



Vincent Neuvonen

Sähkötapaturmien vähentäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

4.6.2022

Tiivistelmä

Tekijä: Vincent Neuvonen
Otsikko: Sähkötapaturmien vähentäminen
Sivumäärä: 20 sivua + 0 liitettä
Aika: 4.6.2022

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat: Lehtori Vesa Sippola

Opinnäytetyön aiheena oli sähkötapaturmien vähentäminen ja sähkötyöturvallisuus yleisesti. Tavoitteena oli pohtia mitä voitaisi tehdä paremmin, jotta sähkötapaturmia tapahtuisi vähemmän.

Opinnäytetyössä kerrotaan yleisesti sähkötyöturvallisuudesta, jonka jälkeen käydään läpi sähkötyöturvallisuuden eri osa-alueita. Työ käsittelee myös sähköiskun vaikutusta ihmisessä, ja mitkä ovat yleisimpiä sähköiskun aiheuttajia.

Opinnäytetyö toteutettiin pääosin sähkötyöturvallisuusstandardia SFS 6002 sekä sähkötyöturvallisuuslakia 1135/2016 hyödyntäen.

Avainsanat: sähkötyöturvallisuus, sähkötapaturmat

Abstract

Author: Vincent Neuvonen
Title: Reduction of electrical accidents
Number of Pages: 20 pages
Date: 4 June 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and automation engineering
Professional Major: Electrical power engineering
Supervisors: Vesa Sippola, Senior Lecturer

The topic of the thesis was the reduction of electrical accidents and electrical safety in general. The aim was to consider what could be done better to reduce the number of electrical accidents.

The thesis generally describes electrical work safety, after which the various aspects of electrical work safety are reviewed. The work also deals with the effect of electric shock in humans, and what are the most common causes of electric shock.

The thesis was mainly carried out according to the electrical work safety standard SFS 6002 as well as the Electrical Safety Act 1135/2016.

Keywords: Electrical safety, electrical accidents

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähkötyöturvallisuus yleisesti	2
2.1	Jännitteetön työ	3
2.1.1	Täydellinen erottaminen	4
2.1.2	Jännitteen kytkemisen estäminen	5
2.1.3	Laitteiston jännitteettömyyden toteaminen	5
2.1.4	Työmaadoittaminen	6
2.1.5	Suojaus lähellä olevilta jännitteisiltä osilta	6
2.2	Jännitetyö	6
3	Sähkötyöturvallisuuden valvonta	7
3.1	Sähköpätevyudet ja työalueet	8
3.1.1	Sähköpätevyys 1	9
3.1.2	Sähköpätevyys 2	9
3.1.3	Sähköpätevyys 3	10
4	Sähköiskun vaikutus ihmisessä	10
4.1	Sähköiskusta seuranneet tyypillisimmät välilliset vammat	11
4.2	Sähköiskun vakavuuteen vaikuttavat tekijät	12
5	Sähkötapaturmat	13
5.1	Kuolemaan johtaneet sähkötapaturmat	13
5.2	Esimerkkitapauksia kuolemaan johtaneista sähkötapaturmista	14
6	Sähkötyöturvallisuuden parantaminen	16
6.1	Sähkötyöturvallisuuden kehitysideoita	16
6.2	Sähkötyöturvallisuuskäytännöt	17
6.3	Turvallisten työskentelytapojen lisääminen	18
7	Yhteenveto	19
	Lähteet	20

Lyhenteet

EN: EN-standardi on eurooppalaisessa standardoimisjärjestössä CEN:ssä vahvistettu standardi.

SFS: Suomen standardisoimisliitto SFS ry on suomalainen standardisoinnin keskusjärjestö.

TUKES: Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä perehdytään sähkötyöturvallisuuteen ja sen eri osa-alueisiin. Sähkötyöturvallisuuteen liittyviä ohjeita antaa turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. Sähkötyöturvallisuus on Suomessa yleisesti hyvällä tasolla mutta parantamisen varaa kuitenkin on, sillä työtapatuomilta ei ole kokonaan vältytty.

Työn keskeisimpänä aiheena on sähkötapaturmat, ja työssä pohditaan mitä voitaisi tehdä paremmin, jotta sähkötapaturmia tapahtuisi vähemmän. Sähkötapaturmien yleisin syy on virheellinen toiminta tai inhimillinen virhe. Sähköiskussa vaarallisinta on sydänkammiövärinä ja erilaiset sisäiset palovammat.

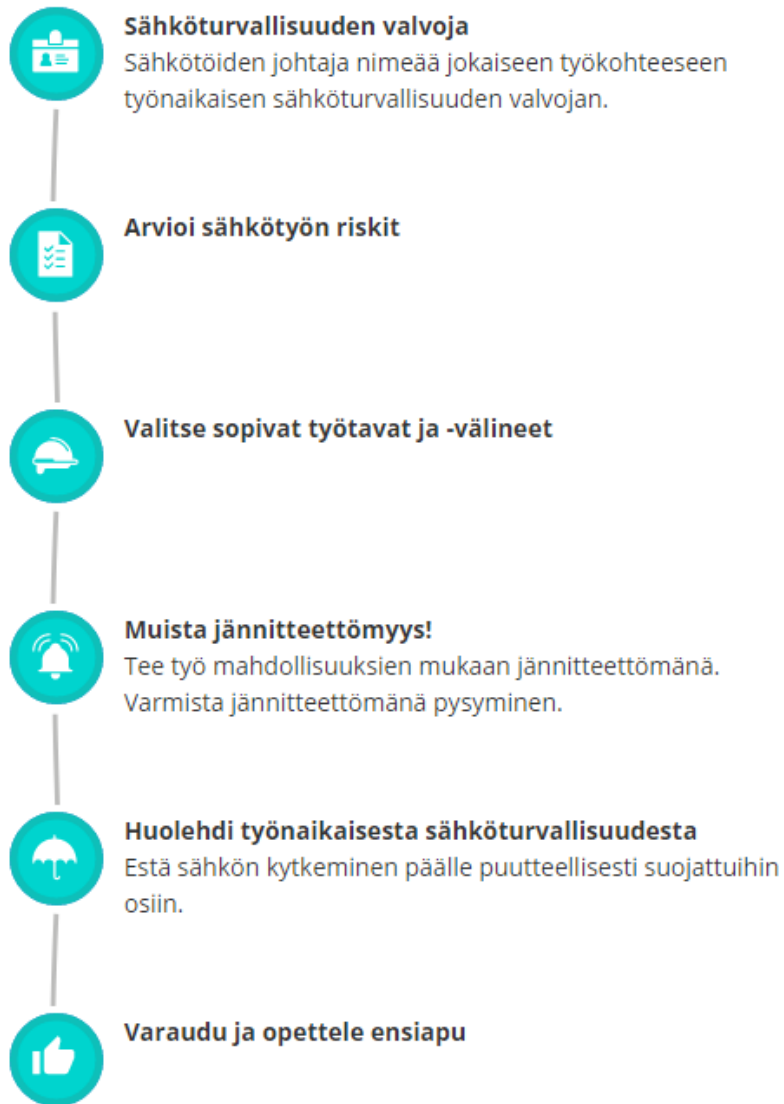
Sähkötyöturvallisuus on kehittynyt huomattavasti viimeisen viiden vuosikymmenen kuluessa. Pääosa kuolemaan johtaneista sähkötapaturmista on tapahtunut maallikoille, vaikka sähköalan ammattilaiset ovat päivittäin tekemisissä vaarallisten jännitteisten laitteistojen kanssa. Vaikka sähköalan ammattilaiset ovat tietoisempia sähkön vaaroista kuin alaa tuntemattomat, voidaan kuitenkin päätellä, että sähkötyöturvallisuuteen on kiinnitetty määrätietoisesti huomiota.

2 Sähkötyöturvallisuus yleisesti

Sähkötyöturvallisuus on asia, joka tulee aina huomioida työssä, jossa on sähköiskun tai valokaaren vaara. Sähkötyöt tulee suunnitella huolellisesti ja käyttää turvallisia työskentelymenetelmiä, sillä sähkö voi aiheuttaa erilaisia vaaroja työympäristössä. Sähköisku voi olla tappava tai aiheuttaa vakavia vammoja sekä suoraan että välillisesti esimerkiksi kaatumisen yhteydessä. Vääriä työtapoja käyttämällä voi syntyä oikosulku sekä valokaari, jonka kuumuus ja ultraviolettisäteily ovat erittäin vaarallisia terveydelle. Sähkötapaturmat voivat aiheuttaa terveyden menetyksen lisäksi suuria taloudellisia menetyksiä tuhoutuneena omaisuutena. [1.]

Käytännössä sähkötyöturvallisuus on sitä, että työntekijä suorittaa tehtävänsä niin, ettei siitä ei koidu sähköisiä vaaroja itselleen eikä muille samassa työympäristössä työskenteleville. Sähkötyöturvallisuus koskee erityisesti niitä sähköalan ammattihenkilöitä, jotka työskentelevät päivittäin ja valvovat toimintaa jännitteissä laitteistoissa sekä työskentelevät niiden läheisyydessä. Sähkötyöturvallisuuteen liittyy useita eri tekijöitä. Turvallisen toiminnan lähtökohtia ovat ammattitaito, oikea tieto, valvonta sekä oikea asenne eli ajattelutapa työskennellä turvallisuus edellä. [1.]

Turvallisen työskentelyn edellytyksenä on, että työntekijä on riittävän tietoinen kaikista sähköön liittyvistä vaaroista työympäristössään jo ennen työn aloittamista. Lisäksi työntekijän tulee varmistua saapuessaan työkohteeseen, että toimenpide on turvallista toteuttaa. Työntekijällä tulee myös olla realistinen kuva omasta osaamisesta sekä taidoista arvioidessaan valmiuksia tehdä vaadittu toimenpide turvallisesti. Sähkötyöturvallisuus tulee myös pitää mielessä työn edetessä sekä tilanteiden muuttuessa työaikana. Kaikki edellä mainittu edellyttää työntekijältä ammattitaitoa, ajattelua ja kypsyyttä suhtautua sähkötyöturvallisuuden asianmukaisella vakavuudella. Kaikille sähköalan töitä tekeville tulee antaa sähkötyöturvallisuuskoulutus. [1.]



Kuva 1. Sähkötöiden tekeminen turvallisesti [1].

2.1 Jännitteetön työ

Sähkötyöt pyritään tekemään jännitteettöminä, jos vain mahdollista. Varmistamalla että kohde pysyy jännitteettömänä, noudatetaan SFS 6002 kohdan 6.2 ”viittä turvallisuussääntöä” joita tulee noudattaa standardin esittämässä järjestyksessä, ellei ole perusteltuja syitä toimia muulla tavalla [2]. Standardin viisi turvallisuussääntöä ovat

- täydellinen erottaminen

- jännitteen kytkemisen estäminen
- laitteiston jännitteettömyyden toteaminen
- työmaadoittaminen
- suojaus lähellä olevilta jännitteisiltä osilta.

Valtuuden työn aloittamiselle antaa sähkölaitteiston käyttöä valvova henkilö työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojalle. Jokaisen työhön osallistuvan henkilön pitää olla ammattitaitoinen, opastettu tai ammattihenkilön valvoma.

2.1.1 Täydellinen erottaminen

Se osa sähkölaitteistosta, jossa työt tehdään, täytyy erottaa kaikista syötöistä. Erottaminen tulee tehdä esimerkiksi ilmaväliä käyttämällä tai muuta vastaavaa eristystä, jolla varmistutaan siitä, että erottamiskohta ei petä sähköisesti. [2, s. 23.]

Jos työkohde on tullut jännitteettömäksi vian tai muun syyn kuin erottamisen seurauksena, ei työkohdetta voida pitää jännitteettömänä tämän kohdan mukaan, vaan silloin työkohteeseen tulee suhtautua niin kuin se olisi jännitteinen. [2, s. 23.]

Jos jännitteen pystyy kytkemään useammasta kuin yhdestä suunnasta tai jos laitteistossa on monia kytkentämahdollisuuksia, tulee työkohde tehdä jännitteettömäksi erityisen huolellisesti virheen välttämiseksi. Tulee myös tarkastaa, että vaarallista jännitettä ei tule työkohteeseen takatietä rinnankäyvien muuntajien kautta eikä esim. varavoimalaitteiston, aurinkosähköjärjestelmän, UPS-laitteiston, kestromagneettimoottorien pyörimisestä johtuvan jännitteen, syötönvaihto-automatiikan tai omakäyttökeskusten tilapäissyötön eikä ohjaus-, mittaus- tms. apuvirtapiirien välityksellä. [2, s. 23.]

Työkohde tulee erottaa käyttöjännitteistä erottimella, erotuskytkimellä, poistamalla sulakkeet, erottamiseen sopivalla katkaisijalla tai vikavirtasuojalla tai muilla luotettavilla tavoilla. [2, s. 23.]

2.1.2 Jännitteen kytkemisen estäminen

Kaikki Sähkölaitteiston erottamiseen jännitteettömänä työskentelyä varten käytettävät kytkinlaitteet tulee varmistaa uudelleenkytkennän estämiseksi mieluiten lukitsemalla käyttömekanismi. Mikäli lukituslaitteita ei voida käyttää, tulee käyttää samankaltaisia vakiintuneen käytännön mukaisia toimenpiteitä uudelleenkytkennän estämiseksi. Jos kytkinlaitteen käyttöön tarvitaan ulkoinen teholähde, teholähteen toiminta tulee estää. Laitteiden paikalliskäytöt sekä uudelleenkytkentä tulee estää. Jokaisen tähän tarkoitukseen käytettävän merkinanto- ja lukitusjärjestelmien tulee olla luotettavia. [2, s. 23.]

2.1.3 Laitteiston jännitteettömyyden toteaminen

Käyttöjännitteen poissaolo on todettava laitteiston jokaisesta vaiheesta tai navoista työskentelyalueella tai niin lähellä työskentelyaluetta kuin on käytännössä mahdollista. Erotettujen osien tila tulee varmistaa paikallisissa ohjeissa määriteltujen käytäntöjen mukaisesti. Näiden ohjeiden sisältöön kuuluu esimerkiksi jännitteenkoettimien tai laitteeseen sisäänrakennettujen jännitteenilmaisujärjestelmien ja/tai erillisten jännitteenilmaisujärjestelmien käytön. Erillisten jännitteenkoettimien ja jännitteenilmaisujärjestelmien toimivuus tulee koittaa heti ennen käyttöä ja mikäli mahdollista myös käytön jälkeen. [2, s. 24.]

Mikäli kyseessä on kaapeleilla liitetyt sähkölaitteistot ja jännitteettömiä kaapeleita ei voida varmuudella tunnistaa työkohteessa, silloin tulee käyttää toisia vakiintuneen käytännön mukaisia toimenpiteitä, jotta turvallisuus voidaan varmistaa. Nämä saattavat sisältää sopivien kaapelin katkaisu- tai lävistyslaitteiden käytön. [2, s. 24.]

Käyttöjännitteen poissaolo tulee todeta aina ennen työn aloittamista. Mikäli työt keskeytetään ja työkohteesta poistutaan siten, että työkohde jää valvomatta omasta tai työtä tekevän ryhmän toimesta, jännitteettömyys tulee todeta uudelleen ennen kuin työt aloitetaan. Jos on varmistettu, että kohde on työmaadoitettu, ei jännitteettömyyden toteamista vaadita uudelleen. [2, s. 24.]

2.1.4 Työmaadoittaminen

Suurjännitelaitteistoissa sekä joissain pienjännitelaitteistoissa täytyy työmaadoittaa eli maadoittaa ja oikosulkea jokainen osa, jossa työtä tehdään. Työmaadoituslaitteet on kytkettävä ensin maadoituspisteeseen, jonka jälkeen muihin maadoitettaviin osiin. Laitteet tulee poistaa päinvastaisessa järjestyksessä, kuin missä ne kytkettiin. [2, s. 25.]

Työmaadoituslaitteiden tulee olla näkyvissä työpisteessä aina kuin mahdollista. Muissa tapauksissa työmaadoitus täytyy asentaa niin lähelle työkohdetta kuin on kohtuudenmukaisesti mahdollista. Mikäli työn aikana johtimia joudutaan erottamaan (katkaisemaan) tai liittämään ja syntyy vaarallisia potentiaalieroja, potentiaalierot täytyy estää ennen johtimien katkaisua tai liittämistä yhdistämällä ja/tai työmaadoittamalla johtimet työkohteessa. [2, s. 25.]

2.1.5 Suojaus lähellä olevilta jännitteisiltä osilta

Jos työskentelyalueen läheisyydessä on sähkölaitteiston osia, joita ei pystytä tekemään jännitteettömäksi, täytyy ennen töiden aloittamista ryhtyä erityisiin toimenpiteisiin sähköstä aiheutuvan vaaran välttämiseksi. [2, s. 27.]

2.2 Jännitetyö

Jännitetyötä saa tehdä kansallisten vaatimusten ja käytäntöjen mukaisesti. Jännitetyössä noudatetaan Suomessa EN-standardin vaatimusten lisäksi Suomessa käytössä olevia vaatimuksia. Jännitetyön tekemisen aikana työtä tekevät henkilöt ovat kosketuksessa paljaiden jännitteisten osien kanssa tai ulottuvat

jännitetyöalueelle joko jollain kehonsa osalla tai käsittelemillään työkaluilla, varusteilla tai laitteilla. Ennen jännitetöiden aloittamista tulee poistaa palo- ja räjähdysvaara, vasta tämän jälkeen jännitetyöt voidaan toteuttaa. Jännitetyössä tulee huolehtia siitä, että työntekijällä on vakaa työskentelypaikka, joka mahdollistaa molempien käsien jättämisen vapaaksi. Jännitetyötä tekevien henkilöiden tulee käyttää sopivan kokoisia ja riittäviä henkilösuojaimia, eikä heillä saa olla metallisia esineitä kuten koruja, jos on mahdollista, että niistä aiheutuu vaaraa. Jännitetyössä tulee käyttää sellaisia suojausmenetelmiä, joilla pystytään estämään sähköisku ja oikosulku. Kaikki eri potentiaalit eli jännitteet työskentelyalueella sekä sen ympäristössä tulee ottaa huomioon. Työn laadusta riippuen tämän tyyppisissä olosuhteissa työskentelevien henkilöiden tulee olla opastettuja tai ammattitaitoisia sekä lisäksi heillä tulee olla erikoiskoulutus tehtäviinsä. [2, s. 28.]

3 Sähkötyöturvallisuuden valvonta

Suomessa sähkötyöturvallisuusviranomaisena toimii Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Viranomaisen tehtävänä on valvoa säädösten noudattamista. [3.]

Turvatekniikan keskuksen tehtävänä on valvoa sähköturvallisuuden toteutumista ja sähköalan toimintaa. Tukesin tehtävä on myös antaa määräyksiä selventäviä hallinnollisia ohjeita. [3.] Teknisistä ohjeista ja neuvonnasta huolehtivat sähköalan ammattiorganisaatiot. Tukesin valvonnan piiriin kuuluvat esimerkiksi sähkötarvikkeet ja -laitteet, sähkölaitteistot ja asennukset, paloilmoinlaitteistot, hissit, tarkastuslaitokset ja tarkastajat sekä sähköurakoitsijat. Valvontaa toteutetaan monilla eri tavoilla, esimerkiksi tekemällä valvontakäyntejä, tutkimalla asiakirjoja ja dokumentteja, tekemällä yhteistyötä tarkastuslaitosten ja tarkastajien kanssa, järjestämällä turvallisuustutkintoja ja pitämällä rekistereitä. [3.]

Valvonnan tarkoituksena on keskittyä erityisesti siihen, että toiminnanharjoittajat, kuten esimerkiksi sähkötöiden ja käytön johtajat sekä tarkastajat toimivat tukesis säädösten mukaisesti sekä tuntevat vastuunsa. Puutteellinen tai

vääränlainen toiminta voi johtaa toiminnan rajoittamiseen, tai pahimmillaan sen kieltämiseen kokonaan. [3.]

Sähköturvallisuuden tasoa koskevien perusvaatimusten mukaisesti sähkölaitteet ja -laitteistot tulee suunnitella, rakentaa, valmistaa ja korjata niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä niin, ettei niistä aiheudu kenenkään terveydelle, hengelle tai omaisuudelle vaaraa. Ne eivät saa sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheuttaa kohtuutonta häiriötä eikä niiden toiminta saa helposti häiriintyä sähköisesti tai sähkömagneettisesti. [3.]

Sähköturvallisuusviranomaisella on oikeus saada valvontaa varten välttämättömät tiedot talouden toiminnanharjoittajalta, toimijalta, sähkötöiden johtajalta, sähkölaitteiston haltijalta sekä käytön johtajalta. Tiedonsaantioikeus koskee myös sellaisia valvonnan kannalta välttämättömiä tietoja, jotka yksityistä liiketäi ammattitoimintaa, yksityisen taloudellista asemaa tai terveydentilaa koskevinä taikka muutoin ovat viranomaisen hallussa ollessaan salassa pidettäviä viranomaisten toiminnan julkisuudesta annetun lain nojalla. Sähköturvallisuusviranomaisella on oikeus saada salassapitosäynnösten estämättä valvontaa varten välttämättömät tiedot myös valtuutetulta laitokselta, valtuutetulta tarkastajalta ja pätevyydenarviointilaitokselta. [Sähköturvallisuuslaki 2016: § 89.]

3.1 Sähköpätevydet ja työalueet

Sähköturvallisuuslaissa [3] on määritelty seuraavat sähköpätevydet:

- Sähköpätevyys 1, eli S1: kaikki sähkötyöt
- Sähköpätevyys 2, eli S2: enintään 1000 V sähkötyöt
- Sähköpätevyys 3, eli S3: sähkölaitekorjaus.

Sähkötöiden johtajalla ja käytön johtajalla on oltava kyseisiin töihin oikeuttava pätevyydistodistus. Sähkötöiden johtajan ja käytön johtajan pätevyyden arvioi ja pätevyydistodistuksen antaa pätevyyden arviointilaitos.

Pätevydenarviointilaitoksen on annettava pätevyystodistus henkilölle, joka täyttää laissa sähköpätevyydelle säädetyt vaatimukset. [4.]

Pätevyden arviointilaitoksen tulee pätevyystodistuksia myöntäessään noudattaa ammattipätevyden tunnustamisesta annetussa laissa säädettyjä vaatimuksia. Pätevydenarviointilaitos voi arvioida henkilön kelpoisuuden myös ulkomaisen pätevyystodistuksen tai vastaavan asiakirjan mukaan. [4.]

3.1.1 Sähköpätevyys 1

Sähköpätevyys 1 -todistus oikeuttaa toimimaan sähkötöiden johtajan ja käytönjohtajan tehtävissä kaikissa sähkötöissä lukuun ottamatta hissitöitä. Pätevyystodistuksen saamiseksi henkilön tulee osoittaa pätevyystodistuksen saamiseksi asetetut ehdot sähköalan koulutuksesta ja työkokemuksesta sekä tulee olla hyväksytyksi suoritettu sähköturvallisuustutkinto 1. Pätevyden saamiseksi henkilön tulee täyttää sähköturvallisuuslain [3] (1135/2016) 66 §:ssä määritellyt vaatimukset [4].

3.1.2 Sähköpätevyys 2

Sähköpätevyys 2 -todistus oikeuttaa toimimaan sähkötöiden johtajan ja käytönjohtajan tehtävissä nimellisjännitteeltään enintään 1 kV:n vaihtojännitteisten ja 1,5 kV:n tasajännitteisten sähkölaitteistojen sähkötöissä, lukuun ottamatta hissitöitä. Pätevyystodistuksen saamiseksi henkilön tulee osoittaa pätevyystodistuksen saamiseksi asetetut ehdot sähköalan koulutuksesta ja työkokemuksesta sekä henkilöllä tulee olla hyväksytysti suoritettu sähköturvallisuustutkinto 1 tai 2. [4.]

Pätevyden saamiseksi henkilön tulee täyttää sähköturvallisuuslain (1135/2016) 68 §:ssä määritellyt vaatimukset [4].

3.1.3 Sähköpätevyys 3

Sähköpätevyys 3 -todistus oikeuttaa toimimaan sähkötöiden johtajana enintään 1 kV:n vaihtojännitteiseen tai 1,5 kV:n tasajännitteiseen verkkoon liitettäväksi tarkoitettujen sähkölaitteiden tai sähkölaitteistojen korjaustöissä, lukuun ottamatta hissitöitä. [4.]

Sähköpätevyys 3 oikeuttaa myös sähkölaitteiston yksittäisen komponentin vaihtamiseen sekä korjattavan tai uutena verkkoon liitettävän sähkölaitteen tai laitekokonaisuuden yksittäisen syöttöjohdon asentamiseen asennusrasialta tai kiinteistön jakokeskukselta muuttamatta keskuksen rakennetta, eli pätevyydellä voi asentaa yhden uuden sähkölaitteen. Sähköpätevyys 3 ei kuitenkaan oikeuta muilta osin kiinteistön sähkölaitteiston rakentamiseen. [4.]

Pätevyyden saamiseksi henkilön tulee täyttää sähköturvallisuuslain [3] (1135/2016) 69 §:ssä määritellyt vaatimukset [4].

4 Sähköiskun vaikutus ihmisessä

Sähkötöihin liittyy kaksi sähköstä aiheutuvaa vaaraa: mahdollisuus saada sähköisku ja mahdollisuus joutua alttiiksi valokaaren vaaroille. Lisäksi myös sähkömagneettinen säteily voi aiheuttaa vaaroja. Sähkövirta aiheuttaa vammoja, kun kehon läpi kulkeva virta lämmittää kudoksia sekä vaikuttaa kehon sähköisiin toimintoihin erityisesti aivoissa ja sydämessä. [5.]

Sähköisku voi aiheuttaa kulkiessaan kehon läpi muun muassa sydämen toimintahäiriöitä, syviä ja vakavia palovammoja sekä nesteen kertymistä keuhkoihin. Sydämen toimintahäiriöt aiheuttavat verenkierron vaikeutumista, joka puolestaan aiheuttaa sen, että kudokset eivät saa tarpeeksi happea ja ravinteita eikä niistä myöskään saada kuljetettua kaikkia kuona-aineita ja hiilidioksidia pois. Keuhkoihin kertyvä neste vaikeuttaa hengitystä. [5.]

Sähköiskujen seuraukset voivat näkyä ihmisessä vasta muutamien tuntien kulu-
luttua, joten sähköiskun saadessa tulee hakeutua välittömästi lääkärin vastaan-
otolle. Sähköisku voi aiheuttaa seuraavia terveydellisiä haittoja ihmisessä [5]:

- kuolema
- sydämen toimintahäiriöt -> verenkierron häiriöt, hapen puute
- nesteen kertyminen keuhkoihin
- palovammat
- lihaskouristukset
- verenpaineen nouseminen
- tajuttomuus -> tukehtuminen
- myrkylliset kaasut
- sähkömagneettinen säteily -> iho- ja silmävauriot, syöpäriskin lisääntyminen.

Sähkö on jo pieninäkin annoksina vaarallista ihmiselle ja jo muutaman milliampeerin virta aiheuttaa terveydellisiä seurauksia ja kipua. Yli 50 milliampeerin suuruista ihmisen kehon läpi kulkevaa virtaa pidetään hengenvaarallisena, koska silloin sydänkammiovärinän todennäköisyys on suuri. [5.]

4.1 Sähköiskusta seuranneet tyypillisimmät välilliset vammat

Lyhytkestoinen tai pienivirtainen sähköisku aiheuttaa yleensä vain säikähdyksen, mutta sen seurauksena voi kuitenkin olla putoaminen ja vakava vammautuminen, mikäli sähkötöitä tehdään jakkaralla tai telineellä seisten. Samoin sähköiskun seurauksena voi myös helposti lyödä itsensä rakenteisiin tai saada viiltohaavoja. Jos töitä tehdään pylväissä tai vastaavissa olosuhteissa, voi sähköiskusta seurata esimerkiksi putoaminen valjaiden varaan, joka sekkin aiheuttaa

vaaroja esimerkiksi jalkojen verenkiertoon. Sähköiskusta seuranneita tyypillisiä välillisiä vammoja ovat esimerkiksi [5]

- putoaminen
- kaatuminen
- kehon osan lyöminen rakenteisiin
- viiltohaavat.

4.2 Sähköiskun vakavuuteen vaikuttavat tekijät

Sähkövirran vaarallisuus ihmiselle riippuu pääasiassa kehon läpi kulkevan virran suuruudesta ja kestoajasta. Ihmiskehon eri osat muodostavat sähkövirralle tietyn impedanssin. Impedanssi on ihmiskehon sähkövirralle aiheuttama vastus. [5.]

Näiden impedanssien arvot riippuvat monista tekijöistä. Näitä ovat erityisesti virtatie, virran vaikutusaika, kosketusjännite, taajuus, ihon kosteus, kosketuspinta-ala, kosketuspaine, virran kulkureitti ja lämpötilaolosuhteet. [5.]

Virran suuruuteen kehon lävitse vaikuttavat virran aikaan saava kosketusjännite ja sähköiskun aikainen kehon kokonaisimpedanssi. Virran aiheuttaman vaaran vakavuus riippuu virran suuruudesta sekä sen kestoajasta. [5.]

Sähkövirran vahingollinen vaikutus ihmiseen johtuu siitä, että kehon läpi kulkeva sähkövirta häiritsee ihmisen hermojärjestelmän toimintaa. Tästä aiheutuu kipua esimerkiksi, lihaskouristuksia ja sydämen kammiovärinä tai sydämenpysähdys. Fysiologisen vaikutuksen voimakkuuden määräävät virran voimakkuus, kestoaika sekä taajuus. Lievimmillään sähkövirran kulun voi tuntea ilman, että siitä seuraa mitään vakavampaa. Tällöin virran suuruus on noin 1 milliampeerin luokkaa. [5.]

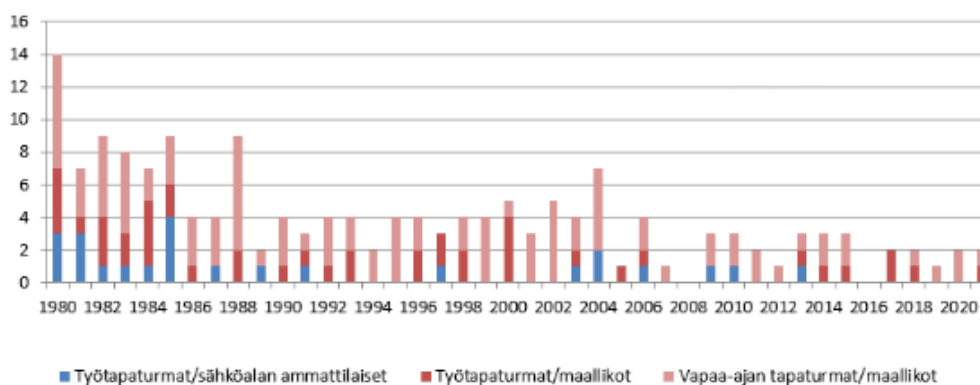
5 Sähkötapaturmat

Sähkötapaturmilla tarkoitetaan onnettomuuksia, joissa henkilö on saanut sähköiskun tai sähköiskusta aiheutuneen muun vamman. Sähkötapaturmaksi katsotaan myös valokaaresta tai sen mahdollisista seurauksista syntyneet vammat. Yleisin syy sähkötapaturmalle on virheellinen toiminta tai inhimillinen virhe. Toiseksi yleisin syy sähkötapaturmalle on käytössä vaaralliseksi tullut laite tai laitteisto. Harvinaisempi syy sähkötapaturmalle on uuden laitteen tai laitteiston vika tai asennusvirhe. [6.]

Sähköturvallisuuslain mukaan verkonhaltijalla, poliisilla sekä pelastus- ja työsuojeluviranomaisella on velvollisuus ilmoittaa Tukesille vakavista sähkötapaturmista. Kaikki edellä mainittujen tahojen henkilöstössä eivät kuitenkaan välttämättä ole tietoisia ilmoitusvelvollisuudesta, joten kaikki sähkötapaturmat eivät tule Tukesin tietoon. Tukes saa enimmäkseen tietoja vakavista tai työelämässä sattuneista sähkötapaturmista. Lievimät sekä etenkin vapaa-ajalla sattuneet sähkötapaturmat jäävät usein ilmoittamatta. [6.]

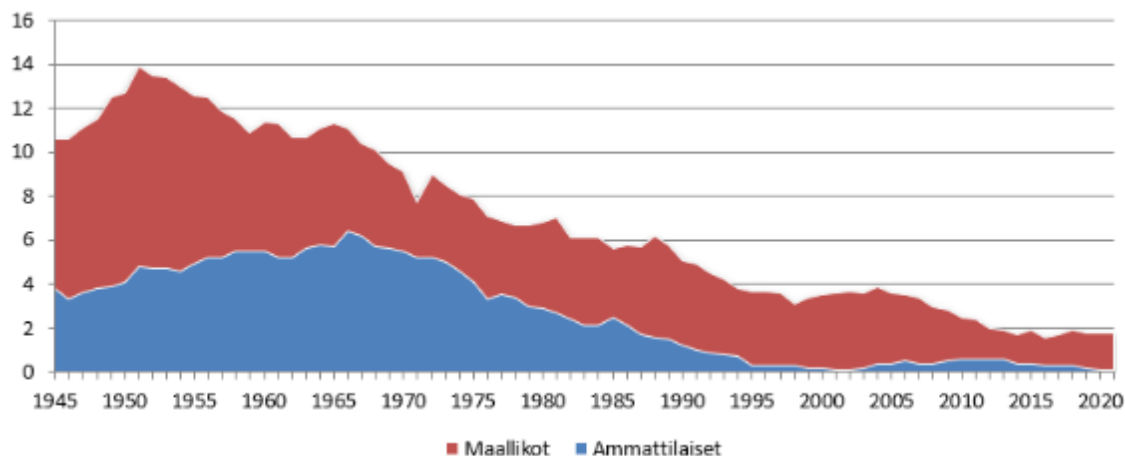
5.1 Kuolemaan johtaneet sähkötapaturmat

Suomessa rekisteriä sähkötapaturmista pitää Tukes. Tukesin verkkosivujen mukaan suomessa on tapahtunut 166 kuolemaan johtanutta sähkötapaturmaa vuosien 1980 ja 2021 välillä. [7.]



Kuva 2. Kuolematapausten lukumäärä 1980–2021 [7].

Kuvasta 2 voidaan havaita, että huomattavan suuri määrä kuolemaan johtaneista sähkötapaturmista sattuu maallikoille vapaa-aikana. Kuvasta voidaan myös havaita, että sähköalan ammattilaisille sattuu merkittävästi vähemmän kuolemaan johtaneita tapaturmia, syynä tähän lienee koulutus, riskien arviointi sekä oikeanlainen asenne sähkötöiden tekemiseen turvallisesti.



Kuva 3. Sähkötapaturmien 10 vuoden liukuva keskiarvo 1945–2021 [7].

Kuvasta 3 voidaan havaita, että kuolleisuus sähkötapaturmissa on laskenut Suomessa merkittävästi varsinkin sähköalan ammattihenkilöiden osalta, mutta maallikoiden osuus on pysynyt korkealla verrattaessa sähköalan ammattilaisiin.

5.2 Esimerkitapauksia kuolemaan johtaneista sähkötapaturmista

Seuraavissa kappaleissa tarkastellaan muutamia vanhoja sekä uusia kuolemaan johtaneita sähkötapaturmia ja pohditaan mitä olisi voitu tehdä paremmin, jotta niiltä olisi välttytty.

Huhtikuussa 2021 maanrakentaja avasi jännitteisen 20 kV:n puistomuuntamon ovet tarkoituksenaan selvittää muuntamon maantäytössä ollutta kasvustoa. Kurkottaessaan muuntamoon hän sai kuolemaan johtaneen sähköiskun. [7.] Maanrakentajan ei olisi pitänyt mennä avaamaan puistomuuntamon ovia vaan hänen olisi kuulunut pyytää sähköalan ammattihenkilöä suorittamaan kyseinen tehtävä.

Helmikuussa 2020 henkilö murtautui tyhjillään olleeseen teollisuuskiinteistöön ja siellä lukittuun muuntamotilaan. Hän kuoli jouduttuaan liian lähelle muuntajaa. [7.] Tässä tapauksessa tapaturmalta olisi välttytty, mikäli murtoa ei olisi tapahtunut ja henkilö olisi jättänyt menemättä muuntamotilaan.

Kesäkuussa 2019 henkilö sai kuolemaan johtaneen sähköiskun rikkiäisestä infrapunalampusta. [7.] Tässä tapauksessa kyseessä oli rikkiäinen laite, joten tapaturmaa olisi ollut vaikea välttää.

Heinäkuussa 2017 kuorma-auton kuljettaja oli kuorma-auton vieressä nostamassa säiliötä tyhjennysasentoon, kun säiliö osui alueen yläpuolella kulkevaan sähkölinjaan. Kuljettaja piti osumahetkellä kiinni nostolaitteen kytkimistä, joiden kautta hän sai voimakkaan sähköiskun. Kuljettaja loukkaantui vakavasti ja menehtyi myöhemmin. [7.] Tässä tapaturmassa olisi tullut kiinnittää huomiota riskienarviointiin sekä työ olisi tullut suorittaa erityisen varovasti sillä alueella oli sähkölinja.

Joulukuussa 1980 lapsi työnsi sähkövatkaimen vispilän olohuoneen 0-luokan pistorasiaan koskettaen samalla lämpöpatteria tai siihen tulevia putkia. Tällöin hän sai sähköiskun, menetti heti tajuntansa ja kuoli noin puoli tuntia myöhemmin. [7.] Tapaturma olisi ollut vältettävissä, jos lasta olisi pidetty silmällä ja huomattu ajoissa, että hän on pistorasian läheisyydessä sähkövatkaimen vispilä kädessä.

Huhtikuussa 1981 kolmen asentajan muodostaman työryhmän tehtävänä oli vaihtaa 20 kV:n avojohdon johtimia siten, että johtimet vedettiin ensin suoriksi maahan ja nostettiin sitten eristimille entisten johtimien tilalle. Viimeistä johdinta vedettäessä ennen johtimien jännitteettömäksi tekemistä kiipesi eräs asentajista pylväaseen johdinvetopyörä ja sen kiinnitykseen tarkoitettu sidelanka mukanaan. Sidelanka osui jännitteisiin johtimiin, jolloin virta kulki kehon läpi aiheuttaen hänen asentajan kuoleman. [7.] Työtä suorittaessa olisi pitänyt olla huolellisempi, sillä työskentely tapahtui jännitteisten johtimien läheisyydessä.

Heinäkuussa 1986 sähkölaitoksen työryhmän (apulaistyönjohtaja, 2 sähköasentajaa, harjoittelija ja autonkuljettaja) tehtävänä oli poistaa kaksi 9 m pituista kahtuvalopylvästä. Työskentelyalue oli Sähköturvallisuusmääräysten taulukossa 49.1–3 mainittujen vähimmäisetäisyyksien ulkopuolella 110 kV:n ja 45 kV:n johdoista. Poistettaessa pylvästä, joka oli lähinnä 45 kV:n johtoa, siirsi autonkuljettaja jostain syystä autoa niin, että pylväs kosketti 45 kV:n johtoa. Tällöin pylvästä kannatellut harjoittelija sai kuolemaan johtaneen sähköiskun. [7.] Tämä tapaturma olisi vältetty, jos autonkuljettaja olisi noudattanut turvallista työskentelytapaa eikä olisi siirtänyt autoa niin että pylväs pääsee koskettamaan johtoa.

Tukesin rekisteristä selviää myös, että hyvin yleinen kuolemaan johtanut sähkötapaturma on junien päälle kiipeäminen. Maallikot eivät välttämättä ymmärrä, kuinka vaarallista junien päälle kiipeily on. Hengenvaara johtuu suuresta junan ajolangan jännitteestä, josta jo lähelle kiivetessä voi saada kuolettavan valokaaren. Tukesin tietoon tulee vuosittain noin 1–2 onnettomuustapausta, jossa henkilö on saanut surmansa kiivettyään junan katolle. Tämän tyyppiset onnettomuudet ovat valitettavasti yleistyneet 2010-luvulla. Suomessa junat toimivat sähköllä. Tästä syystä junien katolla on tappava 25 000 voltin jännite vuorokauden ympäri. Jännite on niin suuri, että pelkästään sen lähietäisyydelle meneminen on hengenvaarallista. Junien katolle ei siis tule kiivetä missään tilanteessa. [8.]

6 Sähkötyöturvallisuuden parantaminen

6.1 Sähkötyöturvallisuuden kehitysideoita

Tärkeintä olisi mielestäni lisätä koulutusta sähkötyöturvallisuuteen liittyen. Suomessa kaikkien sähkötoita tekevien on suoritettava sähkötyöturvallisuuskoulutus mukaan lukien työjohto-, käyttö- ja asiantuntijatehtävissä toimivat henkilöt. Käytyään sähkötyöturvallisuus kurssin henkilö saa sähkötyöturvallisuus kortin, joka on voimassa viisi vuotta, kurssin kesto on noin kahdeksan tuntia, jonka lopuksi tehdään koe. Mielestäni viisi vuotta on hyvinkin pitkä aika, joten koulutusta voitaisiin lisätä esimerkiksi kerran vuodessa käytävään kertaus

koulutukseen, jolla päivitetäisi sähköalan ammattihenkilöiden tietoa ja pidettäisi asiat jatkuvasti mielessä.

Myös erilaisiin laitteisiin, kuten työkaluihin, keskuksiin ja suojaimiin, tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota. Työkalujen tulisi aina olla kyseiseen työhön soveltuvia, niiden tulisi olla toimintakuntoisia ja niitä tulisi olla riittävästi eikä esimerkiksi vanhoja tai huono kuntoisia. Sähköturvallisuutta voisi kehittää esimerkiksi henkilökohtaisilla ja sopivilla suojaimilla sekä lisäämällä niiden käyttöä.

Yksi iso riskitekijä on myös kiire, kun töitä tehdään kiireellä, unohtuu usein perusasiat ja tapaturman riski kasvaa. Joskus kireät aikataulut ja tuotannon häiriöttömyyden vaatimukset aiheuttavat kiireen mutta silloinkin työtä tekevän asentajan tulisi ajatella turvallisuus edellä ja suorittaa työt rauhallisesti ja turvallisesti.

Työntekijöiden asenteet ovat myös usein välinpitämättömiä ja asentajien tulisi-kin itse kiinnittää enemmän huomiota turvallisuusasioihin. Asenteisiin voidaan kuitenkin vaikuttaa esimerkiksi kouluttamalla, kertaamalla ja pitämällä sähköturvallisuusasioita esillä sekä puhumalla niistä enemmän.

Riittävän hyvä ohjeistus on myös tärkeässä asemassa. Sähköturvallisuutta voitaisiin parantaa esimerkiksi määräyksillä, joista ei olisi lupaa poiketa. Tiedonkulku on myös tärkeää eli turvallisuusasioista tulee käsitellä esimerkiksi työmailla, ja palavereissa jotta ne pysyvät jatkuvasti esillä.

6.2 Sähkötyöturvallisuuskäytännöt

Usein hyvät sähkötyöturvallisuuskäytännöt liittyvät jännitteettömyyden toteamiseen. Jännitteettömyys tulee aina testata henkilökohtaisesti jännitteenkoettimella. Koskaan ei pitäisi luottaa esimerkiksi muiden sanoihin tai vanhoihin kuviin, vaan jännitteettömyys tulee aina tarkastaa henkilökohtaisesti. Hyvänä käytäntönä onkin työskennellä aina jännitteettömänä, kun vain mahdollista. Jännitteiden tekemistä tulee aina välttää mahdollisuuksien mukaan. Jännitteettömänä työskentelyä varten tulee olla ohjeet ja näitä ohjeita kuuluu noudattaa.

Jännitteen toteamista varten työntekijöillä tulee olla asiaankuuluva jännitteenkoetin mukana.

Työntekijöillä tulee aina olla käytettävissä asiaankuuluvat suojaimet ja työvälineet. Jokaisella työpisteellä sekä liikkuvissa töissä jokaisessa autossa välineitä tulisi olla riittävästi, jonka lisäksi niiden tulisi olla ehjiä, laadukkaita ja asianmukaisia.

Hyvänä käytäntönä olisi myös, että kohteen tuntevan sähköasentajan tulee tehdä sähkötyöt. Myös esimerkiksi kohteen tekisi sähköttömäksi sähköasentaja, jos kohteeseen tulee kokemattomampi sähköasentaja työskentelemään. Samoin ennen urakoitsijan työntekijän työskentelyä kohteen tekisi jännitteettömäksi oman yrityksen sähköasentaja ja työn jälkeen oma sähköasentaja palauttaa sähkön kohteeseen.

Hyvä käytäntö on myös vaaratilanteiden ja tapaturmien raportointi ja tilanteiden käsittely. Sattuneet tilanteet tulisi käydä läpi yhdessä, esimerkiksi yhteisissä palavereissa. Tilanteista usein opitaan paremmin, kun osataan ajatella, että tapaus on sattunut jollekin tutulle. Usein voi käydä niin, ettei tapauksista perinteisesti puhuta eikä ole helppo myöntää omia virheitään.

6.3 Turvallisten työskentelytapojen lisääminen

Luvatonta jännitetyötä voitaisiin vähentää esimerkiksi puuttamalla organisaation toimintaan, lisäämällä ja kehittämällä koulutusta, vaikuttamalla asiakkaan, tilaajan ja pääurakoitsijan toimintatapoihin, teknisin keinoin, parantamalla työolosuhteita sekä kehittämällä luvallista jännitetyötä. Työntekijät voivat myös itse usein vaikuttaa tilanteeseen omalla toiminnallaan.

Työolosuhteet ovat isossa roolissa, jotta työt saadaan suoritettua turvallisesti. Esimerkiksi Valaistuksen tulisi olla kunnossa sähkötöitä tehdessä. Sähköjä ei tulisi palauttaa ennen kuin kaikki asennukset ovat valmiita. Lisäksi jokaiselle kohteelle tulisi tehdä räätälöidyt ohjeet. Parityötä olisi myös tarpeen lisätä.

Organisaatio voi myös itse vaikuttaa valvonnalla. Esimerkiksi esimies tarkistaa, että työ tehdään, kuten on sovittu, ja puuttuu tarvittaessa toimintaan osoittaen siten, mikä ei ole sallittua. Lisäksi esimiehen tulisi painottaa jännitteettömyyden toteamisen tärkeyttä, sekä muistuttaa ja pitää asia esillä. Organisaatiossa olisi hyvä olla aiheesta sisäinen ohje, mutta asioista tulisi myös puhua sillä ohjeet voivat jäädä lukematta. Organisaation toimintatapojen tulisi olla sellaisia, että jokainen toteaa jännitteettömyyden itse, eikä niin kiire saa olla, että sitä ei ehtisi tehdä.

7 Yhteenveto

Työn tavoitteena oli perehtyä sähkötyöturvallisuuteen ja sähkötapaturmiin sekä pohtia mitä voitaisiin tehdä paremmin, jotta sähkötapaturmia saataisiin vähennettyä. Näihin tavoitteisiin pyrittiin pääsemään internetistä löytyvien lähteiden avulla.

Työn aihe oli mielestäni mielenkiintoinen sekä sähköalalle tärkeä asia. Koin onnistuneeni työssä kohtalaisesti sillä odotukseni sekä motivaationi eivät olleet korkeimmillaan työtä tehdessä.

Lähteet

- 1 Sähkötyöturvallisuuden peruseriaatteet. 2022. Verkkoaineisto. TUKES. <<https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkotyoturvallisuus>> Luettu 29.3.2022
- 2 SFS 6002:2015 + A1:2018. Sähkötyöturvallisuus. 2018. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.
- 3 Sähköturvallisuuslaki. 1135/2016
- 4 Sähköpätevydet. 2022. Verkkoaineisto. SETI. <<https://www.seti.fi/sahko-patevydet>> Luettu 11.4.2022.
- 5 Miksi sähkötyöturvallisuuskoulutus on tärkeää. 2021. Verkkoaineisto. KIWA INSPECTA. <<https://koulutusmaailma.fi/fi/news/miksi-sahkotyoturvallisuuskoulutus-on-tarkeaa>> Luettu 23.4.2022.
- 6 Sähköturvallisuus. 2014. Verkkoaineisto. SPEK. <<http://www.kodinturva-opas.fi/tapaturmat/sahkoturvallisuus/>> Luettu 3.5.2022.
- 7 Sähkötapaturmissa kuolleet 1980-. 2021. Verkkoaineisto. TUKES. <<https://tukes.fi/onnettomuudet/sahkokuolemat#sahkotapaturmat-vuonna-1980>> Luettu 3.5.2022.
- 8 Junan katolla on tappava sähkövirta. 2021. Verkkoaineisto. TUKES. <<https://tukes.fi/-/junan-katolla-on-tappava-sahkovirta-sahkoiskun-voisaada-myos-purjeveneen-mastosta-tai-onkivavasta-ilmajohdon-laheisyysdessa-1>> Luettu 4.5.2022.