÄHKÖTYÖTURVALLISUUSKOULUTUS TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULUSSA.....	27
	4.1 Koulutus yleisesti.....	27
	4.2 Koulutuksen materiaali	28
	4.3 Koulutuksen arviointi	29
	4.4 Koulutuksen koemateriaalin dokumentointi.....	30
	4.5 Koulutuksen sisältö lain ja standardien näkökulmasta	30
5	KOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN.....	32
	5.1 Koulutuksen mielekkyys.....	32
	5.2 Koulutuksen materiaalin saatavuus	34
6	POHDINTA.....	35
	LÄHTEET	36
	LIITTEET	37
	Liite 1. Suurjännitetilassa kielletyn alueen rajat.....	37

ERITYISSANASTO

KTM	Työ- ja elinkeinoministeriön asetus
SFS	Suomen standardoimisliitto
S1	Sähköpätevyys 1
S2	Sähköpätevyys 2
S3	Sähköpätevyys 3
Tabula	Tampereen ammattikorkeakoulun käyttämä nimitys Moodle-oppimisympäristöstä
TAMK	Tampereen ammattikorkeakoulu

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheenani oli tarkastella minkälaisia asioita sähkötyöturvallisuuteen liittyen pitää ottaa huomioon oppilaitoksen sähkölaboratoriossa. Huomioon otettavia asioita olivat muun muassa vallitseva lainsäädäntö sekä SFS -standardikokoelma. Aiheen tarkastelun helpottamiseksi sain mahdollisuuden käyttää Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaboratorion tiloja käytännön rajapintana aiheeseen.

Tämän lisäksi tarkoituksena oli päivittää nykyinen Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaboratoriossa käytettävä sähkötyöturvallisuuskoulutusmateriaali. Opinnäytetyössä päivitetään sähkötyöturvallisuuskoulutuksen diasarjan sisältöä sekä luodaan omat koulutusmateriaalit eri opiskelijaryhmille sen mukaan, kuinka laajasti he käyttävät sähkölaboratorion laitteita ja tiloja.

Työssä käsitellään SFS -standardien ja sähkötyöturvallisuuslain asettamia reunaehdoja oppilaitoksen sähkölaboratoriolle sekä nykyisen sähkölaboratorion sähkötyöturvallisuuskoulutuksen sisältöä ja kuinka sitä on mahdollista kehittää.

2 YLEISTÄ SÄHKÖTEKNIIKANLABORATORION TILOISTA

Yleisen sähköturvallisuuden kannalta Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaboratoriossa on otettava useita seikkoja huomioon. Laboratoriossa on sekä uusia, että hyvin vanhoja laitteita ja tämä on tiedostettava laitteita käytettäessä. Vanhempien laitteiden rakentamisen aikaiset sähköturvallisuusvaatimukset poikkeavat huomattavasti uudempiin verrattuna. Jännitetasot vaihtelevat työpöydistä käytetystä normaalista verkkojännitteestä suurjännitetilän suurjännitteisiin.

Sähkötarkastuskeskuksen tiedonantoa T 49-94 noudattavat tilat, jotka ovat rakennettu aikaisemmin, voidaan edelleen käyttää. Eli vanhoissa sähköasennuksissa tulee soveltaa sen aikaista lainsäädäntöä, kun asennukset on rakennettu. Esimerkiksi laboratoriossa oleva sähköverkkomalli (kuva 1) sisältää jännitteellisiä osia, joita on mahdollista koskettaa. Nykypäivänä tällaisia sähköasennuksia ei saa enää valmistaa, mutta niitä voidaan edelleen käyttää.



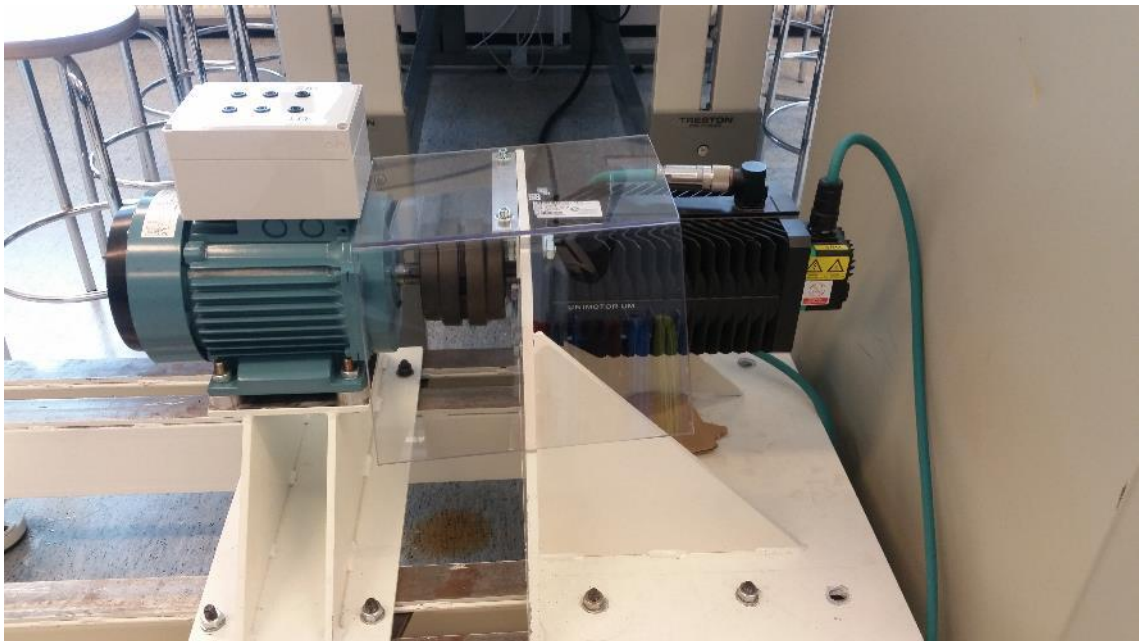
KUVA 1. Tampereen ammattikorkeakoulun sähköverkkomalli.

Kuvassa 1 nähdään sähkötekniikanlaboratorion sähköverkkomalli ja sen muuttunut sijainti.

2.1 Sähkötekniikanlaboratorio

Tampereen ammattikorkeakoulun sähkötekniikanlaboratorion tilat koostuvat isosta laboratoriotilasta johon on rakennettu työpisteitä laboratoriomittausten tekemiseen. Työpisteet ovat pääasiallisesti identtisiä työpöytiä, joihin on sijoitettu koelauta, jonka avulla laboratoriotöissä tehdyt tutkimukset voidaan sähköistää. Koelauta sisältää muun muassa vaihto- sekä tasasähkösyötöt.

Osalle työpisteistä on määritelty työ tai työt, joita kyseisellä työpisteellä on tarkoitus suorittaa. Tämä on toteutettu tuomalla työhön tarvittut komponentit työpisteen välittömään läheisyyteen. Esimerkiksi joidenkin työpisteiden vieressä on valmiina oikosulkumoottori sekä kuormituslaitteisto, oikosulkumoottorin vääntömomentin tutkimusta varten (kuva 2).



KUVA 2. Moottori sekä kuormituslaitteisto työpöydän yhteydessä.

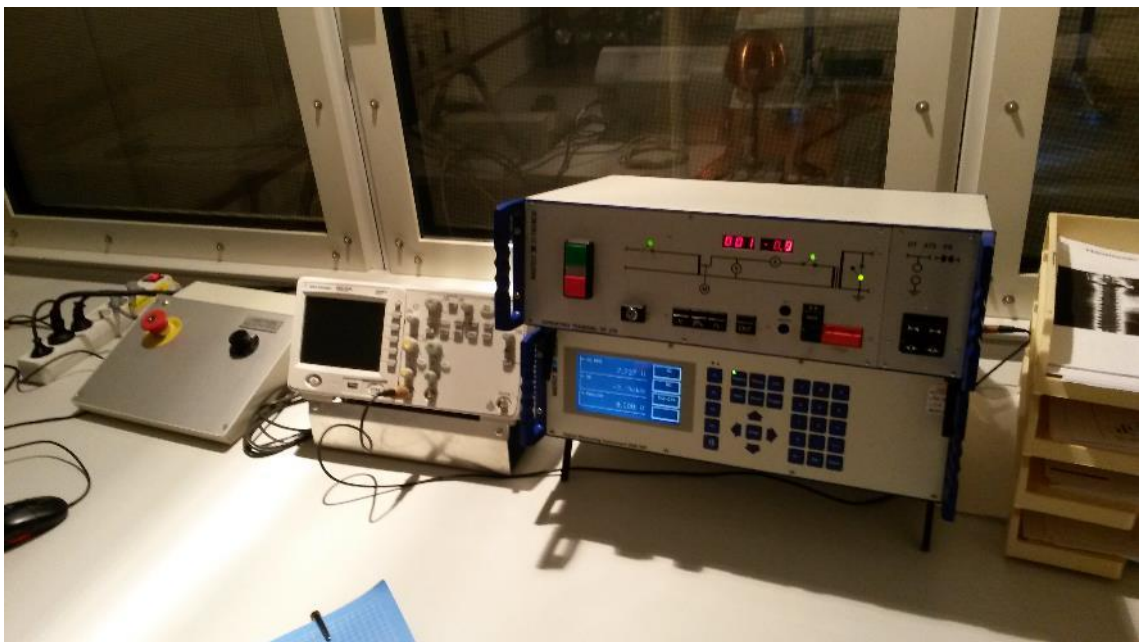
Työturvallisuus viranomaisten pyynnöstä moottoriin ja kuormituslaitteistoihin on lisätty suojailevy, pyörivän akselin aiheuttaman tapaturmariskin pienentämiseksi.

Laboratoriossa työskenneltäessä on työhön opastettavan henkilön ymmärrettävä sekä tiedettävä, että työpöydistä saatavat verkkojännitteet ovat hengenvaarallisia. Töihin käytetyt komponentit saattavat olla vanhoja, jolloin niissä saattaa olla osia tai elementtejä, joista voi saada sähköiskun koskettamalla. Esimerkiksi säätövastuksissa ja sähköverkkomallissa on osia joihin voi huolimattomasti työskenneltäessä osumalla saada sähköiskun. Näin ollen on ennen työn aloittamista tiedostettava mitä työvälineitä työhön tarvitaan ja mitkä niistä ovat sellaisia, joihin pitää kiinnittää erillistä varovaisuutta.

2.2 Suurjännitetila

Suurjännitetila koostuu valvomohuoneesta sekä erillisestä koeistustilasta, jossa pystytään tutkimaan suurjännitteen aiheuttamia ilmiöitä sekä vaikutuksia laboratorioympäristössä.

Valvomohuone on varustettu häiriösuojatulla ikkunalla, jonka kautta on mahdollista seurata koeistustilassa tapahtuvia mittauksia. Valvomohuoneeseen on sijoitettu mittauslaitteisto (kuva 3), jonka avulla saadaan tarvittavia mittauservoja suurjännitetöihin liittyen.



KUVA 3. Valvomohuoneen mittauslaitteisto

Kuvassa 3 näkyy oikealla itse mittauslaitteisto ja vasemmalla punainen hätäseis painike.

Mittaukset suoritetaan koeistustilassa, jonka lattia on varustettu maadoitukseen tarkoitettuilla kuparilevyillä sekä kaapeleilla (kuva 4).



KUVA 4. Suurjännitelaitteisto

Kuvasta näkyy lattialle sijoitetut kupariset maadoituslevyt sekä kaapelit.

Jännitteen kytketyessä suurjännitelaitteistoon valvomohuoneeseen on sijoitettu SFS-EN 50191 mukaisesti punaiset merkkivalot, jotka alkavat välkkyä, ilmoittaakseen työryhmän jäsenille laitteiston olevan käyttötilanteessa. (SFS-EN 50191 2011, 22).

Suurjännitetilassa on opastetun henkilön noudettava äärimmäistä huolellisuutta koeistustilassa ollessa. Ennen tilaan menemistä on varmistettava, että suurjännitelaitteisto on jännitteetön, kytkemällä sähköt pois keskukselta. Tämän lisäksi ennen kuin koeistuslaitteiston mittauskytkentää voidaan muuttaa, on maadoitettava koeistuskomponentit, sillä ne voivat sisältää vaarallisia varauksia. Suurjännitetilassa tehtävissä mittauksissa valvoja suorittaa ensimmäisen jännitteen kytkennän valvomohuoneesta, jotta varmistutaan, että suurjännitelaitteisto toimii oikein. Tämän jälkeen voi suurjännitetilan valvomohuoneessa oleva työryhmä suorittaa loput mittauksista valvojan antaman opastuksen mukaisesti.

Suurjännitetila on erillisen lukitun oven takana (kuva 5), jotta laboratorioissa työskentelevät ihmiset eivät menisi sinne ilman valvontaa.



KUVA 5. Suurjännitetilän ovi

Laboratorion tilat on jaettu kahteen eri paloryhmään suurjännitetilä ja yleinen laboratoriotila toimivat omina ryhminään. Tämä on muodostanut haasteellisen tilanteen etenkin suurjännitetilän laitteistolle, sillä suurjännitetilää ei normaalisti työskennellessä voida pitää lukittuna. On todettu, että suurjännitetilään alkaa kerääntyä kosteutta, joka voi vaurioittaa laitteistoa, mikäli tilan ovi olisi jatkuvasti suljettuna. Koska suurjännitetilä on oma paloryhmänsä hätätilanteen sattuessa, on suurjännitetilä pystyttävä eristämään muista laboratoriotilasta. Ongelman ratkaisemiseksi on suurjännitetilän ovi varustettu magneettilukolla, joka vapautuu palohälytyksen sattuessa, jolloin ovi sulkeutuu välittömästi (kuva 6).



KUVA 6. Suurjännitetilän oven magneettilukko

Kuvassa 6 on suurjännitetilän oven magneettilukko, jonka avulla ovi sulkeutuu automaattisesti palohälytyksen sattuessa.

3 SÄHKÖTYÖTURVALLISUUDEN REUNAEDDOT

Tampereen ammattikorkeakoulun sähkötekniikanlaboratoriossa työskenneltäessä on noudatettava SFS 6000-8-803:en mukaisia säädöksiä. Kyseinen standardi koskee tiloja, joissa työskennellään oppilaitos ympäristössä, jossa jännitetasot ovat vaihtosähköllä enintään 1000 V ja tasasähköllä enintään 1500 V.

Pohjana kaikille sähkötyöturvallisuuteen liittyville standardeille ja säädöksille tulee Suomen Sähköturvallisuuslaista. Kaikkien sähkölaitteiden tulee täyttää sähköturvallisuuslain sanelemat ehdot.

Laboratoriotilan on oltava sellainen, että pääsy henkilöiltä, joilla ei ole riittävää ammattitaitoa (maallikot) on estetty. Maalikkojen on mahdollista päästä laboratorio tiloihin vain ja ainoastaan sellaisten henkilöiden kanssa, joilla on riittävä koulutus sekä ammattitaito tiloissa työskentelyyn. Tilaan johtavat sisäänpääsyt on varustettava kilvillä, joissa ilmoitetaan selkeästi, että alueelle eivät sivulliset pääse.

Sähkölaboratoriossa sijaitsee myös suurjännitetila, jossa tulee noudattaa SFS 6001 Suurjännite- sekä SFS-EN 50191 standardin ohjeistusta. Tilaan on oltava erillinen lukittu pääsy, jossa ilmoitetaan tilan olevan suurjännitetila, jossa esiintyy hengenvaarallisia jännitteitä.

SFS-EN 50191 mukaan Tampereen ammattikorkeakoulun suurjännitetila on testauslaboratorio. Testauslaboratorion määritelmä on SFS-EN 50191 mukaan seuraava:

”vähintään yksi testauslaitteisto luotettavasti suljetussa tilassa tai alueella, joka on erossa vieressä olevista työalueista; tilassa on tavallisesti useita henkilöitä testaustyössä testaten laajojakin testauskohteita, jotka voivat viipyä laboratoriossa pitkiäkin aikoja” (SFS-EN 50191 2011, 10).

”Jos testausten yhteydessä esiintyy yli 1000 V vaihtojännitteitä tai yli 1500 V tasajännitteitä, on koepaikka rajattava muusta tilasta joko pysyvästi tai tilapäisesti. Rajaaminen tehdään SFS-EN 50191 mukaisesti” (SFS 6000-8-803 2017, 6).

3.1 Sähköturvallisuuslaki

Pohjana kaikille sähkötyöturvallisuuteen liittyville standardeille ja säädöksille tulee Suomen Sähköturvallisuuslaista. Kaikkien sähkölaitteiden tulee täyttää sähköturvallisuuslain sanelemat ehdot.

Sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksensa mukaisesti niin, että:

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä;
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.

Jos sähkölaitte tai -laitteisto ei täytä 1 momentissa säädettyjä edellytyksiä, sitä ei saa saattaa markkinoille, luovuttaa toiselle eikä ottaa käyttöön. (Sähköturvallisuuslaki 2016/1135, 6 §)

Sähkölaitteiden on myös täytettävä seuraava vaatimus:

Sähkölaitte on suunniteltava ja valmistettava hyvän teknisen käytännön mukaisesti siten, että se on oikein asennettuna, huollettuna ja käyttötarkoituksensa mukaisesti käytettynä sähkömagneettisesti yhteensopiva eikä vaaranna ihmisten terveyttä ja turvallisuutta, kotieläimiä tai omaisuutta. Sähkölaitteen suojaus on varmistettava sähkölaitteen aiheuttamien vaarojen varalta ja sellaisten vaarojen varalta, jotka voivat aiheutua ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta sähkölaitteeseen. (Sähköturvallisuuslaki 2016/1135, 12 §)

Standardin tai sen painoksen vaihtuessa sähköturvallisuusviranomaisen päivittää standardiluettelon. Luettelon päivityshetkellä rakenteilla oleva sähkölaitteisto voidaan rakentaa valmiiksi ja ottaa käyttöön edellisen standardin mukaisena kolmen vuoden kuluessa päivityksestä. (Sähköturvallisuuslaki 2016/1135, 33 §)

Jos olemassa olevan sähkölaitteiston käyttötarkoitusta tai paikkaa muutetaan, on sähköturvallisuuslain mukaan varmistuttava sähkölaitteen turvallisuudesta muuttuneissa olosuhteissa.

Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaboratoriossa on usean eri sähkölaitteistoluokituksen omaavia laitteita. Laitteet voidaan jakaa omiin sähkölaitteluokkiinsa Sähköturvallisuuslain sähkölaitteistoluokituksen avulla.

Sähkölaitteistot jaetaan niiden varmennus- ja määräaikaistarkastusten vaatimusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten osalta luokkiin seuraavasti:

1) luokan 1 sähkölaitteisto:

- a) sähkölaitteisto asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuoneistoa;
- b) muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta on yli 35 ampeeria ja joka ei kuulu luokkiin 2 tai 3; (Sähköturvallisuuslaki 2016/1135, 44 §).

2) luokan 2 sähkölaitteisto:

- c) sähkölaitteisto, johon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta sellaista sähkölaitteistoa, johon kuuluu vain enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja;
- d) sähkölaitteisto, jonka liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovoltiampeeria. (Sähköturvallisuuslaki 2016/1135, 44 §).

3) luokan 3 sähkölaitteisto:

- c) verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu vastaava sähköverkko. (Sähköturvallisuuslaki 2016/1135, 44 §).

Laboratoriossa suurin osa laitteista voidaan luokitella ensimmäisen luokan sähkölaitteistoiksi, mutta suurjännitelaboratoriossa sijaitsee myös toisen luokan sähkölaitteisto.

3.2 Laboratoriossa työskentelevät henkilöt

Kaikkien laboratoriossa olevat henkilöt on pystyttävä tunnistamaan heidän osaamisensa perusteella. Kaikkina aikoina on tiedettävä, ketkä ovat maallikoita, opastettuja henkilöitä sekä sähköalan ammattilaisia.

Sähkötyöturvallisuuden kannalta on tärkeää kaikkien laboratoriossa työskentelevien henkilöiden olla tietoisia siitä, kuka on vastuussa esimerkiksi hätätilanteen sattuessa.

3.2.1 Maallikko

Maallikoiden ollessa sähkölaboratorio tiloissa heitä tulee valvoa, jonka lisäksi heille on pitänyt antaa riittävän hyvä opastus siitä, miten laboratoriossa toimitaan ja heidän on noudatettava heille annettuja ohjeita. Opastuksen on kerrottava muun muassa, miten sähkötapaturman sattuessa on toimittava sekä missä hätäseispainike sijaitsee ja voiko tilaan viedä ruokaa taikka juomaa ja mihin mahdolliset reput sekä takit tulee jättää, voiko tiloissa oleviin laitteisiin taikka kytkimiin koskea ilman erillistä valvojan lupaa. Heille on myös kerrottava mahdollisista ylimääräisistä lisäsuojausjärjestelmistä ja siitä, kuinka hätä-seis-järjestelmät toimivat. Esimerkiksi Tampereen ammattikorkeakoulun sähkölaboratoriossa jokainen työpiste on varustettu hätä-seis-painikkeella. Mikäli yhtä niistä painaa katkeavat sähköt jokaisesta työpisteestä. Maallikoille on myös kerrottava mistä hätätilanteisiin tarvittava välineistö löytyy (ensiapukaappi, alkusammutusvälineet).

3.2.2 Opastettu henkilö

Sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002 määrittelee opastetuksi henkilön olevan sellainen henkilö, joka on saanut opastavan koulutuksen sähköalan ammattilaiselta. Opastetulla henkilöllä pitää siis olla koulutus, joka mahdollistaa hänen työskentelynsä sähkölaboratoriossa. Näiden lisäksi tulee hänellä olla voimassa oleva hätäensiapukoulutus sekä kyky tunnistaa sähköön vaarat ja tietää miten toimia tapaturmien sattuessa. Käytännössä siis opiskelijat, jotka ovat saaneet edellä mainitun koulutuksen voidaan luokitella opastetuiksi henkilöiksi.

”Sähköalan töitä tekevän henkilön tulee olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu” (KTM 2010/351, 9 §)

3.2.3 Valvoja

Valvojalla tarkoitetaan henkilöä, joka vastaa sähkötyöturvallisuudesta silloin kun tilassa suoritetaan sähkötöitä. Hänen tulee olla sähköalan ammattilainen, joka on saanut sen mukaisen sähköpätevyyskoulutuksen (S1, S2 tai S3) kuin työltä vaaditaan. Valvojan tulee myös tietää, että tilassa työskentelevät ovat ymmärtäneet annetun sähkötyöturvallisuus-koulutuksen. Valvojana voi toimia muun muassa sähköalan kouluttaja.

Ote sähköturvallisuuslaista sähköalan ammattihenkilön määritelmään liittyen:

Riittävän ammattitaitoiseksi valvomaan ja itsenäisesti tekemään koulutustaan ja työkokemustaan vastaavan alan sähkö- ja käyttötyötä katsotaan se, joka on mainittuihin töihin opastettu ja joka on:

- 1) suorittanut soveltuvan tekniikan alan korkeakoulututkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötöissä;
- 2) suorittanut soveltuvan sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötöissä;
- 3) suorittanut soveltuvan ammattitutkinnon, erikoisammattitutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötöissä;
- 4) suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut vuoden työkokemuksen sähkötöissä; tai
- 5) hankkinut kuuden vuoden työkokemuksen sähkötöissä ja riittävät alan perustiedot. (Sähköturvallisuuslaki 2016/1135, 73 §).

3.3 Organisaatio

Tampereen ammattikorkeakoulun sähkötekniikanlaboratoriossa tulee soveltaa samantyyppistä organisaatorakennetta samoin kuin yleisesti työelämässä. Tiloille on oltava henkilö, joka vastaa tiloissa tapahtuvista sähkötöistä (sähkötöiden johtaja). Kyseisellä henkilöllä on oltava riittävä ammattitaito sekä osaaminen (S1, S2 tai S3) ja pätevyys riippuen laboratoriossa käytetyistä jännitetasoista. Sähkötöiden johtajan on tiedettävä, että henkilöstö eli koulun laboratorion tapauksessa opettajat, ovat sellaisia henkilöitä, joilla on riittävä pätevyys koulutuksen suorittamiseen. Niin sanotun riittävän pätevyyden opettavalle opettajalle määrittelee lopulta sähkötöiden johtaja, mutta sähkötöiden johtajan on myös varmistuttava siitä, että tehtävään nimetty henkilö täyttää sähköturvallisuuslain määräämät kriteerit. Yleisesti tällainen henkilö sähkölaboratorioiden tapauksessa on opettaja, jolla on sähkövoimatekniikan koulutus. Tämän lisäksi henkilöllä tulee oltava riittävä työkokemus tehtävänsä suorittamiseen.

Joissakin tapauksissa voidaan noudattaa seuraavaa työ- ja elinkeinoministeriön asetusta henkilön pätevyyttä määriteltessä:

Jos henkilöllä on 14—17 §:ssä edellytetyn sähköalan tutkinnon tai koulutuksen sijasta muun teknisen alan tutkinto tai koulutus ja henkilö on täyden-

tänyt koulutustaan vähintään 30 opintoviikon sähköalan opinnoilla, arviointilaitos voi pyynnöstä myöntää pätevyystodistuksen rajattuna sähköalan koulutusta vastaavalle tehtäväalueelle. (KTM 2010/351, 11 §).

Sähkötöiden johtajana koulutuslaitoksen laboratoriossa, voi olla periaatteessa ketä tahansa henkilö keneltä löytyvät tarvittavat sähköpätevydet tehtävän suorittamiseen. Tampereen ammattikorkeakoulun sähkötekniikanlaboratoriosta vastaavalla sähkötöiden johtajalla on oltava S1 pätevyys, sillä tilat sisältävät yli 1 kilovoltin suurjännitelaitteiston.

Sähkötöiden johtaja on aina lopulta vastuussa siitä, mitä laboratoriossa tapahtuu. Hänen täytyy siis huolehtia siitä, että tiloissa tapahtuvat työt sekä kokeet noudattavat, sillä hetkellä voimassa olevaa sähköturvallisuuslakia ja sen pohjalta sovellettuja määräyksiä kuten SFS- standardikokoelmaa. Kuten aikaisemmin mainittiin, on sähkötöiden johtajan oltava tietoinen henkilöstön pätevydestä suorittaa laboratoriossa tapahtuvat työt sekä kokeet. Tarvittaessa kouluttaa henkilöstöä käyttämään mittalaitteita, joita tarvitaan työtehtävien suorittamiseen. Sähkötöiden johtajan pitää myös olla henkilöstön tavoitettavissa ja varmistaa, että nykyinen käytetty sähköturvallisuusohje on ajan tasalla sekä mahdollistaa tarvittavan sähköturvallisuusmateriaalin, olevan henkilöstön käytettävissä.

Sähkötöiden johtajan lisäksi voi rakennukselle olla nimettynä erikseen käytön johtaja, mikäli rakennuksessa oleva sähkölaitteisto sisältää yli 1000 V nimellisjännitteisiä osia. Myös oppilaitoksissa sähkötöitä tekevälle henkilöstölle tulee olla selvää, minkälainen sähkötyöturvallisuusorganisaatio oppilaitoksessa on.

Ote työ- ja elinkeinoministeriön asetuksesta, jossa määritellään vaadittava koulutus sekä työkokemus sähkötöiden johtajana toimimiseen:

Sähköpätevyys 1 oikeuttaa toimimaan sähkötöiden johtajana ja käytön johtajana.

Sähköpätevyyteen 1 vaaditaan hyväksytysti suoritettu soveltuva sähköturvallisuustutkinto sekä:

- a) soveltuva tekniikan alan korkeakoulututkinto, sähkövoima-alan insinöörin tai sähkövoima-alan teknikon tutkinto tai vastaava tutkinto; ja
- b) ammatillisen tutkinnon suorittamisen jälkeen vähintään kahden vuoden riittävän laaja-alainen sähkötöiden johtamiseen perehdyttävä työkokemus, josta vähintään vuosi on saatu yli 1000 voltin vaihtojännitteisten tai yli 1500 voltin tasajännitteisten sähkölaitteistojen rakentamiseen tai käytön johtamiseen perehdyttävissä tehtävissä. (KTM 2010/351, 12 §).

Sähköturvallisuuslain määrittelemät tehtävät sähkötöiden johtajalle ovat:

- 1) sähkötöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia;
- 2) sähkölaitteet ja -laitteistot ovat tämän lain edellyttämässä kunnossa ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista;
- 3) sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi tehtäviinsä opastettuja. (Sähköturvallisuuslaki 2016/1135, § 59)

Sähkötöiden johtajan tulee täyttää edellä mainittu koulutus, jotta hänellä on riittävä pätevyys tehtävän suorittamiseen.

3.4 Suurjännitetilaa koskevat vaatimukset

Suurjännitetilaa tulee noudattaa SFS-EN 50191 määräyksiä. Koeistustilaan rakennetut testausrakennelmat on SFS-EN 50191 mukaisesti tehtävä turvallisuuden varmistamiseksi seuraavasti:

Testausrakennelma on järjestettävä ja rakennettava niin, että suojaus kosketukselta on varmistettu jännitteisten osien eristämällä, kansilla, koteloinnilla, puomeilla tai turvaetäisyyksillä. Turvaetäisyys katsotaan varmistetuksi, kun testejä tekevä henkilö ei voi ulottua kielletylle alueelle kehonsa osien tai työkalujen avulla. Turvallisuus voidaan saada aikaan myös kahden käden käyttöä vaativalla ohjauslaitteella tai testausjännitteen kohdistamisella kahdella turvallisella testauskoettimella. Käytettävien testausjohtimien on oltava täysin kosketussuojatut. Kahden käden käyttöohjaimien on oltava EN 574: 1996 + A1:2008 lajin II tai IIIB mukaisia. Jos testauksessa on mukana useampia henkilöitä, jokaisella heistä on oltava kahden käden käyttöohjain ja niiden on oltava kytketty niin, että kaikkien näiden ohjaimien on oltava käytössä, ennen kuin testausjohtimiin kytketään jännite. Turvallisissa testauskoettimissa on oltava kohdistettavalle testausjännitteelle riittävä eristystaso. Kiinnityslaitteiden käyttöä eristystason lisäämiseen ei sallita (SFS-EN 50191 2011, 14)

Edellä mainitulla ohjeistuksella pyritään ehkäisemään mahdollisen sähkötapaturman syntymistä. Jännitteellisten osien tulee olla suojattuja kosketukselta.

3.4.1 Suurjännitetilaa eristäminen muista tiloista

Kielletyn alueen määrittämiseen suurjännitetilassa käytetään SFS-EN 50191 taulukkoa A2 (Liite 1). Kielletyllä alueella tarkoitetaan aluetta, jonne ei saa olla pääsyä jännitteiden ollessa kytkettynä suurjännitelaitteistoon. Suurjännitetilaa on oltava erottu muista laboratorio-tiloista ja kulkuväylistä ja sen tulee täyttää seuraavat SFS-EN 50191:n mukaiset ehdot:

Testausalueen on oltava erotettu työskentelyalueista ja kulkuteistä. Aitausten on oltava rakennettu niin, että:

- ne estävät muiden kuin testaushenkilöiden pääsyn testausalueelle
- ne estävät muiden kuin testaushenkilöiden ulottumisen kielletylle alueelle
- ne estävät aitausten ulkopuolella olevia henkilöitä ulottumasta aitausten sisäpuolelle sijoitettujen testauslaitteiston käyttölaitteisiin. (SFS-EN 50191 2011, 16)

Tampereen ammattikorkeakoulussa edellä mainitut turvallisuusvaatimukset on toteutettu sijoittamalla erillinen lukittu ovi valvomohuoneen ja koeistustilan väliin.

3.4.2 Suurjännitelaitteiston turvalaitteet

Suurjännitetilan hätäseis-kytkentää rakentaessa tulee ottaa huomioon seuraavat määräykset sen rakentamiseksi.

Testauslaitteisto on varustettava hätäkytkentälaitteilla, joilla voidaan katkaista kaikki sähköenergia, joka voi aiheuttaa vaaraa. Laitteen tai välineiden on oltava EN ISO 13850:2008 vaatimusten mukaisia. Testausalueen sisä- ja ulkopuolella on alueen laajuuden ja laitteiston monimutkaisuuden huomioon ottaen oltava riittävä määrä käsikäyttöisiä ohjaimia. Kytkentä- kohdat, esim. tavalliseen sähköverkkoon liitetyt testausalueella olevat pistorasiat, on merkittävä asianmukaisesti, jos ne eivät kytkeydy jännitteettömiksi hätäpoiskytkentälaitteella (SFS-EN 50191 2011, 16).

Suurjännitetilassa voi esiintyä mahdollisia jäännösjännitteitä ja siirtyviä jännitteitä ja niiden poistamiseen tulee olla tarvittava laitteisto. Näiden jännitteiden poisto suoritetaan suurjännitetilan koeistushuoneessa maadoitussauvalla ja lattiaan asennettujen maadoitus kuparilevyjen sekä kuparikaapelien avulla. Kyseiset levyt on kytketty yhtenäiseen maadoituskiskoon, joka sijaitsee koeistustilan seinässä.

Koeistustilan automaattisen suojauksen tulee noudattaa SFS-EN 50191 antamia määräyksiä:

Ei saa olla mahdollista kytkeä testausjännitettä, ennen kuin suojaus on täydellisesti toimintakunnossa ja toimii oikein. Suojauksen avaamisen pitää katkaista testausjännite automaattisesti. Jäännösjännitteiden on purkauduttava automaattisesti vaarattomaan arvoon ennen kuin jännitteisiä osia voidaan koskettaa (SFS-EN 50191 2011, 18).

Yhden vian tilanteet eivät saa estää katkaisemasta testausjännitteitä, kun suojaus avataan. Kun vika esiintyy, on oltava mahdollista kytkeä testausjännitteitä uudelleen. Ei saa olla mahdollista ohittaa suojausta helposti (SFS-EN 50191 2011, 18).

Tampereen ammattikorkeakoulussa jäännösjännitteiden purkautumista varten on mitauskytkentöihin lisätty erillisiä vastuksia ja kondensaattoreita, joiden kautta jäännösjännitteet voivat purkautua hallitusti ja turvallisesti.

Suurjännitetilan Turvallisuuteen liittyen on kiinnitettävä erityistä huomiota seuraaviin SFS-EN 50191:n asioihin:

Hätäpoistumisovet, portit jne. on voitava avata testausalueen sisäpuolelta. Uloskäytävien ja hätäpoistumisteiden osalta on noudatettava kansallisia säädöksiä. Testauslaboratorioissa vaaditaan toimenpiteet, joilla estetään ammattitaidottomien henkilöiden pääsy sisälle, eikä henkilöiden poistumiselle saa olla esteitä. Testauslaboratorioissa, joissa on yli 1 kV jännitteitä, on oltava käytettävissä maadoituslaitteet (vrt. EN 50110-1, EN 6219 ja EN 62130). Kaikki alueet ml. testausalueen ulkopuolella olevat alueet, joissa on todennäköistä tapahtua kapasitiivista purkausta, on paikoissa joissa testausjännitteet ylittävät 1 kV erotettava lisäsuojuksilla testauksen ajaksi. Näiden lisäsuojusten on täytettävä tilapäisille testausasennuksille kohdassa 4.5.1 annetut minimivaatimukset (SFS-EN 50191 2011, 22).

Suurjännitetilana toimivan tilan tulee olla huolellisesti suunniteltu, jotta tilasta on mahdollista poistua hätätilanteen sattuessa.

3.4.3 Suurjännitelaitteiston käyttö ja henkilöstö

Suurjännitelaitteiston tulee täyttää oheiset suurjännitelaitteiston käyttöön liittyvät määräykset:

Testauslaitteistoa saa käyttää vain alan ammattihenkilön ohjauksessa ja valvonnassa. Tämä ei koske testauspaikkoja, joissa on automaattinen suojaus koskettamiselta ja jotka täyttävät kohdan 4.2.1 vaatimukset. Testauslaitteisto on varustettava käyttöohjeilla. Niiden on sisällettävä turvalliseen toimintaan tarvittavat tiedot. Käytössä ollut testauslaitteisto on tarkastettava ulkoisesti näkyvien vaurioiden tai vikojen havaitsemiseksi ennen uutta käyttöä. Testauslaitteistoa ei saa käyttää, jos havaitaan vaaraa aiheuttavia merkkejä vaurioista tai vioista. Testauslaitteiston kunnossapitoon saa käyttää vain ammattitaitoisia henkilöitä Turvallisuuslaitteiden oikea kunto ja toiminta on tarkastettava ammattitaitoisen henkilön toimesta sopivin aikavälein. Näiden tarkastusten tulokset on kirjattava muistiin. (SFS-EN 50191 2011, 24).

Ennen laitteiston käyttöä tulee laitteiston kunto tarkistaa myös silmämääräisesti. Turvallisuuksilaitteet tulee tarkistaa ammattihenkilön toimesta, jotta voidaan olla varmoja, että ne toimivat oikein.

Testauslaitteiston kanssa saavat työskennellä vain ammattihenkilöt tai opastetut henkilöt. Koko henkilöstö on koulutettava tuntemaan heidän työssään tarvittavat turvallisuusvaatimukset ja -säännöt sekä yrityksen omat ohjeet. Tällainen koulutus on toistettava tarvittaessa, mutta kuitenkin vähintään kerran vuodessa. Henkilöstöä on vaadittava toimimaan vaatimusten, sääntöjen ja ohjeiden mukaisesti. Työhön kuuluvien toimintojen monimutkaisuus on arvioitava ennen kuin toiminta alkaa, jotta kutakin tehtävää suorittamaan valitaan siihen sovelias ammattitaitoinen tai opastettu henkilö. Koulutuksesta on pidettävä kirjallista rekisteriä. Henkilöille, jotka käyttävät turvallisia testauskoettimia, on annettava niiden käyttöön liittyviä erityisvaaroja koskeva lisäopastus. Testauslaboratorioissa, tutkimuslaitoksissa tai tilapäisissä testauspaikoissa työskentelevät henkilöt saavat työskennellä vain työstä vastaavan henkilön kokonaisvalvonnan alaisuudessa. Testauspaikoille saa mennä vain sinne kuuluva henkilöstö ja muut henkilöt, jotka ovat saaneet riittävän vaaroja koskevan opastuksen. Jos muiden henkilöiden pitää mennä näille alueille, heidän pitää olla ammattihenkilöiden seurassa ja heille on kerrottava riskeistä. Jos testauspaikan jännite on yli 1 kV, vaaditaan lisäksi työstä vastaavan henkilön lupa. Jokaisen henkilön, joka työskentelee testauslaboratoriossa, tutkimuslaitoksessa tai tilapäisessä testauspaikassa, on oltava täysin tietoinen esiintyvistä vaaroista. Heillä on myös velvollisuus noudattaa työssään varovaisuutta ja turvallisuustoimenpiteitä, jotta he suojaavat vahingoilta itseään ja muita henkilöitä (SFS-EN 50191 2011, 26).

Suurjännitetilan henkilöstön tulee tietää, kuinka suurjännitelaitteistoa käytetään. Suurjännitetilaa koskevan SFS-EN 50191- standardin lisäksi tulee noudattaa yleisiä työturvallisuuteen sekä sähkötyöturvallisuuteen liittyviä määräyksiä.

3.5 Täydentävät vaatimukset oppilaitoksen sähkölaboratorioille

Virallisiksi sähköalan standardeiksi luokitellaan standardit, jotka sähköturvallisuusviranomaisen on hyväksynyt. SFS- standardikokoelmassa on sovellettu lainsäädännön asettamia reunaehtoja käytännön sähkötöihin liittyen. SFS 6000-8-803 kertoo täydentävät vaatimukset sähkölaittekorjaamoille sekä oppilaitosten sähkölaboratorioille.

Sähkölaittekorjaamoiden ja opetuskäytössä olevien sähkölaboratorioiden luonteen vuoksi niissä ei korjattavassa tai testattavassa laitteessa voida aina käyttää perussuojausta eristyksen tai koteloinnin avulla. Korjattavien laitteiden kokeilut yms. pitää suorittaa mahdollisuuksien mukaan suojattuna kosketukselta (varustettuna perussuojauksella). Jos jotain toimenpidettä ei

voida suorittaa täysin kosketukselta suojattuna, pitää käyttää mahdollisuuksien mukaan tilapäisiä suojuksia tai esteitä. Korjaustyössä käytettävissä työvälineissä ja mittalaitteissa pitää kuitenkin käyttää eristystä tai kotelointia laitteiden normaalien rakennestandardien mukaisesti (SFS 6000-8-803 2017, 6).

Sähkötekniikanlaboratoriossa ei aina ole mahdollista käyttää normaalia perussuojausta, jolloin sähkölaitteen kosketussuojaus suorittaa tulee mahdollisuuksien mukaan niin hyvin kuin mahdollista.

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 koskee standardi SFS-EN 61010-031. Suositellaan, että sähkökorjaamoissa ja oppilaitoksissa käytetään standardin SFS-EN 60900 mukaisia jännitetyökaluja silloinkin, kun työtä ei tehdä jännitetyönä (SFS 6000-8-803 2017, 6).

Käytettävien johtimien tulee olla sellaisia, että niistä ei voi saada sähköiskua koskettamalla.

Sähkölaittekorjaamoissa ja opetusikäisissä olevissa laboratorioissa käytettävillä laitteilla on aina järjestettävä SFS 6000-4-41 mukainen vikasuojaus. Vikasuojauksella ei kuitenkaan voida suojautua jännitteisen osan ja nol-lajohtimen tai kahden eri vaiheissa olevan jännitteisen osan koskettamiselta. Vikasuojauksen täydentämiseksi sähkölaittekorjaamojen korjauspaikkojen ja sähkölaboratorioiden testauspaikkojen lattioiden ja työpöytien kosketeltävien pintojen resistanssin pitää olla vähintään – 50 k Ω enintään 500 V nimellisjännitteellä – 100 k Ω 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 (SFS 6000-8-803 2017, 6).

Työskentelypaikalla olevat pistorasiat on merkittävä siten, että merkinöistä selviää riittävät tiedot (jännite, teho tai virta ja suojaustapa). Oppilaitosten sähkötekniilliseen opetukseen käytettyjen laboratorioiden työskentelypaikoilla pitää lisäksi olla kaavio työskentelypaikan sähkönsyötön järjestelyistä. Sähkölaboratorioihin on sijoitettava sopiviin paikkoihin sähkötapaturmien ensiavusta kertovat ensiapuohjeet sekä kohteen katuosoite ja hätäpuhelimen numero. (SFS 6000-8-803 2017, 8).

Kun sähkölaitteita korjataan tai huolletaan käyttöpaikalla, esimerkiksi koulun laboratoriossa voidaan suojaukseen käyttää:

- Siirrettävää suojaerotusmuuntajaa, tai
- mitoitusvoimavirrallaan enintään 30 mA vikavirtasuojaa

Lisäksi suositellaan:

- eristävien alustojen ja
- tilapäisten suojausten käyttöä (SFS 6000-8-803 2017, 7)

Sähkölaboratorioiden työskentelyalueelta on voitava katkaista jännitteet SFS 6000-5-53 liitteen 537A mukaisella erotuskytkimellä. Oppilaitosten sähköteknilliseen opetukseen käytetyissä laboratorioissa erotuskytkimen pitää olla lukittavissa, jolloin oppilaat eivät pääse työskentelemään ilman valvontaa. Tilapäiskytkentöjen syöttöön käytettävässä virtapiirissä pitää kytkentöjen läheisyydessä olla erotuskytkin, jossa on yksiselitteinen asennosoitus, ja jolla kytkennät voidaan tehdä jännitteettömiksi. Erotuskytkimen tilalla voidaan käyttää enintään 16 A mitoitusvirtaista pistokytintä. Jos testauspiirissä esiintyy 1000 V vaihtojännite tai yli 1500 V tasajännite tai muu vaarallinen jännite, joka voi jäädä vaarallisena varauksena laitteeseen sen jälkeen, kun syöttö on katkaistu, on testauspiirissä oltava näkyvällä paikalla vaarasta ilmoittava 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. (SFS 6000-8-803 2017, 8).

Sähkökorjaamoissa ja -laboratorioissa pitää olla hätäkytkentää varten kohdan 537.3.3 mukaiset laitteet, joilla nopeasti voidaan kytkeä pois jännitteet työskentelyalueelta. Hätäkytkentään käytettävä kytkin on oltava helposti luoksepäästävässä ja tunnistettavissa käyttäen punaista kytkintä keltaisella taustalla (SFS 6000-8-803 2017, 8).

Sähköalan tiloiksi luokitellaan tilat, joissa annetaan valmentavaa tai perehdyttävää käytännön opetusta töihin, joissa on vaarana esiintyä valokaaria tai on mahdollisuus saada sähköiskun. Kyseisiä tiloja ovat sähkötyösalien ja laboratorioiden lisäksi myös työpajat sekä laboratoriot, joissa sovelletaan sähkölaitteiden korjaamista ja koskevia vaatimuksia soveltuvien osien.

Sähkökorjaamoissa ja -laboratorioissa laitteiden kuntoa pitää tarkkailla tekemällä määrällisiä tarkastuksia ja testauksia. Tarkastusten ja testausten laajuus sekä tarkastusväli riippuvat laitteiston tyypistä ja siitä miten paljon sitä käytetään.

Laboratorion työpöytien testaus- ja tarkastustoimenpiteet suositellaan tehtävän seuraavasti:

- ennen käyttöä aina laitteiden ja kytkentäjohtimien
- 6 kuukauden välein vikavirtasuojien testaus testipainikkeella
- 12 kuukauden välein hätäkytkinlaitteiden toiminnan testaus
- 24 kuukauden välein vikavirtasuojien testaaminen testilaitteella ja kattava silmämääräinen tarkastus
- 5 vuoden välein eristysresistanssin mittaus ja suojajohtimien jatkuvuuden testaus

(Oppilaitosten sähkölaboratorioiden sähköasennukset, Vitikka V-P).

Lisäksi standardin mukaan testaukset tulisi suorittaa seuraavasti:

- laitteiden ja kytkentäjohtimien silmämääräinen tarkastus aina ennen käytön aloittamista
- vikavirtasuojien testaus testipainikkeella valmistajan ohjeiden mukaisesti
- hätäkytkinlaitteiden toiminnan testaus 1 vuoden välein
- vikavirtasuojien testaaminen testilaitteella ja kattava silmämääräinen tarkastus enintään 2 vuoden välein
- eristysresistanssin mittaus ja suojajohtimien jatkuvuuden testaus enintään 5 vuoden välein (SFS 6000-8-803 2017, 8).

Opetuskäyttöön ja sähkölaitekorjaamo käyttöön tarkoitettussa sähkötyösalissa tarkemmat mittaus- sekä tarkastusajankohdat suositellaan tekemään seuraavasti:

- Merkintöjen ja suojalaitteiden arvojen tarkastus 3kk välein
- Mittajohtimien ja siirrettävien laitteiden kunnan tarkastus 3kk
- Vikavirtasuojien testaus testipainikkeella 3kk
- Koko asennuksen tarkastus silmämääräisesti 12 kk
- Vikavirtasuojien testaus mittalaitteella 12kk
- IT-järjestelmän eristystilan valvontalaitteen testaus 12kk
- Erotuslaitteiden ja hätä-seis toimintojen testaus 12kk
- IT-järjestelmän muuntajan eristystilan testaus 36kk
- Lattia- ja pöytäpintojen eristävyys testaus 36kk
- Koko asennuksen eristystilan mittaus 36kk
- Mittalaitteiden kalibrointi 36kk

(Sähkö-, työ- ja sähkötyöturvallisuuden toimintaohje. Peltola, S).

Oppilaitosten ja sähkölaitekorjaamojen laitteiden ja asennusten testaus- ja tarkastustoimenpiteille on olemassa monia eri suosituksia. Oppilaitoksen tulee tehdä oma kunnossa-

pito-ohjelma, jonka avulla voidaan määrittää tarkemmat oppilaitoksen käyttämät ajankohdat testauksille sekä tarkastuksille kuhan ne ovat standardin säätelien raja-arvojen sisällä.

SFS 6000-8-803 siis mahdollistaa, että oppilaitos ympäristöstä voidaan tehdä töitä tai kokeita, joita ei SFS 6002 mukaan voisi periaatteessa toteuttaa. Laboratoriossa on useasti kokeita tai mittauksia, joissa riskit sähkötyötaturmalle ovat normaalia korkeammat, vaikka kyseinen oppilaitos ympäristöä koskeva standardi antaa mahdollisuuden käyttää löyhempiä suojausmenetelmiä ei silti perussuojauksesta voi tinkiä. Suojausmenetelmien ja laitteiston toimivuus tulee lisäksi tarkistaa tietyin aikavälein kuten aikaisemmin mainittua.

3.6 Työskentely

Ennen sähkötöiden aloittamista seuraavien vaatimusten tulee täyttyä:

- 1) töitä johtamaan on nimetty henkilö, jolla on riittävä kelpoisuus (*sähkötöiden johtaja*);
- 2) itsenäisesti töitä suorittavalla ja valvovalla henkilöllä on riittävä kelpoisuus tai muuten riittävä ammattitaito;
- 3) toiminnanharjoittajan käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset työvälineet sekä sähköturvallisuutta koskevat säännökset;
- 4) toiminnasta on tehty ilmoitus sähköturvallisuusviranomaiselle ennen kuin sähkötöitä koskeva toiminta aloitetaan. (Sähköturvallisuuslaki 2016/1135, 55 §)

Sähkölaboratoriossa työskenneltäessä on aina oltava henkilö, joka valvoo työaikaista sähkötyöturvallisuutta. Tampereen ammattikorkeakoulun tapauksessa vastuu tästä on kunkin opintojakson opettajalla. Opettaja pitää huolen, että esimerkiksi työtä tekevät opiskelijat eivät vaaranna itseään taikka muita työtä tehdessään sekä on vastuussa siitä, että mitä opiskelijat saavat tehdä sähkölaboratoriossa itsenäisesti. Tampereen ammattikorkeakoulussa on muun muassa sovittu, että sähköjen kytkeminen laitteistoon on sallittua vain valvovalta opettajalta, vaikka työtä tekevästä ryhmästä löytyisi henkilö, joka olisi pätevä suorittamaan sähköistyksen.

Toisin kuin esimerkiksi sähkötöiden johtajan on valvojana toimivan opettajan oltava sähkölaboratoriossa, silloin kun töitä tilassa tehdään. Valvoja on oltava nimetty ja paikalla viimeistään silloin, kun sähkölaitteisto kytketään jännitteelliseksi. Valvojan on myös kerrottava mahdollisesti vaaratekijöistä työhön liittyen esimerkiksi pyörivästä akselista

taikka jännitteellisistä osista. Työskentelyn päätyttyä valvojan on varmistuttava siitä, että tilasta poistuvat hänen valvontaansa kuuluvat henkilöt.

Joillakin opintojaksoilla opintojaksoon kuuluu teoria opetuksen lisäksi myös jonkinlainen demonstraatio tai rastityyppinen koulutus sähkölaboratorion tiloissa. Tällaisissa tapauksissa valvojan vastuu korostuu, sillä usein opiskelijat jotka osallistuvat edellä mainitun tyyppiseen opintojaksoon ovat 1. tai 2. vuoden opiskelijoita, jotka ovat käyneet vain muutamia kertoja sähkölaboratorion tiloissa. Kyseisiä opiskelijoita tulee valvojan kohdella maallikon tavoin. Heitä tulee valvoa jatkuvasti ja antaa selkeät ohjeet mihin saa koskea ja mihin ei. Usein kytkennät ovat tehty valmiiksi laboratorioon, jolloin opiskelijoiden tehtäväksi jää korkeintaan virran tai jännitteen säätämistä, koska valvoja ei voi katsoa näiden opiskelijoiden olevan riittävästi opastettuja henkilöitä. Ongelmien sattuessa on kaikki vastuu lopulta valvojalla. Lisäksi lain ja standardien näkökulmasta on hyvin vaikea todistaa, onko opiskelijoita opastettu tarpeeksi, jos turvallisuuskoulutus on pidetty pelkästään suullisesti.

Rasti- ja demonstraatiokoulutukset sähkölaboratorion tiloissa ovat oiva keino mallintaa aloittaville opiskelijoilla sähkön peruseriäiteitä, mutta kyseistä kurssia pitävän opettajan on tiedostettava, että hänen vastuunsa on korostunut tällaisessa opetusmenetelmässä.

4 SÄHKÖTYÖTURVALLISUUSKOULUTUS TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULUSSA

Sähkötyöturvallisuuskoulutus on tärkeä osuus itse koulutusta, sillä tapaturman tai ongelmien sattuessa yleisesti syytä lähdetään ensimmäisenä etsimään puutteellisesta tai väärinymmärretystä turvallisuuskoulutuksesta.

”Ennen kuin sähkölaitteistossa tehdään käyttötoimenpiteitä tai töitä, on arvioitava sähköiset riskit. Tässä arviossa määritellään, miten käyttötoimenpiteet tai työt tehdään ja mitä turvallisuustoimenpiteitä tulee tehdä turvallisuuden varmistamiseksi” (SFS 6002 2015, 16).

4.1 Koulutus yleisesti

Ennen varsinaista sähkötyöturvallisuuskoulutusta Tampereen ammattikorkeakoulussa on suoritettava hätäensiapukoulutus hyväksytysti. Koulutus järjestetään yleisesti ensimmäisenä opiskeluvuonna ennen kuin varsinainen koulutus sähkölaboratoriossa alkaa.

Kun opiskelija on suorittanut edellä mainitun koulutuksen hyväksytysti voi hän osallistua varsinaisiin sähkölaboratoriossa tapahtuviin opintojaksoihin. Kunkin sähkölaboratoriossa tapahtuvan opintojakson alussa käydään tiloja ja laitteita koskeva sähkötyöturvallisuuskoulutus. Koulutuksen järjestävät opintojakson opettajat. Opintojakson aikana kerrataan läpi hätäensiapukurssilla saadut yleiset toimintaohjeet tapaturman tai hätätilanteen sattuessa. Lisäksi kerrotaan mitä erikoishuomiota tulee muistaa sähkötapaturman sattuessa. Koulutuksessa kerrotaan minkälaisia laitteita sähkölaboratorion tilat sisältävät ja selvennetään, mitä erityishuomiota tulee tehdä tiettyjä laitteita käyttäessä. Yleisesti tällaisia laitteita ovat vanhemmat laitteet, joissa sovelletaan sen aikaisia sähkötyöturvallisuusmääryksiä.






Lisäksi SFS 6002 standardin sisältöä käydään läpi erillisellä opintojaksolla ennen sähkötekniikanlaboratoriossa työskentelyn aloittamista.

4.2 Koulutuksen materiaali

Koulutuksen materiaali on saatavissa kaikille kurssin läsnäolijoille Moodle -käyttöliittymällä toimivasti Tampereen ammattikorkeakoulun Tabulasta, jotta sähkötyöturvallisuus materiaalin opiskelu ja kertaaminen, on myös mahdollista koulutuksen jälkeenkin.

Materiaali sisältää muun muassa yleiset toimintaohjeet hätätilanteiden sattuessa. Materiaalista löytyy myös erinäistä kuvamateriaalia, jonka avulla voidaan havainnollistaa yleisiä sähkölaboratorion sähkötyöturvallisuuteen liittyviä toimintatapoja. Esimerkiksi miten suurjännitelaboratorion maadoitus tulee suorittaa oikeaoppisesti ilman, että vaarantaa itseään taikka muita tilassa työskenteleviä. Esimerkki Tabulaan sijoitetusta turvallisuus-koulutusmateriaalista (kuva 7).

Turvallisuuskoulutus ja opastus

-  Turvallisuuskoulutus ja opastus (tilat A1-16 ja A1-17)
-  Sähkölaboratorion säännöt ja ohjeet (tilat A1-16 ja A1-17)
-  Suurjännitetilan säännöt (tila A1-16)
-  Painelu- ja puhalluselvytyt (PPE)
-  Ensiapuohjeet (SPR Aikuisen elvytysohjeet)

KUVA 7. Esimerkki kuinka sähkötyöturvallisuus- sekä ensiapuohjeet ovat sijoitettu Tabulaan (TAMK n.d.)

Koulutus siis sisältää seuraavat asiat:

- Hätäensiapu
- Yleiset säännöt ja ohjeet sähkölaboratoriolle
- Suurjännitetilan säännöt
- Tietoa laboratorion laitteista muun muassa sähköpääkeskuksen sijainti, työpöydän rakenne ja tietoa käytettävistä mittalaitteista.
- Kirjallisen lisämateriaalin sijainti
- Alkusammutuskaluston ja ensiapuvälineiden sijainti
- Laboratorion suojalaitteet
- Sähkötyöhön tarvittavat suojavälineet

- Mitä tehdä sähkötapaturman sattuessa
- Hätäuloskäyntien sijainti

Koulutuksessa käytävän sähkötyöturvallisuuskoulutuksen materiaalin pohjana toimii tällä hetkellä Turvallisuuskoulutus ja opastus (tilat A-16 ja A17) diasarja.

4.3 Koulutuksen arviointi

Koulutuksen arviointiin on Tampereen ammattikorkeakoulussa kehitetty muutama eri menetelmä. Ensimmäisiä laboratoriokursseja käydessä arviointi suoritetaan kirjallisella lomakkeella, johon vastataan kokonaisin lausein yleisiin sähkötyöturvallisuuskoulutuksessa käytyihin asioihin. Kysymys voi olla esimerkiksi: Mitä teet hätätilanteen sattuessa? Kurssia pitävät opettajat arvioivat tähän lomakkeeseen kirjoitetut vastaukset ja niiden perusteella päättävät, onko oppilas ymmärtänyt saadun ohjeistuksen.

Myöhäisimmissä kursseissa yleisesti 3. vuosikurssin alkaessa saatetaan käyttää toista arviointimenetelmää tarkistamaan opiskelijan ymmärrys sähkötyöturvallisuudesta. Tässä arviointitavassa opiskelija suorittaa Moodle- alustalla olevan sähkötyöturvallisuustentin, jossa väittämiin vastataan yksinkertaisesti kyllä tai ei. Kyseinen koe muodostuu 30:stä vaihtelevasta väittämästä, joista 28 tulee saada oikein kokeen läpäisemiksi. Rajatapauksissa annetaan lisäkoulutusta keskustelemalla opettajan kanssa kysymyksistä ja kertomalla omin sanoin mitä on ajatellut asiasta kyseissä kohdassa.

Läpäistyään kurssin opiskelija voidaan luokitella opastetuksi henkilöksi. Mutta koska on valvojan vastuulla myös tietää, että opiskelijat ovat ymmärtäneet ja tulevat noudattamaan annettuja sähkötyöturvallisuusohjeita, on heidän koulutuksen lisäksi vielä ennen laboratoriotyöskentelyn aloittamista hyväksyttävä saadut ohjeet. Tämä suoritetaan yksinkertaisesti seuraavasti, opiskelija menee laboratoriokurssin Moodle- alustalla olevalle tabulasivustolle, jossa kysytään ovatko saadut sähkötyöturvallisuusohjeet ymmärretty ja suostuuko opiskelija noudattamaan niitä. Kyseiseen kohtaan voi vastata myös ei, tällöin valvojalla on vastuu tarvittaessa antaa kyseiselle opiskelijalle lisäkoulutusta. Mikäli opiskelija ei suostu ohjeita noudattamaan ei hän voi osallistua kyseiselle opintojaksolle.

4.4 Koulutuksen koemateriaalin dokumentointi

Nykyisellään sähkötyöturvallisuuskoulutuksen läpäisseen opiskelijan kokeen dokumentointi riippuu suoritettua sähkötyöturvallisuuskokeen tyypistä. Tabulassa suoritettu koe tallentuu automaattisesti Tampereen ammattikorkeakoulun tietokantaan, kun taas paperille tehty koe arkistoidaan sähkötoiden johtajan toimesta. Ongelmatilanteissa on siis mahdollista, että tietyn henkilön suoritettu sähkötyöturvallisuuskoe voi olla tietojärjestelmässä tai arkistoituna paperimuodossa. Molemmat menetelmät ovat tällä hetkellä toimivia, mutta sekaannuksen mahdollisuus on olemassa, jos etsitään henkilön uusinta sähkötyöturvallisuuskoea, sillä esimerkiksi sähkövoimantekniikan opintosuuntausta käyvät opiskelijat voivat joutua suorittamaan sähkötyöturvallisuuskokeen lukuisia kertoja.

Suurin ongelma sähkötyöturvallisuuskokeen koemateriaalin arkistointiin liittyen on dokumentoitavan aineiston määrä. Paperista arkistoituja sähkötyöturvallisuuskokeita voi olla yhtäaikaaisesti useita satoja sähkötoiden johtajan hallussa. Koska nykypäivänä opiskelijan opinnot kestävät yleisesti 4-7 vuotta on epäselvää, milloin vanhoja sähkötyöturvallisuuskokeita voi hävittää. Sähkötoiden johtajan työn helpottamiseksi olisi hyvä esimerkiksi sopia, että paperisen koemateriaalin voi hävittää viimeistään kuusi vuotta sen jälkeen, kun opiskelija on aloittanut opiskelun tai aikaisemmin, jos opiskelija on varmasti valmistunut koulusta.

4.5 Koulutuksen sisältö lain ja standardien näkökulmasta

Tampereen ammattikorkeakoulussa kuten muissakin oppilaitoksissa sekä yrityksissä koulutuksen sisältö pohjautuu pitkälti voimassa olevaan sähkötyöturvallisuuslakiin (1135/2016). Laki sekä sähköalan standardit muun muassa SFS 6002 antavat tietyt reunaehdot koulutuksen sisällölle, joita oppilaitos voi soveltaa tarvittaessa. Esimerkiksi SFS 6002 mukaan sähkötyöturvallisuuskoulutuksen on sisällettävä vähintään seuraavat asiat:

- Sähkön aiheuttamat vaarat ja niiltä suojautuminen
- Sähkötyöturvallisuutta koskevien keskeisten säädösten periaatteet, säädösten mukaisten vastuuhenkilöiden tehtävät ja standardin SFS 6002 asema
- Standardin SFS 6002 sisältö soveltuvin osin
(SFS 6002 2015, X.9).

Lakien ja standardien uudistuessa niiden tulisi heijastua koulutukseen sisältöön. Juuri tämän takia on tärkeää päivittää koulutusmateriaalia. Etenkin oppilaitos ympäristössä sähkötyöturvallisuuskoulutuksen soveltaminen sellaiseksi, että siitä olisi kaikille mahdollisimman paljon hyötyä on hyvin vaikeaa, sillä oppilaiden lähtötasot voivat poiketa huomattavasti. Joten on tärkeää muodostaa selkeä koulutuksen rakenne, jonka avulla voidaan varmistua siitä, että joka ikinen pystyy ymmärtämään keskeiset asiat. Tällä hetkellä Tampereen ammattikorkeakoulun tarjoama sähkötyöturvallisuuskoulutus kattaa hyvin lain ja standardien antamat reunaehdot koulutuksen sisällölle.

5 KOULUTUKSEN KEHITTÄMINEN

Kuten aikaisemmin sanottua kattaa koulutus tällä hetkellä sähköturvallisuuskoulutuksella laaditut reunaehdot, mutta tämä ei tarkoita sitä, että koulutus olisi niin sanotusti täydellinen.

5.1 Koulutuksen mielekkyys

Tällä hetkellä koulutus on hyvin yksitoikkoinen, sillä käytännössä sama materiaali käydään läpi jokaisen laboratorioskurssin alussa. Esimerkiksi sähkövoimatekniikan koulutusohjelmassa on nykyisellään kolme eri laboratorioskurssia, joiden kaikkien alussa käydään läpi sama diamateriaali ennen laboratoriotyöskentelyn aloittamista ja mahdollisesti kaikilla kursseilla suoritetaan sama kyllä/ei menetelmään perustuva koe. Näin ollen opiskelijan on hyvin vaikea motivoida itseään opiskelemaan sähkötyöturvallisuutta sen enempiä kuin kokeeseen tarvitaan. Mielekkyyden kannalta olisi hyvä, jos sähkötyöturvallisuuskoulutuksen saisi jaksoteltua siten, että jokaisen kurssin alkaessa tulisi jonkin verran uutta asiaa.

Tämä on sinällään hyvin vaikeaa, sillä jokaisella laboratorioskursilla käytetään jonkin verran samaa laitteistoa. Joten lain sekä standardien näkökulmasta kaikkien laitteiden sekä työpisteiden sähkötyöturvallisuuteen liittyvät asiat tulisi olla käytynä ennen kuin työt aloitetaan, sillä opiskelijat ovat vapaita liikkumaan laboratoriossa työskentelyn aikana.

Toisena vaihtoehtona olisi yksi kattava sähkötyöturvallisuuskoulutus ensimmäisten laboratoriomittausten yhteydessä. Näin samaa materiaalia ei jouduttaisi käymään läpi useasti jokaisen kurssin yhteydessä. Kyseissä toimintatavassa ongelmaksi muodostuu valvojan vastuu, sillä eri laboratorio-opintojaksoilla yleensä valvojina toimivat opettajat ja opiskelijat vaihtelevat. Tästä muodostuu ongelma, sillä opiskelijoiden vaihtuessa ei valvojana toimivana opettajana voi olla täyttä varmuutta ovatko kaikki työskentelevät opiskelijat saaneet vaaditun turvallisuuskoulutuksen. Olisi mahdollista, että kaikkia laboratorioskursseja järjestäisivät samat opettajat, jolloin edellä mainittu toimintamalli mahdollistuisi. Mikäli päätettäisiin, että laboratorio-opintojaksoja pitäisivät vain tietyt muutamat opettajat tulisi opintojaksojen rakenteista mahdollisesti niin jäykkiä, että esimerkiksi sairastumisen takia ei kyseistä opintojaksoa voitaisi järjestää suunnitellusti.

Koulutusta päätettiin uudistaa ja kehittää luomalla uudet päivitetty Powerpoint- diasarjat. Opiskelijoille, jotka käyttävät TAMK:in sähkölaboratorion kaikkia laitteita ja tiloja päätettiin luoda oma diasarja, joka sisältää turvallisuusohjeistuksen kaikkiin laitteistoihin ja tiloihin. Tämän lisäksi rakennetaan oma hieman suppeampi diasarja opiskelijoille, jotka käyttävät laitteita ja tiloja vain osittain.

Päivityksissä diasarjoissa on pyritty siihen, että turvallisuuskoulutukseen niin sanottu kuumaton materiaali on poistettu yleisestä turvallisuuskoulutusmateriaalista. Tähän kuluiin muun muassa kuvia ja tietoja laitteistoista, jotka eivät ole tällä hetkellä käytössä. Päivitettyyn diasarjaan lisättiin lisäksi tietoa yleisesti käytettyjen laitteistojen käyttötarkoituksista esimerkiksi sähköverkkomalli ja piensähköverkkomalli. Lisäksi ensiapuohjeita on päivitetty. Painelu-puhalluselvytyksen ohjeisiin päivitettiin uudet Suomen Punaisen Ristin suosittelema painelutiheys.

Työkohtainen opastus pidetään edelleen valvojan vastuulla työn yhteydessä. Päivitetyn diasarjan tarkoitus on kertoa yleiset turvallisuusasiat laboratoriossa ja mahdolliset työkohtaiseen sähkötyöturvallisuuteen ja yleiseen turvallisuuteen liittyvät asiat pyritään sisällyttämään työohjeisiin sekä mahdollisten lisäohjeiden anto on valvojan vastuulla.

Materiaaliin lisättiin lisäksi kuva kertomaan virallisen laboratorion hätäuloskäynnin sijainti (kuva 8.)



KUVA 8. Hätäuloskäynti

Laboratoriossa sijaitsee kaksi mahdollista uloskäyntiä. Mikäli poistuminen pääsisäänkäynnin kautta ei ole mahdollista, niin hätätilanteen sattuessa tulisi käyttää Teiskontien puoleista hätäuloskäyntiä. Kyseisestä uloskäynnistä pääsee hätätilanteessa poistumaan suoraan ulos.

5.2 Koulutuksen materiaalin saatavuus

Sähkötyöturvallisuus koulutuksen materiaali on nykyisellään tallennettuna tietokantaan, johon vain tietyillä henkilöillä on pääsy. Periaatteessa on mahdollista luoda Tabulaan kurssi, jossa kaikki sähkötyöturvallisuus materiaali sijaitisi, johon kaikilla opiskelijoilla olisi pääsy. Ongelmaksi muodostuu tosin opiskelijoiden määrä kyseisellä Tabulakursilla, sillä kurssilla voi olla opiskelijoita useita satoja. Järkevämpi vaihtoehto on luoda Tabulakurssi opettajille, keiden opintojaksojen koulutus tapahtuu osittain tai kokonaan sähkölaboratoriossa. Kyseinen Tabulakurssi olisi esimerkiksi sähkötöiden johtajan ylläpitämä ja sinne päivitetäisiin aina uusimmat sähkötyöturvallisuusmateriaalit. Materiaalin varmuuskopiointi voitaisiin edelleen suorittaa tietokantaan.

Opettajilla, jotka pitävät opintojaksoja vain osittain sähkölaboratoriossa tulee olla mahdollisuus jakaa turvallisuuskoulutuksen materiaali opiskelijoille, jotta he pystyvät tutustumaan kyseiseen materiaaliin ennen laboratoriossa työskentelyä.

6 POHDINTA

Sähkölaboratorion sähkötyöturvallisuutta käsitellessä huomioon täytyi ottaa yleisen sähkötyöturvallisuus lain lisäksi useita sähkölaboratoriota koskevia SFS- standardeja. Etenkin standardit SFS 6000-8-803, SFS 6002 ja SFS-EN 50191. Sähkölaboratorio on myös työympäristönä ainutlaatuinen tila, sillä siellä työskentelee usean eri ammattitaitotason omaavia henkilöitä, jolloin tämä on turvallisuuskoulutusmateriaalia rakentaessa otettava huomioon.

Työssä suurimpia haasteita olivat muun muassa mitä SFS- standardia tulee soveltaa kuhunkin tilaan. Useat standardien sanelemat määräykset ovat viittauksia toisiin standardeihin etenkin SFS 6000-8-803 tapauksessa. Lisäksi turvallisuuskoulutuksen materiaalia rajatessa oli osittain vaikea ratkoa, mitkä asiat olivat välttämättömiä turvallisuuskoulutuksen sisällön kannalta ja mitkä asiat olivat sellaisia, jotka eivät ole välttämättömiä, mutta ne olisi hyvä kaikkien laboratoriotiloja käyttävien tietää.

Tulevaisuuden kannalta on tärkeää päivittää turvallisuuskoulutuksen materiaali ajankohtaiseksi, mikäli lainsäädäntö ja sähköalan standardit muuttuvat. Laboratorion laitteiston vaihtuessa tai uusiutuessa tulee laitteiston muutoksien siirtyä myös turvallisuuskoulutukseen.

LÄHTEET

Kohtala, M. 2016. Sähkölaboratorion turvallisuuskoulutus ja opastus. Toimintaohje. Tampereen ammattikorkeakoulu.

Peltola, S. 2013. Sähkö-, työ ja sähkötyöturvallisuuden toimintaohje sähköalan koulutukseen. Satakunnan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

SFS-EN 50191. 2011. Sähköisten testauslaitteistojen asennus ja käyttö. 2. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Luettu 2.4.2018. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/CENELEC/ID2/5/163801.html.stx>

SFS 6002. 2015. Sähkötyöturvallisuus. 3. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Luettu 9.3.2018. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/353477.html.stx>

SFS 6008-8-803. 2017. Pienjännitesähköasennukset. Täydentävät vaatimukset sähkölaittekorjaamot ja laboratoriot. 4. painos. Helsinki: Suomen standardoimisliitto SFS. Luettu 15.3.2018. Vaatii käyttöoikeuden. <https://online.sfs.fi.elib.tamk.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/537533.html.stx>

Suomen Punainen Risti. 2016. Aikuisen painelu-puhalluselvytys. Toimintaohje. Tulostettu 12.4.2018 https://www.punainenristi.fi/sites/frc2011.mearra.com/files/tiedostolaukset/2016_kuvallinen_aikuisen_ppe_yksi_auttaja.pdf

Sähköturvallisuuslaki. 2016/1135.

TAMK. n.d. Sähkövoimatekniikan laboratoriot 3. Verkkomateriaali. Tabula oppimisympäristö.

Työ- ja elinkeinoministeriön asetus sähköalan töistä annetun kauppaja- ja teollisuusministeriön päätöksen muuttamisesta. 2010/351.

Vitikka, V-P. Oppilaitoksen sähkölaboratorioiden sähköasennukset. Luettu 15.3.2018. http://www.sahkoala.fi/opiskelu/sahkotyoturvallisuus/fi_FI/sahkolaboratoriot/

LIITTEET

Liite 1. Suurjännitetilassa kielletyn alueen rajat.

SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS
FINNISH STANDARDS ASSOCIATION SFS

SFS-EN 50191
33

A.2 Prohibition zone and test area

Table A.2 Prohibition zone (s) dependent on test voltages to earth (U)

Alternating test voltage 50/60 Hz (r.m.s. value)		Lightning impulse voltage 1,2/50 μ s (peak value)		Switching impulse voltage 250/2 500 μ s (peak value)	
U _k V	s ^a mm	U kV	s mm	U kV	s mm
≤ 1	ei kosketusta	20	100	500	2 000
3	20	40	175	600	2 600
5	30	60	250	700	3 300
6	35	80	325	800	4 100
10	60	100	400	900	4 900
15	85	150	550	1 000	5 800
20	115	200	700	1 100	6 800
25	140	250	850	1 200	7 800
30	170	300	1 000	1 300	8 900
35	195	350	1 100	1 400	10 000
40	225	400	1 200	1 500	11 200
45	250	450	1 300	1 600	12 500
50	280	500	1 400		
55	305	600	1 650		
60	335	700	1 950		
70	390	800	2 200		
80	450	900	2 450		
90	510	1 000	2 700		
100	560	1 100	2 950		
110	620	1 200	3 250		
130	740	1 300	3 500		
150	860	1 400	3 750		
170	980	1 500	4 000		
190	1 100				
210	1 240				
220	1 300				
260	1 550				
300	1 850				
340	2 150				
380	2 450				
420	2 750				
460	3 100				
500	3 500				
600	4 500				
700	5 600				
800	6 900				
900	8 300				
1 000	9 900				

Intermediate values may be obtained by interpolation; however, linear extrapolation beyond the highest specified values is not permissible.
For d.c. test voltages up to 1 000 kV the distance s shall comply with the value for lightning impulse voltages.
The table is not applicable to high-frequency voltages or any voltages other than those specified.

^a s is the distance in air from live parts.

Tämä julkaisu on ladattu SFS Online-palvelusta (sfp. sfs.fi) 22.03.2018.
Lataaja: IP-käyttäjä Vain Tampereen ammattikorkeakoulu Oy Käyttöön.

(SFS-EN 50191, 33).