



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Mikael Pyykkönen

# Alle 1000 voltin sähkölaitteistojen jännitetyöt

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

2.6.2019

Tekijä Otsikko	Mikael Pyykkönen Alle 1000 voltin sähkölaitteistojen jännitetyöt
Sivumäärä Aika	27 sivua 2.6.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkötekniikka
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Tuomo Heikkinen yksikönpäällikkö Ville Vilska
<p>Insinööriyön tavoitteena oli tutkia yleisiä jännitetyöohjeita alle 1000 voltin sähkölaitteistoissa Are Oy:n Vantaan sähköhuollossa sekä selvittää miten nämä liittyvät Are Oy:n Vantaan sähköhuollon toimintaan. Jännitetyössä työn tekijä tarkoituksellisesti koskettaa jännitteistä osaa tai ulottuu jännitetyöalueelle kehonsa osilla tai käsiteltävillä työkaluilla, varusteilla tai laitteilla. Työn määritelmään ja vaativuuteen vaikuttaa järjestelmässä esiintyvä jännite ja virta sekä työn luonne.</p> <p>Selvitystyö aloitettiin perehtymällä jännitetöihin liittyvään standardeihin ja näissä esitettyihin määrittelyihin ja vaatimuksiin jännitetyön luonteesta ja vaatimuksista. Selvitystyön yhteydessä kouluttauduttiin Sähköinfon järjestämällä virallisella jännitetyökurssilla.</p> <p>Insinööriyön lopputuloksena saatiin kattava selvitys jännitetyön määritelmästä, vaatimustasoista, edellytyksistä, koulutuksesta ja vaaroista.</p> <p>Tätä insinööriyötä voidaan tulevaisuudessa käyttää alle 1000 V:n sähköjärjestelmien jännitetöiden tunnistukseen ja työn vaativuuden määrittelyyn.</p>	
Avainsanat	jännitetyö, 1000V, turvallisuus

Author Title	Mikael Pyykkönen Live electrical works under 1000V electrical systems
Number of Pages Date	27 pages 2 <sup>nd</sup> June 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Tuomo Heikkinen, Lecturer Ville Vilska, Head Of Unit
<p>The purpose of the thesis was to study general voltage work instructions in live electrical installations under 1000 volts in Are Oy's Vantaa electrical service and to find out how these are related to Are Oy's Vantaa electrical service operations. In live electrical works, the employee deliberately touches a live part or extends to a live electrical working area with parts of his body or with tools, equipment or equipment being processed. The definition and complexity of the works is affected by the voltage and current in the system and the nature of the works.</p> <p>The study was started by familiarizing with the related standards and the specifications and requirements presented in them for the nature and requirements of live electrical works. In connection with the study, the official voltage training course organized by the Sähköinfo was participated in.</p> <p>The final result of the thesis was a comprehensive explanation of the definition, requirements, requirements, training and dangers of live electrical works.</p> <p>In the future, this thesis can be used to identify the voltage work of less than 1000 volts electrical systems and to define the demands for the works.</p>	
Keywords	live electrical works, 1000V, safety

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Jännitetoissa sovellettavat lait, standardit ja määräykset	2
3	Jännitetyö	4
3.1	Jännitetyön määritelmä	4
3.2	Lähityö	5
3.3	Jännitetyön eri vaativuustasot	7
3.4	Jännitetyön työryhmä	8
3.5	Jännitetyön edellytykset ja jännitetyökoulutus	9
3.6	Jännitetyön vaarat	10
4	Jännitetyön koulutus ja kokemusvaatimukset	13
	Maallikko	13
	Opastettu henkilö	13
	Sähköalan ammattihenkilö	14
5	Jännitetyössä käytettävät henkilösuojaimet ja jännitetyökalut	15
	Eristysaineiset lisäsuojat	16
	Jännitetyövälineet	17
6	Jännitetyöohje	20
	Jännitetyöohje lähtöjen lisäämisestä ja poistamisesta 48 VDC:n voimalaitteissa	23
	Jännitetyöohje johdonsuojan vaihtamisesta jännitteisenä	24
8	Yhteenveto	25
	Lähteet	26

## Lyhenteet

AC	Alternating Current, vaihtovirta
CEN	European Committee for Standardization, eurooppalainen standardoimisjärjestö
DC	Direct Current, tasavirta
$D_L$	Jännitetyöalueen ulkorajan mitta
$D_{L2}$	Jännitetyöalueen ulkorajan mitta ilmajohtolla
EN-standardi	Eurooppalaisen standardoimisjärjestön vahvistama standardi
IEC	International Electrotechnical Commission, kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio
ISO	International Organisation for Standardization, kansainvälinen standardoimisjärjestö
$I_{oikosulku}$	Oikosulkuvirta
IP-luokitus	International Protection. Euroopassa käytössä oleva luokitus sähkölaitteiden ja – koteloiden tiiveydestä.
PELV	PELV-järjestelmässä jännite 50 V vaihtojännitettä tai 120 V tasajännitettä. Järjestelmä on erotettu suojaerotuksella muista kuin PELV-järjestelmien piireistä ja PELV-järjestelmän ja muiden PELV-järjestelmien välillä.
PEN-johdin	PEN-johtimessa on yhdistetty suojamaadoitus (PE) ja nolla (N).
SELV	SELV-järjestelmässä jännite 50 V vaihtojännitettä tai 120 V tasajännitettä. Järjestelmä on erotettu suojaerotuksella muista kuin SELV-järjestelmien piireistä ja peruseristyksellä SELV-järjestelmän ja muiden SELV-järjestelmien välillä. Järjestelmä on peruseristetty SELV-järjestelmän ja maan välillä.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, Suomen kansallinen standardoimiskeskusjärjestö
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
$t_{oikosulku}$	Aika oikosululla
$U_N$	Nimellisjännite

UPS	Uninterruptible Power Source. Järjestelmä tai laite, jonka tehtävä on tasata tasainen virransyöttö lyhyissä katkoksissa ja syöttöjännitteen epätasaisuuksissa.
$U_{\text{valokaari}}$	Valokaaren jännite

## 1 Johdanto

Are Oy:n Vantaan sähköhuollossa rakennetaan, saneerataan ja huolletaan asiakkaiden sähkölaitteistoja. Sähkölaitteistoihin on tarve tehdä sähkötöitä jännitteisenä johtuen asiakkaan tarpeesta katkottomaan sähköntuottoon tai järjestelmästä johtuen. Näistä tarpeista johtuen tehdään pääasiallisesti perustason jännitetöitä pysyväsiohjeella UPS- ja voimalaittejärjestelmissä sekä yksittäisiä perustason ja vaativan tason jännitetöitä työkohtaisella ohjeella alle 1000 V:n sähköjärjestelmissä. Tässä työssä perehdytään jännitetöihin alle 1000 V:n sähköjärjestelmissä ja niitä koskeviin lakeihin ja standardeihin. Työssä käydään läpi mitä jännitetyö on, jännitetyön määritelmät ja tasot sekä edellytykset työntekijöiltä ja ympäristöltä. Työ käsittelee jännitetyön vaaroja, vaatimustasoja ja miten suojaudutaan vaaroilta eri jännitetöissä. Insinööriyön tarkoituksena on tutkia yleisiä jännitetyöohjeita alle 1000 V:n sähkö-laitteistoissa Are Oy:n Vantaan sähköhuollossa sekä selvittää miten nämä liittyvät Are Oy:n Vantaan sähköhuollon toimintaan.

Are Oy ostettiin osaksi Onvest-konsernia 1990-luvulla. Are Oy liiketoimintaan kuuluu talotekniikan urakointi, modernisointi eli korjausrakentaminen sekä kiinteistöpalvelut. 2000-luvun alussa Are perusti kiinteistöpalvelutoiminnan, joka on noussut liikevaihdoltaan talotekniikan urakoinnin suuruiseksi. Vantaan sähköhuolto on osa Aren Vantaan pääkonttorilla sijaitsevaa pääkaupunkiseudun kiinteistöpalvelua ja modernisointia. [1.] Are Oy on Suomen suurin talotekniikkayritys. Vuonna 2014 Are Oy osti Lemminkäisen talotekniikkatoiminnan ja kasvoi liikevaihdolla mitattuna Suomen suurimmaksi talotekniikan toimijaksi. Are laajensi liiketoimintaansa Ruotsiin ostamalla Göteborgin alueella toimivan talotekniikkayrityksen Kungävlis Rörlaggerin, oston myötä Aren henkilöstön määrä kasvoi 3400 työntekijään Suomessa, Ruotsissa ja Pietarin alueella Venäjällä. Aren liikevaihto vuonna 2017 391,7 miljoonaa euroa 6,6 miljoonan euron tuloksella. Kiinteistöpalvelut ja talotekniikkaurakointi ovat liikevaihdoltaan Arelle yhtä suuria. [1;7.] Aren Vantaan sähköhuolto koostuu kiinteistöpalveluyksiköstä ja modernisointiyksiköstä. Yksiköiden pääasiallinen sähköhuoltotoiminta perustuu sopimusasiakkaiden palveluun puitesopimusten pohjalta sekä pienempiin kertaluontoisiin projekteihin. Asiakkaiden palveleminen on laaja-alaista konesaleissa, teollisuusympäristöissä, liikekeskuksissa sekä asunnoissa.

## 2 Jännitetöissä sovellettavat lait, standardit ja määräykset

Sähkötöiden ja täten myös jännitetöiden asetuksia, standardeja ja määräyksiä käsitellään sähköturvallisuuslaissa 1135/2016, valtioneuvoston asetuksessa sähkötyöstä ja käyttötyöstä 1435/2016 ja Tukes-luettelossa s10-2019 luetteloiduissa standardeissa. Lisäksi Suomi on ilmoittanut standardissa EN 50110-2 (Operation of electrical installations – Part 2: National annexes) noudatettavaksi työturvallisuuslakia 783/2002. [2.]

*Työturvallisuuslakia 378/2002* sovelletaan työsopimuksen perusteella tehtävään työhön. Laki velvoittaa työnantajaa huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä. Jännitetöiden osalta tämä tarkoittaa vaarojen selvittämistä ja arviointia, työympäristön ja työn suunnittelua ilman vaaraa työntekijälle, työntekijän opetusta ja ohjausta sekä riittävien henkilösuojainten ja apuvälineiden hankinta työntekijälle. Laki velvoittaa myös työntekijää noudattamaan työnantajan ohjeistusta, tarvittavaa turvallisuuden ylläpitämistä järjestyksen, siisteyden, huolellisuuden ja varovaisuuden osalta. Laki velvoittaa myös työntekijää huolehtimaan muiden työntekijöiden turvallisuudesta. Työntekijällä on oikeus pidättäytyä työstä, mikäli työ aiheuttaa työntekijöiden hengelle tai terveydelle vaaraa. [11.]

*Sähköturvallisuuslain 1135/2016* tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteen ja -laitteiston käytön pitäminen turvallisena ja estää sähkön käytöstä johtuvat sähkömagneettisten häiriöiden haitalliset vaikutukset sekä turvata sähkölaitteen tai -laitteiston sähkövirran tai magneettikentän välityksellä aiheuttamasta vahingosta kärsineen oikeudet. Lisäksi lain tarkoituksena on varmistaa sähkölaitteiden vaatimuksenmukaisuus ja vapaa liikkuvuus. Laissa säädetään sähkölaitteille ja -laitteistolle asennettavista vaatimuksista, sähkölaitteiden ja -laitteistojen vaatimuksenmukaisuuden osoittamisesta ja vaatimuksenmukaisuuden valvonnasta, sähköalan töistä ja niiden valvonnasta sekä sähkölaitteen ja -laitteiston haltijan vahingonkorvausvelvollisuudesta. [9.]

Sähköturvallisuuslakia sovelletaan sähkölaitteisiin ja -laitteistoihin, joita käytetään sähkön tuottamisessa, siirrossa, jakelussa tai käytössä ja joiden sähköisistä ja sähkömagneettisista ominaisuuksista voi aiheutua vahingon vaaraa tai häiriöitä. Sähköturvallisuuslakia sovelletaan myös radiolaitteisiin ja viestintäverkkoihin siltä osin kuin niistä voi aiheutua vaaraa hengelle, terveydelle tai omaisuudelle taikka haitallisia häiriöitä, joista ei säädetä tietoyhteiskuntakaassa (917/2014) tai sen nojalla annetuissa säädöksissä. [9.]



*Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä 1435/2016* säättää sähköturvallisuuslain luvussa 4 tarkoitetuista sähkö- ja käyttötyöistä sekä niiden suorittajan kelpoisuusvaatimuksista. Asetus säättää sähköalan perusvaatimukset, vaatimukset sähköalan opinnoille, työkokemuksen perusvaatimukset ja sähkötyöturvallisuuden olennaiset turvallisuusvaatimukset. Asetus säättää liitteessä sähkötyöiden yleiset vaatimukset sähkötyöiden suorittamiselle, sähkötyöiden työnaikaisen turvallisuuden valvonnan, ohjeet ja opastukset, sähkötyöissä käytettävät välineet ja varusteet, käyttötyöt, sähkötyöt jännitteettömässä sähkölaitteistossa, työt sähkölaitteistojen läheisyydessä ja vaatimukset jännitetyön suorittamiselle. Valtioneuvoston asetus korvaa aikaisemman Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen sähköalan töistä 5.7.1996/516. [10.]

Sähköturvallisuuslain (1135/2016) 33 §:n ja 84 §:n mukaan Turvallisuus ja kemikaalivirasto julkaisee luettelon niistä standardeista, joita noudattaen katsotaan lain vaatimusten täyttyvän sähkölaitteiston rakenteelle ja sähkötyöturvallisuudelle. Tukes-luettelo s10-2019 korvaa aikaisemman Tukes-ohjeen s10-2018. Tukes luettelo vahvistaa noudattamalla sähkötyöturvallisuusstandardia SFS 6002 (2015) + A1 (2018) sähköturvallisuuslain 1135/2016 31 § ja 82 § nojalla annettujen olennaisten turvallisuusvaatimusten täyttyvän. [3.]

Sähkötyöturvallisuusstandardia sovelletaan kaikkeen sähkölaitteiston käyttöön ja työkentelyyn sähkölaitteistossa tai niiden läheisyydessä kaikilla jännitealueilla pienenjännitteistä suurjännitteisiin. Standardi asettaa vaatimukset turvalliseen sähkölaitteiston käyttöön ja sähkölaitteistoissa tai niiden läheisyydessä työkentelyyn poislukien sähkölaitteistoja ja -laitteita käyttävät maallikot, jos sähkölaitteistot ja -laitteet täyttävät niitä koskevien standardien vaatimukset ja on rakennettu ja asennettu maallikoiden käytettäväksi. Standardissa esitetään jännitetyön vaatimukset EN-standardissa ja kansallisessa lisävaatimusliitteessä Y. Mikäli EN-standardin vaatimukset ja kansalliset vaatimukset ovat ristiriidassa, noudatetaan Suomessa käytössä olevia kansallisia vaatimuksia.

### 3 Jännitetyö

#### 3.1 Jännitetyön määritelmä

Jännitetyössä työn tekijä tarkoituksellisesti koskettaa jännitteistä osaa tai ulottuu jännitetyöalueelle kehonsa osilla tai käsiteltävillä työkaluilla, varusteilla tai laitteilla. Jännitetyössä noudatetaan kohdan jännitetyöohjeen mukaisia jännitetyömenetelmiä. Tahaton jännitteisen osan koskettaminen tai jännitetyöalueelle joutuminen ei ole jännitetyötä. Jännitetyön ulkorajan mitat ovat esitetty SFS-standardin 6002 taulukossa Y.1. Pienjännitteellä tehtäville jännitetyöille ei ole määritelty mittaa uusimmassa sähkötyöturvallisuusstandardissa, koska pienten mittojen tarkistaminen ennen työn aloitusta ei ole järkevää. Pienjännitteellä jännitetyöksi lasketaan työ, jossa kosketetaan jännitteistä sähkölaitteiston osaa jännitetyökalulla. [2.]:

**Taulukko 1. Jännite- ja lähityöalueen mitat [2.]**

Nimellisjännite	Jännitetyöalueen	Jännitetyöalueen
$U_N$ kV	ulkorajan mitta $D_L$ m	ulkorajan mitta ilmajohdolla $D_{L2}$ m
$\leq 1$	ei kosketusta	0,5
3	0,22	1,50 (1,00)
6	0,25	1,50 (1,00)
10	0,35	1,50 (1,00)
20	0,4	1,50 (1,00)
30	0,56	1,50 (1,00)
45	0,63	1,50 (1,00)
110	1,0	1,50 (1,20)
220	1,6	2
400	2,5	3,5
Ilmajohdoissa suluissa oleva arvo tarkoittaa etäisyyttä suoraan jännitteisen osan alapuolella		

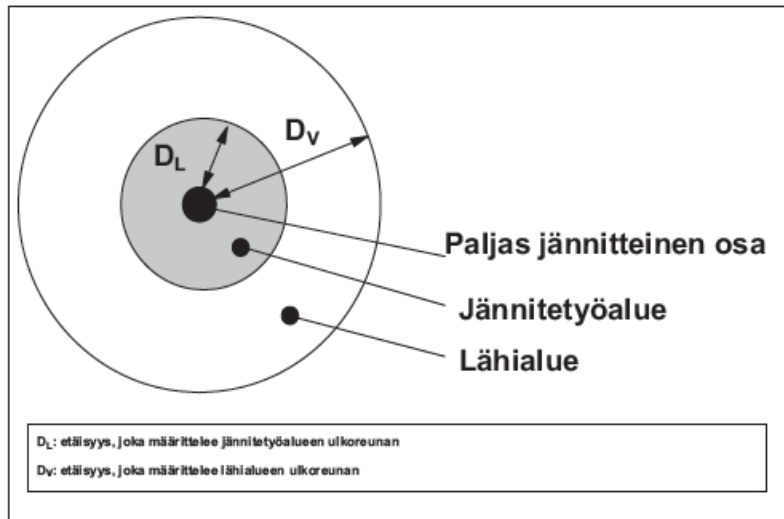
Riippukierrekaapelilla ei tarvitse noudattaa jännitetyöalueen ulkorajan mitta, mutta riippukierrekaapelia käsitellessä saa noudattaa vain erityisiä jännitetyömenetelmiä, koska kaapelin eristys voi olla vaurioitunut tai PEN-johtimessa voi olla vaarallinen jännite. [2, liite Y.]

*Jännitetyönä ei pidetä seuraavia vakiintuneita toimenpiteitä, joissa voidaan kosketta jännitteistä osaa asianmukaisella välineellä tai joutua jännitetyöalueelle:*

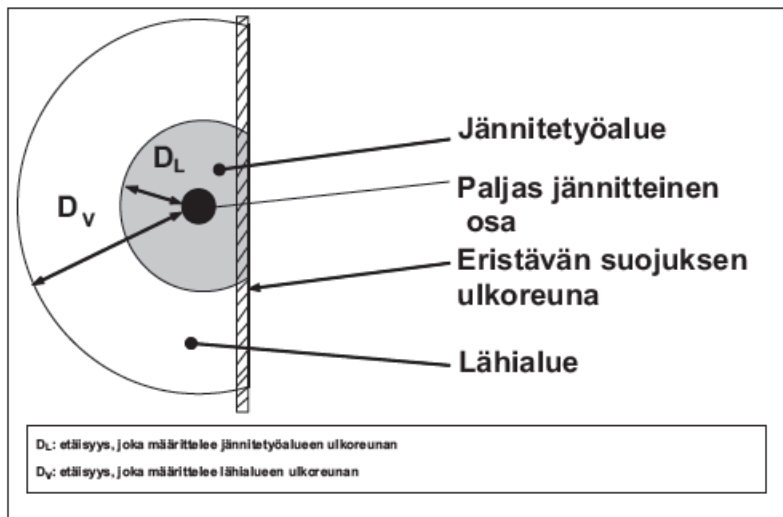
- käyttötoimenpiteet ja toiminnan tarkastukset
- työskentely jännitteisten osien läheisyydessä
- sulakkeiden, lamppujen ja tarvikkeiden vaihto
- kojeiston ovien tai luukkujen avaaminen sekä työskentelysuojien asentaminen
- riviliitintyyppisten liittimien jälkikiristys jännitetyöruuvitalalla, jos liitin täyttää kotelointiluokan IP2X:n tai IPXXB:n vaatimukset [2.]

### 3.2 Lähityö

Lähityöalue on jännitetyöaluetta ympäröivä alue (Kuva 1). Pienjännitteellä lähityöalue on alle 0,5 m paljaasta jännitteisestä osasta. Lähityöksi katsotaan kaikki työ, jossa työntekijä on lähialueen sisällä, ulottuu kehonsa osilla tai käsittelemillään työkaluilla, varusteilla tai laitteilla lähialueelle, muttei ulotu työalueelle. Lähityöalueella käytetään tilapäisiä eristeaineisia suoja tai riittävää valvottua etäisyyttä jännitteisistä osista työntekijän turvallisuuden takaamiseksi. Eristetty alue merkitään selkeästi esimerkiksi lippusiimalla. [4.]



Kuva 1 Jännitetyöalueen ja lähialueen määrittäminen. [2.]



Kuva 2 Jännitetyöalueen ja lähialueen rajoitus käyttämällä eristävää suojausta [2.]

Lähityöalueella työskennellessä pitää käyttää jännitetyökaluja ja varusteita tarpeen mukaan. Eristetyt työkalut, jännitetyöhanskat sekä eristeaineiset peitteet suojaavat jännitteeseen komponenttiin koskemiselta. Vanhoissa sähkölaitteistoissa voidaan joutua hyvin lähelle paljaita jännitteisiä osia, joilla ei ole nykystandardien mukaista IP-luokitusta. Tällöin itse työalue on jännitteetön, mutta lähialueelle jää paljaita jännitteisiä komponentteja. Opastamisen järjestäminen lähityöalueella työskenteleville maallikoille kuuluu työmaasta vastaavalle henkilölle. Opastaminen kuuluu sähköalan ammattilaiselle. Näitä töitä ovat esimerkiksi siivous, nostot, kuljetukset ja rakennustyöt. [2.]

### 3.3 Jännitetyön eri vaativuustasot

Jännitetyöt luokitellaan perustason tai vaativan tason jännitetyöksi. Perustason jännitetyitä korkean oikosulkuvirran akustotyöt, ohjauspiirien muutostyöt, liitosten kytkeminen liittimillä jännitteisenä kytkettäviksi tarkoitetuilla liittimillä ja helposti tehtävä komponentin lisäys tai poisto; esimerkiksi jonovarokeytkimen lisäys tai poisto silloin kun sen on suunniteltu tehtävän jännitteisenä. Perustason jännitetyitä saavat yleensä tehdä vain sähköalan ammattihenkilöt. Opastetut henkilöt, joilla on koulutusta tai kokemusta saavat tehdä vain pienoisjännitteellä tehtäviä töitä, joihin heille on annettu työmenetelmäkohtainen ohje. [2.]

Vaativia jännitetyitä ovat suurjännitteellä tehtävät työt, vaativien liitosten teko esimerkiksi pulttiliitoksien teko liitäntöjä varten ja niiden jälkikiristys, korjaus- ja muutostyöt kosketusuojaamattomassa kojeistossa, avojohdoilla tehtävät työt ja muut työt joita ei voida tehdä perustason jännitetyinä. Vaativia jännitetyitä saavat tehdä vain sähköalan ammattihenkilöt. [2.]

Taulukko 3. Yhteenveto eritasoisista jännitetyistä [2.]:

Jännitetyön taso	Perustason jännitetyö	Vaativa jännitetyö
Tunnuspiirteitä	Jännitteinen osa voidaan kiinnittää ja irrottaa Oikosulkuvirta on rajoitettu tai on käytössä suojaus koskettamiselta	Jännitteinen osa voidaan kiinnittää tai irrottaa Oikosulkuvirta on suuri Kyseessä on suurjännite
Vaatimukset työn tekijälle	Pienjännitteellä sähköalan ammattihenkilöllä jännitetyökoulutus, jossa työvaihekohtainen harjoittelu Pienoisjännitteellä myös opastettu henkilö, jolla sähköalan koulutusta ja/tai työkokemusta, ja jolla on työmenetelmää koskeva yksityiskohtainen jännitetyökoulutus	Sähköalan ammattihenkilö, jolla on yksityiskohtainen työmenetelmäkohtainen jännitetyökoulutus
Työryhmä	Yleensä kaksi henkilöä, tapauskohtaisesti yksi henkilö (kts. 4.12)	Kaksi henkilöä

Työkohde	Pienoisjännite, jossa on suuren oikosulun tai pienjännite tai pienivirtainen erikoisuurijännite	Pienjännite, jossa oikosulkuvirta on suuri tai suurjännite
Työvälineet ja suojaimet	Jännitetyövälineet ja kyseiselle jännitteelle tarkoitetut jännitteenkoettimet ja mittapäät Tarvittaessa työmenetelmäkohtaiset erikoistyökalut Suojaimet työohjeen mukaan. Yleensä jännitetyökäsineet, valokaareilta suojaava vaatetus ja kasvosuojain silloin kun on voimakkaan valokaaren vaara	Kuten perustason jännitetyössä Suurjännitteellä kyseiselle jännitteelle tarkoitetut jännitetyövälineet
Työ-ohje ja työ lupa	Työmenetelmäkohtainen ohje ja kirjallinen pysyväislupa tai tapauskohtainen lupa	Työmenetelmäkohtainen ohje ja tapauskohtainen lupa

Vaativia jännitetöitä ovat suurjännitteellä tehtävät työt, vaativien liitosten teko esimerkiksi pulttiliitoksien teko liitäntöjä varten ja niiden jälkikiristys, korjaus- ja muutostyöt kosketus-suojaamattomassa kojeistossa, avojohdoilla tehtävät työt ja muut työt joita ei voida tehdä perustason jännitetöinä. Vaativia jännitetöitä saavat tehdä vain sähköalan ammattihenkilöt. [2.]

Vantaan sähköhuollossa jännitetöitä tehdään alle 1000 V:n järjestelmissä asiakaskoh-teissa. Suurin osa tehdyistä jännitetöistä tehdään konesaleissa, sairaaloissa ja tuotanto-tiloissa, joissa jännitekatkot tuotannossa ovat poissuljettu ratkaisu. Yleensä konesalien syöttöjärjestelmät ovat kahdennettuja, joten jännitetyön tarve poistuu. Yli 1000 V:n jär-jestelmien jännitetyöt teetetään alihankinnalla.

### 3.4 Jännitetyön työryhmä

Vaativat jännitetyöt tehdään aina kahden hengen työryhmässä. Työryhmässä toinen henkilöistä on työnaikaisen sähkötyöturvallisuuden valvoja. Henkilö, joka ei tee asennus-työtä, on seurattava työsuorituksen kulku eikä hän saa poistua työkohteen luota. Hän saa avustaa vain turvallisuuteen liittyvän seurantatehtävän puitteissa sekä hänen on myös käytettävä työmenetelmän mukaisia suojarusteita. [2.]

Perustason jännitetyöt tehdään yleensä kahden hengen työryhmässä, lukuun ottamatta poikkeuksia. Yhden hengen työryhmää voi käyttää vain, jos tehtävän riskit arvioidaan niin pieniksi, että työn voi tehdä yksin ja seuraavat ehdot täyttyvät:

- *Jännitetyötä tekevä henkilö on perehtynyt tekemään vastaavia töitä jännitteettömässä laitteistossa.*
- *Työohjeella on riittävästi varmistettu turvallinen työskentely. [2.]*

Yksin työskennellessä vaaditaan myös, että sähkölaitteiston osa, johon työ kohdistuu, sijaitsee helposti päästävässä paikassa, esimerkiksi kojeiston etuosassa, ja lisäksi työkohteella on seuraavia ominaisuuksia:

- *Työaluetta suojaavan ylivirtasuojan nimellisvirta on enintään 25 A*
- *Työ tehdään työohjeen mukaan enintään 63 A ylivirtasuojalla suojaetuissa ryhmäkeskuksissa*
- *Työkohteen, esimerkiksi jakokeskuksen työn kohteena olevat osat on suojattu vähintään IP2X:n (tai IPXXB:n) mukaisella kosketussuojauksella tai suojaava ylivirtasuoja on enintään 125 A, esimerkiksi jakokeskus, jossa kaikki komponentit vastaavat suojausta IPXXB ja komponenttien väliset johtimet ja kiskot ovat eristettyjä*
- *Työt tehdään erityisesti jännitetyöhön tarkoitetuilla komponenteilla, esimerkiksi kaapelijakokaapissa tai tehdään riippukierrekaapelin liitos eristyksen läpäisevillä liittimillä [2.]*

Jos työkohteeseen sisältyy erityisiä mekaanisia tai muita vaaratekijöitä tai työntekijän on mahdollista joutua hädänalaiseen tilaan, tulee fyysisen avun saanti olla järjestetty. [2.]

### 3.5 Jännitetyön edellytykset ja jännitetyökoulutus

Valtioneuvoston asetuksen sähkötyöstä ja käyttötyöstä 1435/2016 mukaan sähkötyön saa tehdä jännitetyönä, jos sähkölaitteiston jännitteettömäksi erottamisesta aiheutuu

suurta haittaa, töitä varten on olemassa riittävät kirjalliset ohjeet, työn suorittavat ammattitaitoiset henkilöt, joilla on siihen erikoiskoulutus ja perehdytetty työmenetelmään, työssä käytetään turvalliseksi todettuja työvälineitä ja varusteita ja työ ei lisää räjähdys-, palo- tai muuta vastaavaa vaaraa. [10.]

Jännitetöitä pienjännite- ja suurjännitelaitteistoissa saa tehdä vain ammattihenkilö, jolla on erikoiskoulutus jännitetöihin. Jännitetöiden koulutukseen sisältyy teoriakoulutus ja käytännön harjoittelu. Teoriakoulutukseen kuuluu vähintään standardin SFS 6002 peruseriaatteet ja yksityiskohtaiset työohjeet sekä sen keston ja sisältöön vaikuttaa peruskoulutuksen taso ja viimeksi suoritetun sähkötyöturvallisuuskoulutuksen ajankohta. [2, liite Y.]

Käytännön harjoittelussa koulutettava suorittaa käytännön olosuhteita vastaavat harjoitustyöt, jollaisten taito hänen on tarkoitus saavuttaa. Harjoittelu voidaan suorittaa työvaiheittain, jolloin voidaan yhdistää eri työvaiheita ja samalla koulutuksella voidaan valmistautua useiden yksityiskohtaisten työohjeiden mukaisiin töihin. Harjoituksissa on kiinnitettävä huomiota paljaana olevien jännitteisten osien eristämiseen tai peittämiseen työkohteen läheisyydessä, niin ettei jännitetyövälineiden eristämättömät metalliosat kosketa tai välineet putoa aiheuttaen oikosulkua tai maasulkua. Koulutuksesta annetaan todistus, jossa ilmenee koulutuksen jännitetaso ja työmenetelmät, teoriakoulutuksen ja työharjoittelun sisältö, koulutuksen pituus ja kouluttajan yhteystiedot. [2, liite Y.]

Työnantajalla pitää olla tiedot työntekijöiden saamasta jännitetyökoulutuksesta ja sen soveltamistalasta, jonka tarkastus suositellaan tehtäväksi vuosittain. Jännitetyökoulutus pitää kerrata enintään viiden vuoden välein. Jos henkilö ei ole tehnyt jännitetöitä kolmen vuoden aikana, jännitetyökoulutus pitää kerrata ennen töiden tekemistä. [2, liite Y.]

### 3.6 Jännitetyön vaarat

Jännitetyön suurimmat vaaratekijät ovat sähköisku jännitteisestä osasta tai valokaaren aiheuttama palovamma. Valokaaren aiheuttama metallin kuumuus aiheuttaa metallien höyrystymistä sekä komponenttien palamista, mikä hengitettäessä on vaarallista (Kuva 3). Näitä vaaroja varten suojaudutaan tarpeellisella jännitetyövarustuksella. Virran vaikutus ihmiseen on esitetty taulukossa 4.





Kuva 3 Valokaarivaarallisissa töissä oikea suojaus äärimmäisen tärkeää. [6]

Taulukko 4. Vaihtovirran vaikutus ihmiseen 50 Hz:n taajuudella. [4.]

Virta-alue	Kesto aika	Fysiologinen vaikutus
Ampeereja	pitkä	- yleensä välitön kuolema
Ampeereja	lyhyt	- vakavia sisäisiä palovammoja -> kuona-aineet munuaisissa -> vakava myrkytys - vakavia ulkoisia palovammoja
> 500 mA	suurempi kuin sydänjakso	- sydämen pysähdys, joka virran katkettua palaa ennalleen - tajuttomuus - palovammoja
< 500 mA	pienempi kuin sydänjakso	- sydänkammiovärinä, jonka synty riippuu siitä missä sydänjakson vaiheessa joudutaan jännitteeseen - tajuttomuus - virran aiheuttamia jälkiä ihossa
50-500 mA	suurempi kuin sydänjakso	- sydänkammiovärinä - tajuttomuus - virran aiheuttamia jälkiä ihossa
50-500 mA	pienempi kuin sydänjakso	- ei sydänkammiovärinää - voimakas shokkivaikutus
30-50 mA	sekunneista minuutteihin	- ylärajalla kammiovärinä mahdollinen - tajuttomuus - voimakkaita kouristuksia - verenpaineen nousu - epäsäännöllinen sydäntoiminta

<b>15-30 mA</b>	minuutteja	- <b>sietoraja</b> - verenpaineen nousu - hengitysvaikeuksia - kouristuksia
<b>2-15 mA</b>	ei merkitystä	- <b>kouristusraja</b> -> ei voi irrottautua itse -> ei ehkä puhekykyä - sormissa ja varpaissa voimakkaita kipuja
<b>0,5-2 mA</b>	ei merkitystä	- <b>ärsytys- eli tuntokynnys</b>

Ihmiselle vaaralliseksi katsottava valokaaren energia on yli 0,5 MJ:a. Valokaaren vaarallisuus riippuu täysin valokaaren energiasta, johon vaikuttaa valokaaren jännite, oikosulkuvirta ja oikosulun kesto. [4.]:

$$W_{\text{valokaari}} = U_{\text{valokaari}} \times I_{\text{oikosulku}} \times t_{\text{oikosulku}}$$



**Kuva 4** Valokaari, joka on syntynyt keskuksen kannen ja johdonsuojan jännitteisen ruuvien välille.

Normaalisti alle 50 V:n nimellisjännitteellä varustetuissa sähköjärjestelmissä tehtävät muutokset eivät ole jännitetyötä. Akkujen vaihtotyössä esimerkiksi voimalaitejärjestelmissä, jossa on 48 V:n nimellisjännite suuri akusto nostaa oikosulussa syntyvän valokaaren voimakkuuden yli 0,5 MJ:n tasolle. Tällöin muutostyöstä tulee jännitetyö, vaikka jännite pysyy alle 50 V. Mikäli muutos tehdään akuston päässä oikosulkuvirta nousee helposti yli tarvittavan valokaarirajan impedanssin ollessa kytkentäkohdassa hyvin pieni.

## 4 Jännitetyön koulutus ja kokemusvaatimukset

### Maallikko

Maallikko on henkilö, joka ei ole opastettu henkilö tai sähköalan ammattihenkilö. Maallikko voi tehdä kosketussuojatussa pienoisjännite- ja pienjännitelaitteistossa käyttötoimenpiteitä niin, että jännitteisiä osia ei ole mahdollista koskea sormella. Näitä toimenpiteitä voi olla keskuksen irrottaminen jännitteettömäksi pääkytkimellä, käyttökytkimen ohjaus, johdonsuojankatkaisijan ja vikavirtasuojakytkimen palauttaminen toimintakuntoon sekä vikavirtasuojan testaus testipainikkeella. Edellä mainitut rajaukset kieltävät jännitetyöt maallikolta. [4.]

### Opastettu henkilö

Opastettu henkilö on sähköalan ammattihenkilön opastama henkilö. Hänet on opastettu välttämään työssään sähköä aiheuttamat vaarat kuten sähköisku- tai valokaarivaarat. Henkilö voi olla ennen opastustaan maallikko, toisen sähköalan ammattihenkilö tai sähköalalle opiskeleva henkilö. Opastettu henkilö voi suorittaa tiettytyyppisessä laitteistossa määrätyn toimenpiteen kuten sulakkeen vaihdon, suojareleen kiittauksen tai laitevalmistukseen liittyvän testauksen. Opastus tapahtuu laitteilla ja olosuhteissa, joissa toimenpide on tarkoitus tehdä. Opastuksessa on kerrotta turvallisen toiminnan perusperiaatteet kuten, miksi toimenpide on tehtävä neuvotulla tavalla, mitä vaaroja ohjeiden noudattamatta jättäminen aiheuttaa ja miten pitää toimia poikkeavissa tilanteissa. [4.]

Opastetut henkilöt voivat sähköalan koulutuksella ja/tai työkokemuksella tehdä vain SELV- ja PELV-pienoisjännitteisiä perustason jännitetöitä, joihin heille on annettu tehtäviinsä kohdennettu sähkötyöturvallisuuskoulutus ja töitä koskeva jännitetyökoulutus. Nämä voivat olla esimerkiksi oppilaitosharjoitustyöt, akustotyöt tai laitetyöt. [4.]

## Sähköalan ammattihenkilö

Perustason jännitetöitä saa tehdä yleensä vain itsenäisesti työskentelemään kykenevä sähköalan ammattihenkilö sekä vaativia jännitetöitä saa tehdä vain itsenäisesti työskentelemään kykenevä sähköalan ammattihenkilö. Henkilön pitää olla töihin opastettu ja täyttää jonkin seuraavista ehdoista [10.]:

- 1. Henkilö on suorittanut soveltuvan tekniikan alan korkeakoulututkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötöissä.*
- 2. Henkilö on suorittanut soveltuvan sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötöissä.*
- 3. Henkilö on suorittanut soveltuvan ammattitutkinnon, erikoisammattitutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötöissä.*
- 4. Henkilö on suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut yhden vuoden työkokemuksen sähkötöissä.*
- 5. Henkilö on hankkinut kuuden vuoden työkokemuksen sähkötöissä ja riittävät alan perustiedot. [9.]*

Edellä mainittu työkokemus sähkötöistä täytyy olla riittävän laaja-alaista ja sähkötöihin perehdyttävää. Sähkökorjauksia tai huolto- ja kunnossapitotöitä jännitteisenä tekevän henkilön täytyy olla kyseiseen laitteistoon sopiva koulutus ja työkokemus. Lisäksi sähkövoima-alan jännitetöitä varten täytyy olla sähkövoima-alan koulutus.

Sähkölaite- tai sähkölaitteistotöissä riittävän ammattitaitoinen itsenäiseen työskentelyyn on henkilö, jolla on kahden vuoden työkokemus kyseisistä sähkötöistä ja riittävät alan perustiedot. Vaihtoehtoisesti henkilöllä voi olla soveltuva sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinto ja yhden vuoden työkokemus kyseisistä sähkötöistä. [10.]

## 5 Jännitetyössä käytettävät henkilösuojaimet ja jännitetyökalut

Jännitetöissä käytetään standardien ja vaatimuksien mukaisia jännitetyökaluja, jännitetyökäsineitä, eristysaineisia lisäsuojia sekä henkilösuojaimia. Työkohteessa kaikkien on käytettävä jännitetyövälineitä.

### Henkilösuojaimet

Kaikki sähkötoissa käytettävät henkilösuojaimet mukaan luettuna suojavaatetus ja niiden lisävarusteet täytyy olla tyyppitarkastettuja. Jännitetöissä käytetään ryhmän kaksi henkilösuojaimia sekä ryhmän kolme vakavilta vaaroilta ja hengenvaaroilta suojaavia henkilösuojaimia. Valokaarivaarallisissa töissä on käytettävä tulelta ja kuumuudelta suojaavaa suojavaatetusta, joka täyttää standardin SFS-EN ISO 11 612 luokat A1, B1 ja C1 tai vaihtoehtoisesti standardin IEC 61 482-1-2. Lisäksi suojauksen parantamiseksi suositellaan suojavaatteiden alla ihoa vasten käytettäväksi vaatetusta, joka ei ole helposti sulavaa. Käyttökohteina voivat olla esimerkiksi aluspaita tai -housut. Jännitetyökäsineitä käytetään aina jännitetöitä tehdessä. Käsineen oikeaoppinen säilytys UV-säteilyltä on äärimmäisen tärkeää ja jännitetyökäsineiden kunto on aina tarkistettava ennen jännitetöihin ryhtymistä. Jännitetyökäsineen käyttöä myös suositellaan lähialueella tehtävissä lähi töissä, jolloin ehkäistään maa- ja oikosulku (Kuva 5). [2.]



**Kuva 4 Jännitetyökäsine. [5.]**

Jännitetöissä noudatetaan aina kaksoissuojausta jännitteisiin osiin koskettaessa. Tämä tarkoittaa, että jännitetyökäsineellä ei kosketeta jännitteisiä osia vaan tähän käytetään tartuntapihtejä (Kuva 6).



**Kuva 5 Tartuntapihdit [5.]**

Valokaarivaarallisissa jännitetöissä käytetään lisäsuojana valokaarisuojaa (Kuva 7).



**Kuva 6 Valokaarisuoja [5.]**

#### Eristysaineiset lisäsuojat

Eristysaineiset lisäsuojat, joita käytetään jännitteisen osien peittämiseen, on oltava sähköisesti ja mekaanisesti riittävän lujia. Nämä vaatimukset esitetään suojissa kaksoiskolmiolla ja 1000V leimalla. Eristysaineesta valmistettua peitettä käytetään työtilan jännitteisten osien suojaukseen sekä maasulun estoon (Kuva 8).



**Kuva 7 Eristävästä aineesta valmistettu peite [5]**

Eristeaineiset peitteet kiinnitetään tähän tarkoitettuun pihdillä (Kuva 9).



**Kuva 8** Peitteen kiinnitykseen tarkoitettu eristetty pihti. [5.]

Eristeaineisia johtimen pään suojia (Kuva 10) käytetään jännitteisen johtimen maasulun estoon johtimen osuessa sähkölaitteen runkoon tai oikosulun estoon johtimen osuessa toiseen johtimeen.



**Kuva 9** Eristeaineiset tulpat [5.]

Lisäsuojana käytetään yleensä eristeaineista mattoa eristämään jännitetyön suorittaja johtavasta lattiamateriaalista (Kuva 11).



**Kuva 10** Eristeaineinen matto sijaintipaikan eristämistä varten. [5.]

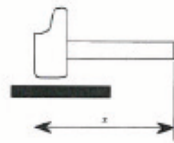
### Jännitetyövälineet

Jännitetyössä käytettäviä jännitetyökaluja koskee kaksi standardia. Käsityökaluja koskee standardi SFS-EN 60 900 sekä jännitetyökäsineitä standardi SFS EN 60 903. Jännitetyökaluja on käytettävä aina jännitetöissä. Jännitetyövälineet merkataan kaksoiskolmiosisymbolilla (Kuva 12).



**Kuva 12 Jännitetyövälineen merkintä [2]**

Mekaanisella suojauksella varustetut jännitetyövälineet merkataan vasarasymbolilla (Kuva 13).



**Kuva 13 Vasarasymboli [2]**

Jännitetyövälineet on pidettävä puhtaina ja kuivina sekä estää vaurioiden syntyminen kuljetuksen ja säilytyksen aikana. Tähän sopii hyvin jännitetyösalkku, jossa työvälineet säilytetään. Käytössä ja säilytyksessä on noudatettava valmistajan antamia ohjeita (Kuva 14). [8.]



**Kuva 14 Jännitetyövälinelaukku säilytystä ja kuljetusta varten. Jännitetyökaluja saa käyttää vain jännitetöitä varten. [5.]**

Jännitetyövälineet pitää tarkastaa ennen työn suorittamista eikä viallisia työvälineitä saa käyttää jännitetöissä. Jännitetyövälineitä saa käyttää vain jännitetöihin eikä normaaleihin sähköasennuksiin (Kuva 12). [8.]





Kuva 11 Eristeaineinen rengasavain pulttien ja muttereiden avaamiseen ja kiinnitykseen. [5]

## 6 Jännitetyöohje

Ensimmäiseksi ennen jännitetyön valmistelua selvitetään, onko jännitetyö tarpeellinen ja voiko työn suorittaa jännitteettömänä tai lähityönä sekä tarkistetaan onko jännitetyölle vastaavan työnjohtajan lupa. Jännitetyötä varten määritetään työryhmän koko työn vaativuuden mukaan. Tämän jälkeen tehdään työn riskikartoitus. Riskikartoituksessa arvioidaan mahdolliset vaaratekijät: sade, ukkonen, alhainen lämpötila (veden kondensointi), liikkuvat osat, tilarajoitukset, tarkistetaan kuinka estetään pika- ja aikajälleenkytkentöjen tai automaattisten varasyöttöjen kytkeytyminen, tarkastetaan onko valokaarisuojautuminen tarpeellista ja tarkistetaan työssä tarvittavien tiedonsiirtoyhteyksien toiminta, tarkistetaan tarvittavat varoituskilpien ja mekaanisten lukitusten asettaminen ja poistetaan mahdolliset palo- ja räjähdysvaarat. Työkohteen käytöstä vastaavalle on ilmoitettava työn kohde ja sisältö, turvallisuustoimet, työhön osallistuvien henkilöiden tehtävät, työssä käytettävät työkalut ja suojavälineet. [8.]

On arvioitava työssä aiheutuvat vaarat sähkölaitteiston rakenteessa, esimerkiksi ruuvin irtoaminen tai työkalun lipsahdus. Rakenteen laitteiden sijainnin, kiinnityksen ja irrotuksen haastavuus on arvioitava, mitä jännitetyön suoritus aiheuttaa sähkölaitteistolle (esimerkiksi ketjutus, lukituspiirit tai virtamuuntajat), onko sähkölaitteistossa tarpeeksi tilaa työn suoritukselle, jossa molemmat kädet ovat vapaana. Jännitetyön suorituksen ajaksi on myös merkittävä selkeästi sähkölaitteiston jännitteiset ja jännitteettömät osat.

Tarkistetaan työ- ja suojavälineiden standardinmukaisuus. Välineiden kunto on tarkistettava ja puhdistettava. Jännitetyössä on käytettävä ainakin seuraavia varusteita: eristävät jalkineet tai eristematto, jännitetyökäsineet, kypärä kasvosuojalla sekä palamattomat suojavaatteet. Suojavälineet otettava käyttöön vasta, kun aloitetaan työskentely jännitetyöalueella. Suojavälineiden sopivuus työn suorittajalle on tarkistettava eikä työn suorittajalla saa olla metallisia esineitä tai koruja. [8.]

Tehdään jännitteettömäksi ne sähkölaitteiston osat, joiden pitää olla jännitteettömänä työn turvallisen suorituksen edellytyksenä. Näiden kytkeytyminen jännitteiseksi estetään luotettavasti lukituksilla ja kilvillä sekä mitataan jännitteettömyys. Kohde työmaadoitetaan jännitteettömien osien kohdalta ja suojataan lähellä olevat jännitteiset osat, jos tarpeellista. [8.]

Määritetään erotuskohta, josta kytketään työkohteeseen jännitteettömäksi hätätilanteessa. Mikäli erotuskohta ei ole samassa tilassa, on erotuskohdassa oltava henkilö, johon pidetään yhteyttä. Erotuskohdan määrittäminen on erittäin tärkeää töissä, joissa suuret onkosulkuvirrat tai horjahdusvaara jännitteisiin osiin. Tarkistetaan, että sähkölaitteistoon kytkettävässä virtapiirissä ei ole kuormaa. Suojataan työalueella olevat paljat jännitteiset osat eristeaineella mahdolliselta metalliosien putoamiselta. Maadoitetut sähkölaitteiston osat suojataan maasulun varalta. Ohje jännityksen asennuksen osuudelle laaditaan edellä olevien kohtien mukaan. Ohjeeseen määritetään suojaus sekä kytkentäjärjestys vaiheittain. [8.]

Jos työ joudutaan keskeyttämään, sähkölaitteisto saatetaan turvalliseen tilaan ja ilmoitetaan keskeytyksestä käytöstä vastaavalle henkilölle sekä työstä vastaavalle henkilölle. Työn valmistuttua työkohteeseen saatetaan turvalliseen tilaan, poistetaan tilapäissuojukset, työnaikaiset varoituskilvet ja työmaadoitukset. Sähkölaitteistolle tehdään tarvittava käyttöönottotarkastus ja ilmoitetaan valmistumisesta käytöstä vastaavalle henkilölle ja työstä vastaavalle henkilölle.

Jännitetöille voidaan laatia pysyväisohje, joka määrittelee tarvittavat toimenpiteet tietyille useasti toistuvalla jännitetyöllä. Edellytyksenä pysyväisohjeen laatimiselle on jännityksen perustason vaatimusten täyttäminen. Vaativalle jännitetyöllä pysyväisohjetta ei saa laatia ja tälle on aina laadittava työkohtainen ohje. [2.]

#### Jännitetyöohje akuston vaihdosta

Akkujen vaihtotyössä on huomioitava standardi SFS-EN IEC 62485-2:2018, jossa kohdassa 6.3 vaaditaan, että kaikki metalliesineet on poistettava käsistä, ranteista ja kaulasta ennen töiden ryhtymistä. Yli 120 VDC:n nimellisjännitteisissä akustotiloissa on käytettävä eristävää vaatetusta ja paikallisia eristyssuojuksia estämään työntekijän kosketaminen lattiaan tai maadoitettuihin osiin. Akuston piirin on myös oltava aina erotettuna kytkentätöiden aikana. Akkujen asennusetäisyydet oltava vähintään 600mm poistumistiellä ja eristämättömillä 120 VDC:n akustoissa vähintään 1500mm. [12.]

Akkujen vaihtotyö on jännitetyötä, kun akuston nimellisjännite on yli 50 VAC tai 120 VDC tai nimellisjännite on mainittua pienempi, mutta onkosulkuvirta järjestelmässä on suuri.

Isoissa akustoissa oikosulkuvirta on aina suuri, joten näissä järjestelmissä tehtävä akustojen vaihtotyö on aina jännitetyötä. Akustoissa säilyy jännite niiden irrotuksen jälkeen, joten työn suorittaminen jännitteettömänä on mahdotonta. [2.]

Jännitetyön ensimmäisessä vaiheessa varmistetaan, että työn suorittajalla on voimassa oleva jännitetyökoulutus. Tällöin myös haetaan kirjallinen jännitetyölupa sähkötöiden johtajalta. Are Oy:n Vantaan sähköhuollossa jännitetyölupana on laadittu pysyväisohje työtä suorittaville henkilöille. Kun jännitetyökoulutus on todettu voimassa olevaksi ja lupa sähkötöiden johtajalta on saatu, päätetään jännitetyön aloittamisesta työnjohdon kanssa. Näiden vaiheiden jälkeen varataan tarvittavat jännitetyövälineet ja tarkistetaan niiden kunto.

Akusto kytketään irti UPS-laitteistosta akustokytkimen avulla ja tästä irrotetaan varokkeet. Kytkimelle tulevien akustojen kaapelit irrotetaan akuston puolelta ja päät suojataan eristävällä materiaalilla. Todetaan jännitteettömyys akuston plusnavan ja akkukaapin rungon välillä. Työskentelyalueen lähellä olevien akkujen navat suojataan eristävällä materiaalilla. Irrotetaan ja poistetaan kriittisten kohtien välikaapelit jännitetyöhanskoja käyttäen. Tehdään suunnitelma akuston purusta ja toimitaan tämän mukaan. Purun jälkeen akut pakataan kuljetusta varten, siten etteivät jännitteiset navat pääse koskettamaan toisiaan.

Akuston vaihto tehdään seuraavasti:

1. Ennen uusien akkujen asennusta, mitataan akkujen resistanssi sekä tehdään kuormitustesti.
2. Tehdään suunnitelma akuston kasauksesta ja toimitaan tämän mukaan. Tarvittaessa suojataan navat eristävällä materiaalilla, mikäli työskentelyalueella on ahtaat asennuspaikat.
3. Tehdään suunnitelma välikaapeloinnin kytkentäjärjestyksestä ja suoritetaan tämä jännitetyökaluja käyttäen.
4. Mitataan akuston loppujännite.
5. Kytetään akkukytkimen navat akustoon ja mitataan polaarisuus.

6. Asennetaan varokkeet akustokytkimelle ja kytketään akusto UPS-laitteeseen akustokytkimellä.
7. Lopuksi mitataan lataus- ja latausvirta sekä tehdään akuston purkauskoe.

Jännitetyöohje lähtöjen lisäämisestä ja poistamisesta 48 VDC:n voimalaitteissa

SFS-standardi 6002 liite Y määrittelee jännitteisessä 48 VDC:n sähkölaitteistossa tehtävän työn jännitetyöksi, johtuen korkeasta oikosulkuvirrasta. Voimalaitteissa tehtävissä töissä työryhmään kuuluu aina kaksi henkilöä, joista toinen toimii sähkötyöturvallisuuden valvojana. [2.]

Jännitetyön ensimmäisessä vaiheessa mietitään, voiko työn suorittaa jännitteettömänä. Jännitetyön ensimmäisessä vaiheessa varmistetaan, että työn suorittajalla on voimassa oleva jännitetyökoulutus. Tällöin myös haetaan kirjallinen jännitetyölupa sähkötöiden johtajalta. Are Oy:n Vantaan sähköhuollossa jännitetyölupana on laadittu pysyväisohje työtä suorittaville henkilöille. Kun jännitetyökoulutus on todettu voimassa olevaksi ja lupa sähkötöiden johtajalta on saatu, päätetään jännitetyön aloittamisesta työnjohdon kanssa. Näiden vaiheiden jälkeen varataan tarvittavat jännitetyövälineet ja tarkistetaan niiden kunto.

Lähtöjen lisääminen ja poistaminen tehdään seuraavasti:

1. Ensimmäiseksi selvitetään onko turvallisempaa irrottaa kuorman vai syöttävän voimalaitteen pää. Työn suorituksen aikaan on pidettävä mielessä, että järjestelmän plus-puoli on kaapin rungon kanssa samassa potentiaalissa.
2. Arvioidaan oikosulun riski työkalun tai komponentin pudotessa voimalaitteen sisään ja tätä varten suojataan kiskostot, varokelähdöt sekä työskentelyalueen alapuoli eristävällä suojalla sekä kiinnikkeillä. Suojataan MKEM-johtimien päät, joissa ei työskennellä, eristävällä aineella. Toimenpiteen kohteena olevan johdonsuojakatkaisijan tulee olla OFF-tilassa.
3. Näiden varotoimenpiteiden jälkeen toteutetaan kytkentä- tai irrotustyö äärimmäistä varovaisuutta noudattaen. Työssä navat eivät saa osua missään vaiheessa yhteen.

4. Kytkennän jälkeen todetaan napaisuuden oikeellisuus ja puretaan suojaukset.

#### Jännitetyöohje johdonsuojan vaihtamisesta jännitteisenä

Kohteessa, jonka sähkönsyöttö ei saa keskeytyä, joudutaan vaihtamaan vikaantunut johdonsuoja tai kasvattamaan sulakekokoa kasvaneen tehontarpeen takia jännitetyönä. Kyseessä on jännitetyö, koska johdonsuojan jännite ylittää 50 V. Jännitetyön ensimmäisessä vaiheessa mietitään, voiko työn suorittaa jännitteettömänä. Jännitetyön ensimmäisessä vaiheessa varmistetaan, että työn suorittajalla on voimassa oleva jännitetyökoulutus. Tällöin myös haetaan kirjallinen jännitetyölupa sähkötöiden johtajalta. Kun jännitetyökoulutus on todettu voimassa olevaksi ja lupa sähkötöiden johtajalta on saatu, päätetään jännitetyön aloittamisesta työnjohton kanssa. Näiden vaiheiden jälkeen varataan tarvittavat jännitetyövälineet ja tarkistetaan niiden kunto.

Johdonsuojan vaihto tehdään seuraavasti:

1. Työkohteena oleva johdonsuoja kuorma irtikytketään johdonsuojan syöttävältä puolelta ja johdonsuoja kytketään pois päältä. Konesaliympäristössä huomioitava laitteille tulevat kaksoissyötöt, milloin laite pysyy kuormallisena.
2. Työkohteen työympäristö suojataan eristeaineisella peitteellä estäen mahdollisen maasulun vaara.
3. Irrotetaan johdonsuojan johdin yksi kerrallaan käyttäen jännitetyövälineitä ja suojataan jännitteiset johtimet eristeaineisilla tulpilla (Kuva 9).
4. Vaihdetaan johdonsuoja ja kytketään ensimmäiseksi jännitteiset johtimet ja tämän jälkeen kuorman puolen jännitteettömät johtimet.
5. Poistetaan eristeaineiset suojat ja tehdään käyttöönottomittaukset.
6. Ilmoitetaan työn valmistumisesta käytöstä vastaavalle henkilölle.

## 8 Yhteenveto

Insinööriyön tarkoituksena oli tutkia yleisiä jännitetyöohjeita alle 1000 V:n sähkölaitteistoissa Are Oy:n Vantaan sähköhuollossa sekä selvittää miten nämä liittyvät Are Oy:n Vantaan sähköhuollon toimintaan.

Insinööriyön lopputuloksena saatiin määriteltyä jännitetyö alle 1000 V:n sähkölaitteistoissa vaatimuksineen ja eri tasoineen. Työssä käytiin läpi jännitetyön koulutus- ja suojausvaatimukset, työryhmät ja vaarat. Lisäksi perehdyttiin yleisimpiin Are Oy:n Vantaan sähköhuollon toiminnassa esiintyviin jännitetöihin ja näiden ohjeistuksiin.

Insinööriyön aikana syntyi myös parempi käsitys jänniteisien sähköjärjestelmien mahdollisista vaaroista ja miten normaaleissa sähkötoissa jännitteisissä järjestelmissä on vaurduttava mahdollisiin sähkön vaaroihin.

## Lähteet

- 1 Are Oy:n kotisivu, <http://www.are.fi/tietoa-aresta/>. Luettu 31.5.2019.
- 2 Sähkötyöturvallisuus SFS 6002:2015 + A1:2018. 2018. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.
- 3 Tukes luettelo s10-2019. Julkaistu 23.1.2019.
- 4 Sähköinfo. SFS6002 käytännössä. 25. painos 2016. Helsinki: Painokurki.
- 5 Knipex tuoteluettelo, eristetyt työkalut <http://www.knipex.com/index.php?id=1216&L=23&page=groups&parentID=1298&groupID=1324>. Luettu 31.5.2019.
- 6 DEHNcare sähkötöiden turvavarusteet ja valokaarisuojaus tuote-esitys. Ladattu 7.11.2016.
- 7 Suomen Asiakastieto Oy rekisteri <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/are-oy/09894936/taloustiedot> Luettu 31.5.2019.
- 8 Sähköinfo jännitetyökoulutus. Koulutuspäivä 9.3.2016.
- 9 Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Julkaistu 19.12.2016.
- 10 Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä 1145/2016. Julkaistu 30.12.2016.
- 11 Työturvallisuuslaki 738/2002. Julkaistu 23.8.2002.
- 12 Akkujen ja akkuasennusten turvallisuusvaatimukset. Osa 2 Paikalliset SFS-EN IEC 62485-2:2018. 2018. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto