

# ONNETTOMUUSTUTKINTARAPORTTI

DNRO Tukes 3951/00.05.12/2021

Tutkintaryhmä: Sakari Hatakka, Ville Huurinainen, Hennamari  
Valkeinen

RAPORTTI

## Jakeluverkon muuntamalla maanrakentajan työntekijän kuolemaan johtanut sähkötapaturma

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto

tukes

**Onnettomuustutkintaraportti**  
**dnro Tukes 3951/00.05.12/2021**

**JAKELUVERKON MUUNTAMOLLA MAANRAKENTAJAN  
TYÖNTEKIJÄN KUOLEMAAN JOHTANUT  
SÄHKÖTAPATURMA**

**Tutkintaryhmä:**

Sakari Hatakka, Ville Huurinainen, Hennomari Valkeinen

## Sisällysluettelo

Tutkimusraportin tiivistelmä .....	4
1. Johdanto .....	6
2. Rakennushanke ja onnettomuuteen johtanut työ .....	6
3. Onnettomuuspaikka .....	7
4. Rakennushankkeen toteutuksen osapuolet .....	7
4.1. Käyttötyöt jakeluverkossa - käytön johtaja .....	8
4.2. Sähkötyöt - sähkötöiden johtaja.....	8
4.3. Maakaapeleiden asentaminen sähkötöiden osatyösuorituksena.....	9
5. Onnettomuuden kuvaus - tapahtumaketju.....	9
6. Työmaan työ- ja sähköturvallisuuden hallinta .....	11
6.1. Turvallisuusvaatimukset onnettomuuteen johtaneessa työssä.....	12
6.2. Sähköturvallisuuslain vaatimukset sähkö- ja käyttötyölle.....	12
6.3. Sähkötyöturvallisuutta koskevat vaatimukset.....	13
7. Vakiintuneet turvalliset työmenetelmät .....	13
7.1. Sähkötyöturvallisuuskoulutus .....	13
7.2. Ensiapuvalmius .....	14
8. Rakennushankkeen sähköturvallisuuden hallinta .....	14
8.1. Hankkeen turvallisuusasiakirja .....	14
8.2. Verkonhaltijan kytkentäohje .....	15
9. Työn kohteena olleen muuntamon rakenne .....	16
9.1. Muuntamon lukitus .....	16
9.2. Muuntamon lukitus verkostoprojekteissa.....	17
10. Onnettomuuden tutkinta .....	17
10.1. Säätila ja vaatetus.....	18
11. Onnettomuustutkinnan tulokset.....	19
11.1. Sähkötapaturmaan johtanut välitön syy .....	19
11.2. Onnettomuuden syntyyn mahdollisesti vaikuttaneita tekijöitä.....	20
12. Poikkeamat sähkötöitä ja sähkötyöturvallisuutta koskevista vaatimuksista .....	21
12.1. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvonta työkohteessa .....	22

13.	Hankeorganisaation toiminta .....	23
13.1.	Monitoimijaympäristön töiden organisointi ja hankkeen turvallisuuden valvonta .....	23
13.2.	Työskentelyn edellytykset .....	24
14.	Yhteenveto tapaturmasta ja siihen vaikuttaneista tekijöistä .....	25
14.1.	Ammattitaitovaatimus maakaapeleiden asentamisessa .....	26
15.	Tapahtumat onnettomuuden jälkeen .....	26
16.	Tarvittavat korjaavat toimenpiteet ja tutkintaryhmän ehdotukset vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi .....	27
17.	Lähteet .....	28
18.	Otteita onnettomuutta koskevista säädöskohdista ja sähkötyöturvallisuutta koskevista vaatimuksista .....	28
19.	Accimap .....	36

## Tutkimusraportin tiivistelmä

Onnettomuustapaus	Lohjalla jakeluverkon muuntamolla tapahtunut kuolemaan johtanut sähkötapaturma
Tapahtuma-aika	Tiistai 27.4.2021, Lohja
Tapahtumapaikka	Lohjalla sijaitseva jakeluverkon 20 kV:n muuntamo
Yhteenveto onnettomuudesta ja tutkinnan tuloksista	<p>Verkonrakentajan (sähköurakoitsijan) alihankkijana toimineen maanrakentajan työpari oli suorittamassa käyttöön otetulla jakeluverkon muuntamolla verkonrakennushankkeen viimeistelyitä. Onnettomuuden uhri avasi jännitteisen 20 kV:n ns. puistomuuntamon ovet tarkoituksenaan selvittää tarkastustoimenpiteenä laadunvalvonnassa havaittua muuntamon sisällä maatäytössä olevaa kasvustoa. Uhrin kurkottaessa muuntamon oviaukon suojapuomien välistä muuntamoon sai hän keskijännitekojeiston kosketussuojaamattomasta jännitteisestä osasta päähänsä kohdistuneen sähköiskun, jonka seurauksena hän myöhemmin menehtyi.</p> <p>Onnettomuuden tutkinnassa ilmeni hankkeen toteutukseen liittyvien toimijoiden organisaatioissa puutteita sähkötöitä ja sähkötyöturvallisuutta koskevien säädösvaatimusten tunnistamisessa. Hankkeessa ei toteutunut kaikin osin sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen sähkötyöstä ja käyttötyöstä vaatimukset.</p> <p>Maanrakennusurakoitsijan työntekijöiden ammattitaitovaatimuksesta ei varmistuttu riittävästi. Hankkeen maanrakennustöihin osallistuvien henkilöiden sähkön vaarojen tunnistamiseksi tarvittava koulutus, opastus ja valvonta oli puutteellista.</p> <p>Verkottuneessa toiminnassa sen kaikilla osapuolilla ei ollut yhtenäistä käsitystä sähköturvallisuuslain tarkoittaman sähkötyön turvallisuuden valvonnasta ja opastuksen toteutuksesta.</p> <p>Monitoimijaympäristössä on ollut kehitettävää vastuukysymysten selkeydessä, töiden ennakkosuunnittelussa ja tiedonkulussa toimijoiden välillä.</p>
Tarvittavat korjaavat toimenpiteet ja tutkintaryhmän ehdotukset vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi	<p>Sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 johdannossa todetaan:</p> <p>”Parhaillakaan säännöillä ja toimintatavoilla ei ole merkitystä, elleivät kaikki sähkölaitteistoissa tai niiden läheisyydessä työskentelevät henkilöt ole perusteellisesti perehtyneet niihin ja kaikkiin lakisäateisiin vaatimuksiin sekä noudata niitä ehdottomasti.”</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Sähköalalla itsenäisenä toiminnanharjoittajana toimivan maanrakennusurakoitsijan tulee perehtyä toimintaa koskeviin vaatimuksiin ja huolehtia ammattitaitovaatimusten toteutumisesta toiminnassa. Soveltuva sähkötyöturvallisuuskoulutus yhdessä tarvittavan työkokemuksen ja saadun opastuksen kanssa on keskeinen vaatimuskokonaisuus, jolla varmistetaan riittävät perustiedot ja taataan sähköturvallisuus ja sähkötyöturvallisuus yhteisellä työpaikalla.</li> <li>Toiminnanharjoittajan, jolla on oikeus tehdä sähkötöitä ja joka vastaa asennuskokonaisuuden vaatimuksenmukaisuudesta, tulee tosiasiallisesti ohjata ja valvoa maakaapeliasennusta. Maakaapelointia tekeviltä toiminnanharjoittajilta pitää vaatia osoitus vaaditusta ammattitaidosta, jotta toiminnan ja yhteisen työpaikan sähköturvallisuudesta voidaan varmistua.</li> </ol>

	<p>3. Maanrakennusurakoitsijoilla ei voi teettää itsenäisesti muita kuin sähköturvallisuuslain tarkoittamia rajattuja maakaapelin asentamiseen liittyviä sähkötöitä. Sähköurakointioikeudet omaavan toiminnanharjoittajan välitön valvonta jännitteettömässäkin laitteistossa on usein tarpeen. Sähköurakoitsijan ja sen nimeämän sähkötöiden johtajan suorittama valvonta on oltava kaikissa tilanteissa riittävää, jotta pystytään takaamaan sekä sähkötyöturvallisuus että rakennettavan sähkölaitteiston vaatimustenmukaisuus. Sähköturvallisuuslain työaluetta rajaava vaatimus tulee huomioida toimialan työohjeissa.</p> <p>4. Verkottuneessa toiminnassa hankkeen kaikilla osapuolilla tulee olla yhtenäinen ja ajantasainen käsitys sähkötyön turvallisuuden valvonnasta ja opastuksen toteutuksesta.</p> <p>5. Verkkoyhtiön on suositeltavaa keskustella muuntamon valmistajan kanssa mahdollisuuksista parantaa keskijännitekojeiston kosketussuojausta.</p> <p>6. Onnettomuustutkinnassa arvioitiin, että jakeluverkonhaltijan sähkötilojen poikkeavaan lukitusmenettelyyn sisältyy lisääntyntä riskiä. Lukituksen korvaavaa sinetöintimenettelyä on tarpeen uudelleenarvioida kriittisesti.</p>
Tutkintaraportin päiväys	27.9.2021
Tutkintaryhmän allekirjoitukset ja nimenselvennykset	Onnettomuustutkintaraportti on sähköisesti allekirjoitettu asiakirja.

## 1. Johdanto

Lisääntyneet sääilmiöt ja käyttöikänsä päähän tulleet sähkönjakeluverkot ovat aiheuttaneet tarvetta tarkastella sekä parantaa jakeluverkkojen toimintavarmuutta ja sähkönsiirron häiriöttömyyttä. Sähkönsiirtopalveluita tarjoavat ja sähkönjakeluverkkoa ylläpitävät jakeluverkonhaltijat ovat viime vuosina uusineet ja rakentaneet voimakkaasti verkkojaan vastaamaan sähkömarkkinalain 588/2013 vaatimuksia sähkön toimitusvarmuuden parantamiseksi.

Suomen sähkönsiirtoverkko koostuu jänniteportailtaan suur- ja keskijänniteverkoista (suurjännitteet) sekä pienjänniteverkosta. Keskijänniteverkko syöttää pienjänniteverkkoja, joihin kuluttajat liittyvät.

Tyypillistä on, että keskijänniteverkon vikatilanne aiheuttaa kuluttajille sähkökatkoja laajalla alueella. Säävarmuuden tavoittamiseksi jakeluverkkoyhtiöissä on siirretty ilmajohtoja paremmin saavutettaviin teiden varsiin, levennetty ja tehostettu puuston raivausta johtoaukeilta ja niiden läheisyydestä. Usein vaatimuksen täyttämiseksi on verkkoja uudistettaessa ja rakennettaessa päädytty sijoittamaan siirtokaapelit maan alle, jossa ne ovat suojassa sääilmiöiltä, myrskyiltä, ukkosilta ja lumikuormilta.

Tutkittu kuolemaan johtanut sähkötapaturma liittyy jakeluverkonhaltijan Länsi-Suomessa toteuttamaan jakeluverkon saneeraus- ja rakentamistyöhön. Onnettomuus tapahtui Lohjalla sijaitsevalla sähkönjakeluverkon muuntamolla tiistaina 27.4.2021.

Onnettomuuden tapahtuessa verkonrakennusurakoitsijan alihankkijana käyttämän maanrakennusurakoitsijan työparin tehtävänä oli selvittää ja suorittaa käyttöön otetulla jännitteisellä muuntamolla laadunvalvonnassa havaittujen puutteiden ja poikkeamien korjaustöitä.

Onnettomuuden uhri (myöhemmin henkilö A) sai jännitteisestä muuntamosta sähköiskun, jonka seurauksena hän loukkaantui pahoin. Uhri sai ensiapua tapahtumapaikalla ja toimitettiin sairaalahoitoon, jossa hän kuitenkin myöhemmin menehtyi saamiinsa vammoihin.

## 2. Rakennushanke ja onnettomuuteen johtanut työ

Jakeluverkon haltijan Länsi-Suomessa sijaitsevalla maantieteellisesti rajatulla alueella oli toteutettu verkon saneeraus- ja muutostöitä sekä 20 kilovoltin (kV) keskijännitteisen että pienjännitteisen 230/400 voltin (V) jakeluverkon osissa.

Rakentamisessa verkonhaltijalla oli hankesopimus päätoteuttajana toimivan sähköurakoitsijan ns. verkonrakentajan kanssa. Päätoteuttaja käytti sähkötöissä oman työnsä lisäksi toista verkonrakennuspalveluja tarjoavaa toiminnanharjoittajaa (myöhemmin verkonrakentaja A).

Työvaiheisiin, joihin tarvittiin konetöitä, kuten maakaapeleiden asentaminen ja muuntamorakenteiden perustaminen, käytettiin maanrakennuspalveluita tarjoavaa toiminnanharjoittajaa (myöhemmin maanrakennusurakoitsija).

Onnettomuuden sattuessa hanke oli edennyt siten, että rakennettu jakeluverkon osa oli otettu käyttöön ja sähkönsiirtoon loppuvuodesta 2020.

Onnettomuuden sattuessa maanrakennusurakoitsijan työparin tehtävänä oli selvittää ja suorittaa onnettomuuspaikan muuntamolla laadunvalvonnassa havaittujen puutteiden ja poikkeamien korjaamiseksi tarvittavia töitä. Laadunvalvonnassa havaitut poikkeamat oli kirjattu maanrakentajan työparin käytössä olleelle puutelistalle nimikkeellä muuntamon maanrakennustyöt: ”Muuntamon perustusmateriaali ei ole valmistajan ohjeen mukainen ja keskijännitepuolen sisätäytössä jotain pientä kasvustoa.”

### 3. Onnettomuuspaikka

Onnettomuus tapahtui maata vasten perustetulla ns. puistomuuntamolla (tai maaseutumuintamo), joka on rakenteeltaan suljettu mm. siten, että sisäpuolella olevat jännitteiset osat on suojattu sivullisten pääsylvä ja tahattomalta koskettamiselta. Muuntamon käyttöä ja huoltoa varten olevien ovien lukituslaitteiden avaamisen estäminen oli toteutettu jakeluverkonhaltijan käytännön mukaisesti vaijerisinetillä.

Onnettomuus tapahtui, kun maanrakennusurakoitsijan työryhmän henkilö A poisti muuntamon keskijänniteosan ovet lukitsevan vaijerisinetin ja joutui liian lähelle 20 kV:n muuntamon sisällä olevia kosketussuojaamattomia jännitteisiä osia ja kosketukseen niiden kanssa saaden päähänsä kohdistuneen valokaaren ja sähköiskun.

Sivummalla työskennellyt työryhmän henkilö B havahtui onnettomuuteen ja löysi henkilö A:n lyyhistyneenä muuntamon oviaukon suojapuomia vasten. Uhrin ensiaputoimet aloitettiin tapahtumapaikalla ja hänet toimitettiin sairaalahoitoon, jossa hän kuitenkin myöhemmin menehtyi vammoihinsa.

### 4. Rakennushankkeen toteutuksen osapuolet

Sähköverkkotoimintaa saa harjoittaa Suomessa sijaitsevassa sähköverkossa vain Energiaviraston (EV) myöntämällä sähköverkkoluvalla, samoin jakeluverkonhaltijalla on yksinoikeus rakentaa jakeluverkkoa vastuualueellaan. (Sähkömarkkinalaki 588/2013)

Kyseessä olevan verkonhaltijan toimintamalli on, että rakentaminen toteutetaan sähkötöihin oikeudet omaavilla sähköverkkojen rakentamiseen perehtyneillä ja erikoistuneilla toiminnanharjoittajilla.

Jakeluverkon haltija oli tehnyt hankkeen päätoteuttajan kanssa hankintasopimuksen Länsi-Suomessa sijaitsevan jakeluverkkonsa maantieteellisesti rajatun alueen sekä 20 kilovoltin (kV) keskijännitteisen että pienjännitteisen 230/400 voltin (V) jakeluverkon osien rakentamisesta laadittujen suunnitelmien mukaisesti. Hankkeeseen kuului mm. maakaapeliverkon kaapelointia sekä muuntamoiden ja jakokaappien asentamista.

Käytännön verkonrakentamista tehtiin osin päätoteuttajan omana työnä, mutta sen lisäksi käytettiin alihankintana verkonrakentaja A:ta.

Rakentamisen työvaiheisiin, joihin tarvittiin konetöitä, kuten maakaapeleiden asentaminen ja muuntamorakenteiden perustaminen, käytettiin maanrakennuspalveluita tarjoavaa maanrakennusurakoitsijaa, jolla oli toimeksiantosopimus päätoteuttajan kanssa.

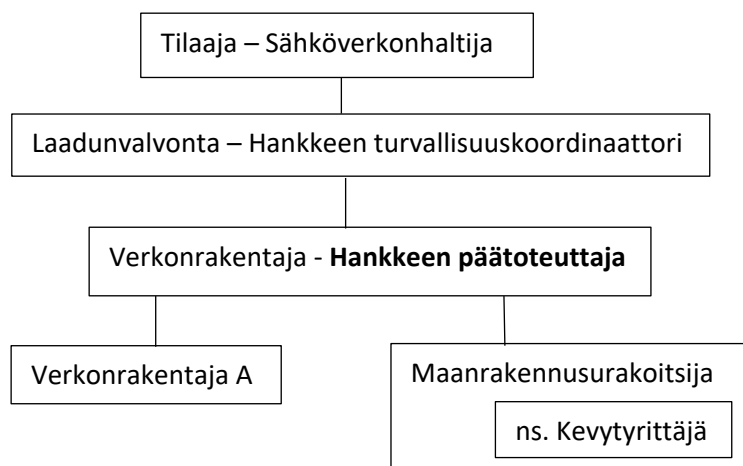
Henkilö B työskenteli maanrakennusurakoitsijalle ns. kevytyrittäjänä.

Menettelynä alihankkijoiden käyttö oli sallittua, kun päätoteuttaja käyttää tilaajalla hyväksyttyjä alirakoitsijoita.

Rakennusprojektin yhtenä osapuolena oli mm. laadunvalvontapalveluja (projektinvalvonta) tarjoava yritys, jonka tehtävänä oli valvoa, että rakennettu verkko täyttää sekä sitä koskevat turvallisuusvaatimukset että tilaajan asettamat laadulliset vaatimukset. Tilaajan (jakeluverkkoyhtiö) ja laadunvalvonnan toimeksianto perustui jo aiempaan yhteistyöhön mm. jakeluverkon rakentamisen laadunvalvonnassa. Toimija oli nimetty hankkeeseen valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta 205/2009 mukaiseksi turvallisuuskoordinaattoriksi oman siten roolin rakentamisen turvallisuuden valvonnassa ja oikeiden asennustapojen noudattamisessa.



Hankkeen laadunvalvonnassa oli havaittu puutteita ja poikkeamia, joiden korjaustarpeet päätoteuttaja oli osoittanut maanrakennusurakoitsijalle, joita maanrakennusurakoitsijan kahden henkilön työryhmä oli selvittämässä ja suorittamassa onnettomuuden sattuessa.



Kaavio1. Verkonrakennushankkeen osapuolet Tukesin onnettomuustutkinnassa.

#### 4.1. Käyttötyöt jakeluverkossa - käytön johtaja

Sähkömarkkinalain mukaan sähköverkkoluvan haltijalla on oltava palveluksessaan sellainen käytön johtaja sekä, jos hakija suorittaa sähkötöitä, sähkötöiden johtaja, joka täyttää sähköturvallisuuslaissa ja sen nojalla säädetty kelpoisuusvaatimukset. (Sähkömarkkinalaki 588/2013 6§)

Käytön johtajan nimeämisestä, ilmoittamisesta Tukesin sähkölaiteistorekisteriin ja velvollisuuksista on säädetty sähköturvallisuuslaissa. Sähköverkkoluvan haltijan nimeämällä käytön johtajalla tulee olla sähkötöihin oikeuttava sähköpätevyys ryhmän S1 laajuudessa. Kyseeseen tulee myös vastaavan laajuinen aiempien säädösten nojalla myönnetty sähköalan pätevyystodistus.

Käytön johtaja vastaa siitä, että sähkölaiteiston käytössä ja huollossa noudatetaan sähköturvallisuuslakia, ja että sähkölaiteisto on sähköturvallisuuslain edellyttämässä kunnossa käytön aikana. Käytön johtaja vastaa myös siitä, että käyttötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi tehtäviinsä opastettuja. [Sähköturvallisuuslaki (STL 1135/2016) 60 §, 61 §, 62 §]

Kun sähkölaiteistojen erilaisia korjaus-, huolto- ja kunnossapitotöitä tehdään sähköalan palveluntarjoajien toimesta, tällöin käytön johtaja vastaa siitä, että laitteistoon ja turvalliseen toimintaan liittyvät seikat ja erityispiirteet tulevat huomioiduiksi. Käytön johtaja huolehtii käyttötoiminnan ja kunnossapidon kannalta tarpeellisten menetelmien, vastuiden ja suorittajien määrittelyistä.

#### 4.2. Sähkötyöt - sähkötöiden johtaja

Sähkötöiden tekemisen edellytykset esitetään sähköturvallisuuslaissa. Lain keskeinen vaatimus on, että toiminnanharjoittajan on nimettävä ennen töiden aloittamista palveluksessaan oleva työalueeseen nähden riittävän kelpoisuuden omaava henkilö sähkötöiden johtajaksi ja tehtävä toimintailmoitus Tukesin sähköurakoitsijarekisteriin.

Sähköturvallisuuslain mukaan yli 1000 voltin (V) osiin kohdistuvat sähkötyöt edellyttävät toiminnanharjoittajalta oikeutta sähkötöihin sähköpätevyyden S1 laajuudessa ja alle 1000 voltin työt vähintään sähköpätevyyden S2 laajuudessa. Kyseeseen tulee myös vastaavan laajuinen aiempien säädösten

nojalla yrityksen nimeämälle sähkötöiden johtajalle myönnetty sähköalan pätevyystodistus. (STL 1135/2016 66 §, 67 § ja 68 §)

Toiminnanharjoittajan nimeämän sähkötöiden johtajan on johdettava ja valvottava sähkötöitä. Sähkötöiden johtajan on huolehdittava siitä, että sähkötöissä noudatetaan sähköturvallisuuslakia sekä sen nojalla annettuja säännöksiä ja määräyksiä. Töiden johtaja huolehtii siitä, että sähkölaitteet ja -laitteistot ovat niille edellytetyssä kunnossa ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista sekä sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi opastetut tehtäviinsä.

Käytännössä sähkötöiden johtajan tehtävät liittyvät työn ohjaamiseen, työntekijöiden ammattitaidon varmistamiseen ja opastamiseen sekä työvälineistä ja työn ulkoisista puitteista huolehtimiseen. Sähkötöiden johtajalla tulee olla siten kiinteä kosketus töiden suorittamiseen.

### **4.3. Maakaapeleiden asentaminen sähkötöiden osatyösuorituksena**

Maakaapeleiden asentaminen on sähkötyötä, joka osatyösuorituksena ei poikkeuksellisesti edellytä erillistä sähköurakointioikeutta silloin, kun se käsittää vain kaapelin laskemisen kaapeliojaan ja sen peittämisen tai aurauksen. Työn tekijän tulee kuitenkin täyttää sähköturvallisuuslaissa sähköalan ammattihenkilölle säädetyt vaatimukset. Työtä pitää ohjata ja valvoa laissa säädetyt edellytykset täyttävä sähköurakointi oikeudet omaava toiminnanharjoittaja, joka myös vastaa maakaapeliasennuksen kokonaisuudesta. (STL 1135/2016 55 §, 56 § ja 73 §)

## **5. Onnettomuuden kuvaus - tapahtumaketju**

Onnettomuuden tapahtuessa maanrakennusurakoitsijan kahden hengen työryhmä oli selvittämässä ja korjaamassa Lohjalla sijaitsevalla sähköjakeluverkon muuntamolla laadunvalvonnassa havaittuja poikkeamia. Työkohteen muuntamo oli otettu käyttöön ja sähkönsiirtoon loppuvuodesta 2020. Laadunvalvonta oli osoittanut havaitsemansa korjaustarpeet päätoteuttajalle, joka edellytti niiden korjaamista työsuorituksesta vastanneelta maanrakennusurakoitsijalta. Päätoteuttajan käytäntö on osoittaa korjaavat toimenpiteet edelleen työvaiheen suorittajalle.

Työryhmällä oli käytössään listaus laadunvalvonnassa havaituista puutteista ja korjaustarpeista. Laadunvalvonnassa onnettomuuspaikan muuntamoon kohdistuneet havainnot oli kirjattu työlistalle nimikkeellä muuntamon maanrakennustyöt: ”Muuntamon perustusmateriaali ei ole valmistaja ohjeen mukainen ja keskijännitepuolen sisätäytössä jotain pientä kasvustoa.”

Onnettomuuspaikan muuntamo on tehdasrakenteinen maata vasten perustettu ns. puisto- tai maaseutumuantamo. Metallirakenteinen muuntamon sisäpuolella olevat jännitteiset osat on suojattu sivullisilta ja tahattomalta koskettamiselta. Muuntamon käyttöä ja huoltoa varten olevien ulospäin aukeavien saranoitujen ovien lukkolaitteiden avaamisen estämiseen oli käytetty jakeluverkon haltijan käytännön mukaisesti vaijerisinettejä.

Onnettomuuden sattuessa maanrakentajan työryhmän toinen henkilö (henkilö B) työskenteli sivummalla, henkilöön A nähden muuntamorakennuksen toisella puolella, tehden maisemointitöitä. Henkilö A työskenteli yksin ja katkaisi akkukäyttöisellä kulmahiomakoneella muuntamon keskijänniteosaan pääsyn estävän sinetin teräsvaijerin ja avasi muuntamon keskijänniteosan pariovet.

Henkilöllä B ei ollut näköyhteyttä uhriin henkilö A:han. Henkilö B kuuli ”surahduksen” ja havahtui onnettomuuteen. Henkilö B löysi onnettomuuden uhrin henkilö A:n lyyhistyneenä polviasentoon muuntamon oviaukon suojapuomia vasten, tämän ollen osin muuntamon sisäpuolella.

Uhri henkilö A vaikutti elottomalta. Henkilö B auttoi uhrin maahan, soitti hätäkeskukseen, aloitti ensiaputoimet ja elvytti uhria pelastuslaitoksen paikalle tuloon saakka.

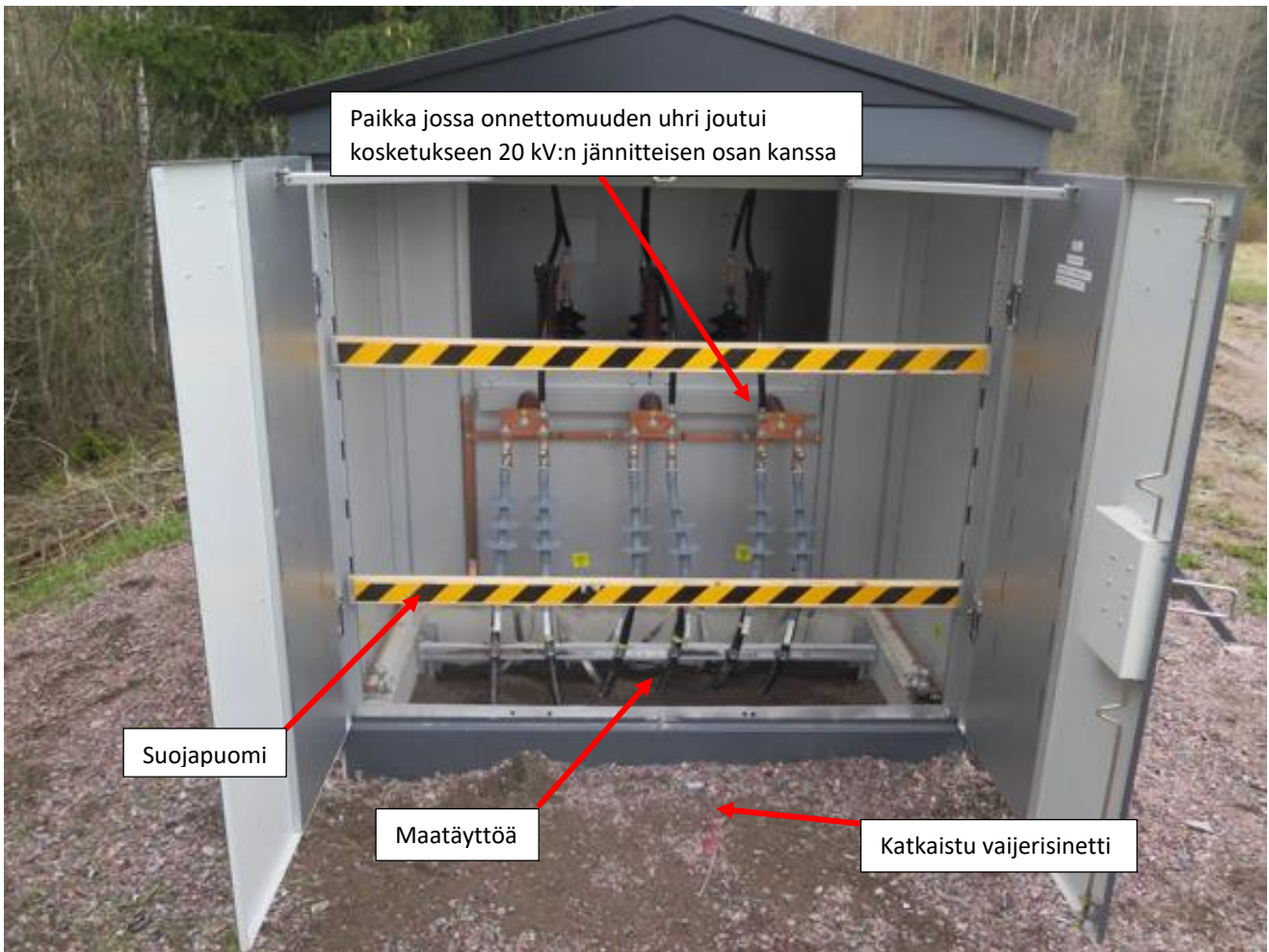
Maanrakennusurakoitsijan työryhmän henkilö A menehtyi myöhemmin sairaalassa muuntamon 20 kV:n keskijännitteisestä osasta saamaansa päähänsä kohdistuneen sähköiskun seurauksena.

Muuntamon päädyssä olevan keskijänniteosan ovien takana on ovet avattuina kaksi huomioväritettyä poikittaista puomia, joiden tarkoitus on kiinnittää huomiota ja estää tahaton joutuminen muuntamon kosketussuojaamattomiin keskijännitteisiin osiin. Tutkinnan mukaan onnettomuus tapahtui, kun henkilö A kurkotti suojapuomien välistä ja joutui liian lähelle sen takana olevia jännitteisiä osia ja kosketukseen muuntajaa kiskopakertilta syöttävän vaiheen L3 liitosta, saaden päähänsä kohdistuneen valokaaren ja sähköiskun. (Kuva 1.)

Henkilö A:n ilmeinen tarkoitus oli jännitteiseen laitteistoon kohdistuvana tarkastustoimenpiteenä selvittää laadunvalvonnan puutelistassa mainittua keskijänniteosan maatäytössä havaittua kasvustoa. Toimiessaan näin maarakentajan asentaja rikkoi maarakentajayrityksen omia kirjallisia pysyvääismääräyksiä.

Onnettomuus aiheutti johtolähtöä ja muuntopiiriä syöttävällä sähköasemalla relesuojauksen havahtumisen maasulkuun (27.4.2012 klo 14:43:51) sekä sen jälkeen poiskytkennän maastokatkaisijalla. Tämän jälkeen johtolähtö kytkeytyi automaattisella pikajälleenkytkennällä (PJK) ja pysyi jännitteisenä. Muuntopiiriä syöttävässä johtolähdössä on osin avorakenteista ilmajohtoa, josta syystä lähdössä oli käytössä jännitteen palauttava jälleenkytkentäautomaattiikka.

Henkilö B oli uhria auttaessaan ja aloittaakseen ensiavun siirtänyt tämän etäämmälle muuntamon ollessa jännitteinen. Vaaratilanne oli ohi vasta, kun henkilö B sai siirrettyä uhrin turvalliselle etäisyydelle kojeiston jännitteisistä osista.



Kuva 1. Onnettomuuspaikan muuntamo

(Kuva: poliisi)

## 6. Työmaan työ- ja sähköturvallisuuden hallinta

”Työnantajan, työntekijöiden ja muiden työturvallisuuteen vaikuttavien tahojen velvollisuudet ja vastuut määritellään säädöksissä. Työturvallisuuslain mukaan työnantaja vastaa työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Myös työntekijällä on työturvallisuuteen liittyviä velvollisuuksia. Lisäksi veloitetaan työpaikan välillisiä toimijoita sekä rakennushankkeiden vastuutahoja”. Lähde: Työsuojelu.fi Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu.

Työsuojeluviranomainen on antanut työtapaturmasta laaditussa työsuojelutarkastuksen tarkastuskertomuksessa 2021/9925 (Dnro ESAVI/14847/2021) työnantajalle toimintaohjeen (asiakirjan kohta 2.1 Rakennustyömaahan perehdyttäminen), jossa todetaan mm. seuraavaa:

”Työmaakohtaisesta perehdytyksestä vastaa päätoteuttaja. Päätoteuttajan on varmistuttava, että sillä on tieto työmaalla työskentelevistä työntekijöistä ja itsenäisistä työsuorittajista ja että heidän perehdyttämistään varten on tarpeelliset tiedot. Päätoteuttajan on huolehdittava perehdyttämällä ja opastamalla siitä, että kaikilla yhteisen rakennustyömaan työntekijöillä on riittävät tiedot turvallisesta työskentelystä ja että he tuntevat kyseessä olevan rakennustyömaan vaara- ja haittatekijät sekä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet.

Työturvallisuuslaki (738/2002) 14 §, 52 §

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (205/2009) 3 §, 13 §

Työsuojelutarkastajan käsityksen mukaan samankaltaisten tapaturmien torjumiseksi päätoteuttajan on perehdytettävä kaikki työmaalla työskentelevät henkilöt, jotta voidaan varmistua siitä, että kaikilla työntekijöillä on tiedossa työmaan vaara- ja haittatekijät sekä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet. Työnantajan tulee päivittää suullisten ohjeiden lisäksi kirjalliset ohjeet turvallisen työskentelyn varmistamiseksi.

### **6.1. Turvallisuusvaatimukset onnettomuuteen johtaneessa työssä**

Sitovat määräykset sähkötyöturvallisuudesta annetaan sähköturvallisuuslaissa (STL 1135/2016) ja valtioneuvoston asetuksessa sähkötyöstä ja käyttötyöstä (VNa 1435/2016).

Rakennustyön turvallisuudesta säädetään valtioneuvoston asetuksessa rakennustyön turvallisuudesta.

Jakeluverkon rakentamisen ja sen läheisyydessä tehtävän työn riskienhallintaan ja turvallisuuteen liittyvä asiakirja hankkeessa oli verkonhaltijan laatima turvallisuusasiakirja (VNa 205/2009, jäljempänä raportin kohta 8.1). Asiakirjan tarkoituksena on tunnistaa ja hallita verkonrakennushankkeeseen liittyvät turvallisuustekijät, jotta ne tulevat huomioitua työn toteutuksessa sen eri vaiheissa. Asiakirja sisälsi sähköturvallisuuslain velvoittamia turvallisuusvaatimuksia sähkö- ja työturvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä. Asiakirjaan sisällytettyjä sähkö- ja rakennustyöturvallisuudesta annettuja vaatimuksia ja annettuja ohjeita tuli noudattaa koko alihankintaketjussa sen kaikissa työvaiheissa.

Asiakirja edellytti turvallisuus- ja ympäristöasioiden hallitsemiseksi järjestelmää, joka sisältää muun muassa turvallisuustavoitteiden asettamisen, seurannan ja valvonnan, raportoinnin, henkilöstön ammattitaidon, sekä koulutusten ja pätevyysien hallinnan. Päätoteuttajana toimivan urakoitsijan tuli ylläpitää työturvallisuusmääräysten mukaisia tiedostoja urakkaan liittyvistä turvallisuusdokumenteista, mm. vaarallisiksi luokiteltujen töiden suunnitelmista, tarkastuksista, kokouksista ja perehdyttämisistä.

Sähkötyöturvallisuuden osalta asiakirjassa mm. edellytetään, että työssä noudatetaan sähkötyöturvallisuudesta annettuja vaatimuksia ja huolehditaan sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 edellyttämästä sähkötyöturvallisuuskoulutuksesta, josta esitetään vaadittaessa todistus.

### **6.2. Sähköturvallisuuslain vaatimukset sähkö- ja käyttötyölle**

Sähköturvallisuuslaki määrittelee sähkö- ja käyttötyön. Sähkötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteen korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotöitä. Sähkötyöksi ei katsota sähkölaitteen eikä -laitteiston purkutöitä, jos laite tai laitteisto on tehty luotettavasti ja asianmukaisesti jännitteettömäksi. Käyttötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteiston käyttötoimenpiteitä ja sähkölaitteistoon kohdistuvia tarkastustoimenpiteitä. (STL 1135/2016 53 §)

Lain perusvaatimus on, että sähkö- tai käyttötöitä tekevän henkilön tulee olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu. (STL 1135/2016 53 § ja 54 §)

Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä antaa tarkempia vaatimuksia sähköturvallisuuslaissa tarkoitetuista sähkö- ja käyttötyöistä sekä niiden suorittajan kelpoisuusvaatimuksista. (VNa 1435/2016)

Sähkötyössä, käyttötyössä ja sähkölaitteiston lähellä tehtävässä työssä, jossa voi aiheutua sähköiskun tai valokaaren vaara, noudatetaan työturvallisuuslakia. Lisäksi työssä on noudatettava sähköturvallisuuslain olennaisia turvallisuusvaatimuksia, jotka koskevat työkohteen turvallisuudesta huolehtivan henkilön nimeämistä, ohjeita ja opastusta, työssä käytettäviä välineitä, työmenettelyjä, varoitusmerkintöjen käyttöä sekä työntekijöiden ja sivullisten vaaralliselle alueelle joutumisen estämistä.

Edellä tarkoitettuja olennaisia turvallisuusvaatimuksia noudatetaan laissa tarkoitettussa maallikkotyössä soveltuvin osin siten, että voidaan riittävästi varmistua sähkötyöturvallisuudesta. (STL 1135/2016 82 §)

Sähkötapaturman ja tutkitun onnettomuuden kannalta keskeiset säädöskohdat on koottu raportin osaan 19. (Otteita onnettomuutta koskevista säädöskohdista ja sähkötyöturvallisuutta koskevista vaatimuksista).

### 6.3. Sähkötyöturvallisuutta koskevat vaatimukset

Sitovat määräykset sähkötyöturvallisuudesta perustuvat sähköturvallisuuslakiin. Valtioneuvoston asetuksen sähkötyöstä ja käyttötyöstä liitteessä säädetään tarkemmin mm. sähköturvallisuuslaissa sähkötyöturvallisuudelle asetetuista vaatimuksista.

Asetuksen liitteessä esitetään sähkötyön turvallisen suorittamisen olennaiset turvallisuusvaatimukset.

Työskentelyä koskevien vaatimusten katsotaan täyttyvän, kun työ tehdään soveltaen sähköturvallisuusviranomaisen vahvistamia standardeja ja julkaisuja. Sähkötöitä koskeva vahvistettu standardi on SFS 6002:2015 + A1: 2018 Sähkötyöturvallisuus.

## 7. Vakiintuneet turvalliset työmenetelmät

Sähköturvallisuusviranomaisen julkaisee luettelon (onnettomuusajankohdan Tukes luettelo on S10-2019) niistä standardeista, joita noudattaen sähkölaitteiston katsotaan täyttävän sähköturvallisuuslain sähkölaitteistoille ja sähkötyöturvallisuudelle asettamat vaatimukset (STL 1135/2016 33 § ja VNa 1435/2016, Sähkötyön turvallisen suorittamisen olennaiset turvallisuusvaatimukset).

Suomalainen sähköturvallisuusstandardi SFS 6000 on säädösten mukainen luetteloitu standardi, jota noudattamalla turvallisuusvaatimusten katsotaan täyttyvän.

Standardi sisältää eurooppalaisen esikuvastandardin EN 50110-1:2013, ”Operation of electrical installations” suomenkielisen käännöksen sekä siihen tehdyt kansalliset lisäykset.

Julkaisu sisältää säädöksissä tarkoitettuja työssä noudatettavia vakiintuneita turvalliseksi todettuja työmenetelmiä ja ohjeita turvalliseen työskentelyyn sähkölaitteistojen käytössä sekä työskentelyssä sähkölaitteistoissa tai niiden lähellä. Standardia sovelletaan työskentelyyn kaikilla jännitealueilla.

Standardissa esitetään vaadittu turvallisuustaso kaikkeen käyttöön, asennukseen ja kunnossapitoon liittyvään sähkötyöturvallisuuteen. Vaatimukset koskevat kaikkea sähkötyötä sekä muuta sähkölaitteiston läheisyydessä tapahtuvaa työtä, kuten rakennustöitä lähellä ilmajohtoja tai maakaapeleita silloin, kun on sähköisen vaaran riski.

Sähkötapaturman ja tutkitun onnettomuuden kannalta sähkötyöturvallisuusstandardin asettamia vaatimuksia on esitetty raportin osassa 19. (Otteita onnettomuutta koskevista säädöskohdista ja sähkötyöturvallisuutta koskevista vaatimuksista).

### 7.1. Sähkötyöturvallisuuskoulutus

Työntekijälle annettavaa koulutusta ja opastusta koskeva vaatimus on annettu valtioneuvoston asetuksessa sähkötyöstä ja käyttötyöstä.

Sähkötyöturvallisuutta koskeva koulutus (VNa 1435/2016 ja standardi SFS 6002) kohta X.7):

Velvoittavan standardin vaatimus on, että kaikille sähköalan töitä tekeville henkilöille, mukaan luettuna työjohto-, käyttö- ja asiantuntijatehtävissä toimivat henkilöt, on annettava sähkötyöturvallisuuskoulutus, joka sisältää vähintään seuraavat asiat:

- sähkön aiheuttamat vaarat ja niiltä suojautuminen
- sähkötyöturvallisuutta koskevien keskeisten säädösten periaatteet, säädösten mukaisten vastuhenkilöiden tehtävät ja standardin SFS 6002 asema
- standardin SFS 6002 sisältö soveltuvin osin.

Koulutuksen sisällössä pitää ottaa huomioon ne tehtävät, joissa koulutukseen osallistuvat henkilöt toimivat.

Koulutuksen sisältö ja pituus riippuvat koulutettavan henkilön sähköturvallisuutta koskevan tiedon tasosta.

Tietojen ymmärtäminen on varmistettava kokeella tai muulla soveliaalla tavalla. Koulutuksesta on annettava todistus tai vastaava dokumentti.

Erilliset koulutustilaisuudet voidaan korvata dokumentoidulla järjestelmällä, jossa jatkuvasti ylläpidetään henkilöstön sähkötyöturvallisuuden osaamista.

Tietojen pitää jatkuvasti vastata työn vaatimuksia. Jos käytetään määrävälein tapahtuvaa koulutusta, sähkötyöturvallisuuskoulutus uusitaan siten, että koulutusten väli on enintään viisi vuotta. Koulutus suositellaan uusittavaksi lyhemmällä aikavälillä silloin, kun työntekijän tehtävissä, yrityksen työjärjestelyissä tai sähkötyöturvallisuuteen liittyvissä vaatimuksissa tapahtuu olennaisia muutoksia tai on havaittu sähkötyöturvallisuuden tason heikkenemistä. Sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 on oltava työntekijöiden käytettävissä myös koulutusten välisenä aikana. Työnantajalla pitää olla tiedot työntekijöiden saamasta sähkötyöturvallisuuteen liittyvästä koulutuksesta.

Sähkötyöturvallisuuskoulutuksen lisäksi työntekijöille on tarpeen antaa opastusta erityisesti silloin, kun otetaan käyttöön uusia työmenetelmiä tai tehdään poikkeavia töitä.

Kaikille annettavassa sähkötyöturvallisuuskoulutuksessa on tarpeen käsitellä jännitetöitä koskevia asioita vain niiltä osin kuin tarvitaan jännitetöiden erityisluonteen ymmärtämiseksi.

Kun tehdään muita töitä sähkölaitteistoissa tai niiden läheisyydessä esim. siivousta, kuljetuksia, nosto- tai metsätöitä, tulee myös näiden töitten tekijöille antaa soveltuva sähköturvallisuutta koskeva opastus.

## 7.2. Ensiapuvalmius

Ensiapuvalmiutta koskeva yleissäädös perustuu työturvallisuuslakiin 738/2002. Sähköalan töissä on erityisesti huolehdittava ensiapuvalmiudesta sähkön aiheuttamien tapaturmien varalta. Sähkötöitä tehdään usein vaihtuvissa työpaikoissa yksin tai pienessä työryhmässä. Tämän takia kaikille ammattitaitoa vaativiin sähkötöihin osallistuville sähköalan ammattihenkilöille työnjohdon ja käytönjohdon henkilöt mukaan luettuna sekä näissä töissä avustamaan opastetuille henkilöille pitää antaa ensiapukoulutus, joka käsittää ainakin palovammoihin sekä ruhje- ja viiltohaavoihin annettavan ensiavun sekä puhallus- ja painantaelvytyksen opettamisen ja niitten käytännön harjoittelemisen.

Ensiapuvalmiuksia on tarpeen pitää yllä jatkuvasti (Standardi SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus).

## 8. Rakennushankkeen sähköturvallisuuden hallinta

### 8.1. Hankkeen turvallisuusasiakirja

Keskeinen riskienhallintaan ja turvallisuuteen liittyvä hankkeen urakkasopimukseen kuulunut asiakirja oli verkonhaltijan (tilaaja) laatima turvallisuusasiakirja. Asiakirjan tarkoituksena on tunnistaa verkonrakennus- ja kunnossapitohankkeeseen liittyvät turvallisuustekijät, jotta ne tulevat huomioitua työn toteutuksessa. Asiakirja asettaa turvallisuusvaatimuksia sähkö- ja työturvallisuuteen liittyvissä kysymyksissä työn toteuttajalle.

Asiakirjassa on lähtökohtaisesti rakennustyön turvallisuudesta annetun valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta VNa 205/2009 mukainen tilaajan rakennustyön suunnittelua ja valmistelua sekä toteuttamista varten laadittu asiakirja.

Laadittua asiakirjaa tuli soveltaa kaikkiin rakennuttajan ja urakoitsijan välisiin työkohteisiin tai muihin toimeksiantoihin, jotka sisältävät verkonsuunnittelua, -rakentamista tai -ylläpitoa ja muita niihin liittyviä tehtäviä. Urakkakohteen turvallisuudessa tuli noudattaa sähkö- ja rakennustyöturvallisuudesta annettuja säädöksiä ja ohjeita koko alihankintaketjussa sen kaikissa työvaiheissa.

Työmaalla toimivien urakoitsijoiden tuli noudattaa tilaajan ja päätoteuttajan antamia turvallisuusohjeita sekä osallistuttava tilaajan ja päätoteuttajan antamaan perehdyttämiseen ja turvallisuuskoulutukseen. Tilaajan vaatimus on, että urakoitsijan työntekijöiden ja alihankkijoiden työntekijöiden on käytävä läpi verkonhaltijan verkkoperehdytysohjelma, joka sisältää tilaajan turvallisuus-, ympäristö- ja omaisuudenhallintaperiaatteet.

Asiakirjan mukaan tilaaja alistaa hankkeen mahdolliset sivu-urakoitsijat päätoteuttajalle.

Asiakirja edellytti turvallisuus- ja ympäristöasioiden hallitsemiseksi järjestelmää, joka sisältää muun muassa turvallisuustavoitteiden asettamisen, seurannan ja valvonnan, raportoinnin, henkilöstön ammattitaidon, koulutusten ja pätevyysien hallinnan. Päätoteuttajana toimivan urakoitsijan tuli ylläpitää työturvallisuusmääräysten mukaisia tiedostoja urakkaan liittyvistä turvallisuusdokumenteista, mm. vaarallisiksi luokiteltujen töiden suunnitelmista, tarkastuksista, kokouksista ja perehdyttämisistä.

Urakoitsija vastasi työkohtekohtaisesta riskienarvioinnista ja siihen perustuvasta työmaan turvallisuussuunnitelmasta. Riskienarvioinnin ja turvallisuussuunnitelmien tuli kattaa kaikki työmaalla toimivat urakoitsijat ja ottaa erityisesti huomioon esiin tulleet erityistä vaaraa aiheuttavat työt.

Hankkeessa piti huolehtia, että turvallisuussuunnitelma on kirjallinen, ajantasainen, tiedossa työmaalla ja että sitä noudatetaan.

Sähkötyöturvallisuuden osalta asiakirjassa edellytetään, että urakoitsija noudattaa sähkötyöturvallisuudesta annettuja vaatimuksia ja huolehtii sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 edellyttämästä sähkötyöturvallisuuskoulutuksesta ja esittää siitä vaadittaessa todistuksen. Urakoitsijan kaikilla työntekijöillä tuli olla voimassa oleva hätäensiapukoulutus.

Sähkölaitteistoon kohdistuvina käyttötoiminä asiakirja edellytti noudatettavaksi verkonhaltijan laatimaa asiakirjaa ”Verkostourakkaan liittyvät sähköjakeluverkon käyttötoimenpiteet”

Erikoistyönä, joita tekevien työntekijöiden osalta urakoitsijan oli varmistettava ja vaadittaessa esitettävä työntekijöiden voimassa olevat pätevydet mainitaan mm. jännitetyöt.

Päätoteuttaja kertoo, että hankkeesta oli laadittu kirjallinen turvallisuussuunnitelma ja se oli nähtävillä työmaalla, ohjeesta huolimatta menehtynyt työntekijä oli mennyt tuntemattomasta syystä muuntamoon.

## 8.2. Verkonhaltijan kytkentäohje

Verkonhaltijan laatimassa kytkentäohjeessa kuvataan sähköverkon käyttötoimenpiteet. Verkonhaltija edellyttää, että kaikki verkossa tehtävät käyttötoimenpiteet suoritetaan ohjeen mukaisesti.

KytKentäohjeessa käsitellään mm. käyttö- ja kunnossapitotöiden turvallisuutta. Ohjeen mukaan mm. avonaisissa kojeistoratkaisuissa on noudatettava erityistä varovaisuutta ja huomioitava määräysten mukaiset turvalliset etäisyydet. Kojeston kunnossapitotöitä ei saa tehdä jännitteellisinä ilman hyväksyttyä



jännitetyömenetelmää. Keskeytyksen vaativat kunnossapitotyöt edellyttävät jännitteettömäksi ottamista ja maadoittamista päätyömaadoituksilla sekä mahdollisesti lisätyömaadoituksilla.

Tilaajan laatimat turvallisuusasiakirja ja menettelyohjeet ovat sopimuskumppaneiden saatavilla sähköisenä verkonhaltijan tiedonhallintaohjelmistossa

## 9. Työn kohteena olleen muuntamon rakenne

Valmistaja ilmoittaa, että muuntamon rakenteessa on sovellettu keskijännitekojeiston osalta standardia IEC 62271-202 (High-voltage switchgear and controlgear - Part 202: High-voltage/ low-voltage prefabricated substation) ja pienjännitekojeiston osalta standardia SFS-EN 61439-1 (Pienjännitekeskukset).

Muuntamo on CE-merkitty.

Tehdasrakenteisen metallirakenteinen puistomuuntamo on rakenteeltaan suljettu mm. siten, että sen sisäpuolella olevat jännitteiset osat on suojattu sivullisilta ja tahattomalta koskettamiselta. Muuntamo on valmistajan mukaan ulkoa hoidettavaa rakennetta. Valmistajan tuote-esitteessä todetaan, että ”Ovilukot on aina upotettu, ne ovat sään ja ilkvallan kestäviä ja soveltuvat riippulukoille.”

Muuntamon käyttöä ja huoltoa varten olevien keskijännitetilaan johtavien ulospäin aukeavien saranoitujen ovien lukkolaitteiden avaamisen estämiseen oli käytetty jakeluverkon haltijan käytännön mukaisesti lukkojen sijaan vaijerisinettejä.

Keskijänniteosassa on ovien takana ja ovet avattuina kaksi huomioväritettyä poikittaista puomia, joiden tarkoitus on kiinnittää huomiota ja estää tahaton pääsy ilmaeristeisiin kosketussuojaamattomiin kojeiston keskijännitteisiin osiin, kuten muuntamoa syöttävien keskijännitekaapeleiden päätteisiin ja työmaadoitusta varten oleviin maadoituspalloihin (kuulapultteihin). Puomien tasolta on n. 0,4 - 0,5 metrin etäisyys kojeiston jännitteisiin kosketussuojaamattomiin osiin.

Muuntamossa on standardin vaatimat varoituskilvet sijoitettuna kaikkien avattavien tilojen oviin.

### 9.1. Muuntamon lukitus

Jakeluverkonhaltijalla on käytössä tavanomaisesta poikkeava menettely, jossa jakelualueen lukittavissa kohteissa avaimella toimiva riippulukko korvataan kertakäyttöisellä vaijerisinetillä. Lukituksesta laaditun ohjeen mukaan menetelmää tulee käyttää siihen soveltuvissa kohteissa pois lukien sähköasemien ja vastaavien aidattujen alueiden portit, ovet ja puomit sekä ns. asiakasmuuntamot. Sinetillä lukittaviksi soveltuvia lukittavia kohteita olisivat siten esimerkiksi puistomuuntamot ja ilmajohtojen pylväserottimet.

Sinetti voidaan lukita vastaavasti kuin nippuside ilman työkalua. Lukittu sinetti avataan katkaisemalla sinetin teräsvaijeri siihen soveltuvalla työkalulla.

Menettelyn taustalla on jakeluverkonhaltijan maantieteellisesti laajalla alueella käytössä olevat useat eritavoin sarjoitetut lukot, joita on käytetty sähköasemien, muuntamoiden ja sähkötilojen lukitukseen. Käyttöön otetun menettelyn on katsottu helpottavan laitteiston kunnossapitotöiden suorittamista, nopeuttavan vianhoitoa ja suurhäiriötilanteita.

Ennen lukitusmenettelyn käyttöönottoa verkonhaltija on tehnyt vertailuja sinetilukituksen ja perinteisen riippulukon mekaanisen lujuuden ja käytettävyyden välillä. Tavanomaisesta poikkeavan menettelyn vaatimustenmukaisuutta on arvioitu myös laitteistojen rakennetta koskevia vaatimuksia vastaan (Standardi SFS 6001 Suurjännitelaitteistot sekä standardi SFS-EN 62271-202).



Kuva 2. Muuntamon sinetöinti ja onnettomuuspaikan katkaistu vaijerisinetti (Kuvat: poliisi)

## 9.2. Muuntamon lukitus verkostoprojekteissa

Jakeluverkonhaltijan onnettomuustutkintaa varten toimittaman 25.2.2019 päivätyn ohjeen mukaan muuntamon lukituksen tuli olla verkonrakentamisen aikana seuraava:

- Muuntamo toimitetaan valmistajalta sinetöitynä
- Muuntamon saavuttua työmaalle urakoitsija lukitsee muuntamon rakentamisen aikaisella jakeluverkon haltijan sarjoituksella olevalla lukolla
- Muuntamo sinetöidään projektinvalvonnan toimesta hyväksytyyn vastaanottotarkastuksen jälkeen
- Vastaanottotarkastuksessa puutteiden vuoksi hylätty muuntamo sinetöidään urakoitsijan toimesta vaadittujen korjausten suorittamisen yhteydessä
- Rakentamisen aikaiset riippulukot palautetaan urakoitsijalle työmaapalaverien yhteydessä
- Vastaanoton jälkeen muuntamon lukitukseen käytetään sinettejä

## 10. Onnettomuuden tutkinta

Tapaturma sattui tiistaina 27.4.2021 iltapäivällä noin kello 15. Uhrin ensiaputoimet aloitettiin tapahtumapaikalla ja hänet toimitettiin sairaalahoitoon, jossa hän myöhemmin menehtyi vammoihinsa.

Poliisi tutki tapahtumapaikan heti tapaturman satuttua. Tukes sai tiedon onnettomuudesta työsuojeluviranomaiselta (Etelä-Suomen Aluehallintovirasto AVI, työsuojelun vastuualue) sekä jakelualueen verkkoyhtiöltä.

Tukesin tutkintaryhmä nimettiin 5.5.2021. Tutkintaryhmään kuuluivat ylitarkastajat Sakari Hatakka, Ville Huurinainen ja Hennamari Valkeinen.

Tukesin onnettomuustutkinnan tavoitteena oli selvittää:

- tapahtumien kulku
- organisaatioiden ja työntekijöiden vastuut, ohjeistus ja toiminta
- kyseiseen toimintaan liittyvät yleiset työmenettelyt
- muuntamon huolto-, kunnossapito- ja tarkastustoiminta, mukaan lukien muuntamoiden sinetöinti-/lukitsemiskäytännöt

- muut onnettomuuteen vaikuttaneet tekijät
- lainsäädännön vaatimusten noudattaminen

Tutkintaryhmän tuli tehdä ehdotus toimenpiteistä vastaavanlaisten onnettomuuksien ennalta ehkäisemiseksi. Onnettomuustutkinta perustuu sähköturvallisuuslakiin (1135/2016, 114 §).

Tukesin tutkintaryhmästä ylitarkastaja Ville Huurinainen tutustui onnettomuuspaikkaan 4.5.2021 yhdessä Etelä-Suomen aluehallintoviraston työsuojelun vastuualueen tarkastajan kanssa. Läsnä olivat myös verkonhaltijan käytön johtaja sekä yrityksen turvallisuuden hallintaan ja hankkeen toteutukseen liittyviä henkilöitä. Läsnä oli myös mm. hankkeen päätoteuttajan sähkötöiden johtaja, projektipäällikkö sekä maanrakennusurakoitsijan työnjohtoa. Paikalla oli myös verkonhaltijan kutsumana sähkölaitteistotarkastuksia tekevän valtuutetun laitoksen tarkastaja.

Tukesin tutkintaryhmällä oli raporttia laatiessaan käytössään seuraava materiaali:

- onnettomuuden osapuolien puhuttamisessa kertyneitä tietoja
- verkonhaltijalta saatuja selvityksiä
- laitteiston rakentamiseen ja käyttöönottoon liittyviä asiakirjoja
- onnettomuuteen liittyviä valokuvatallenteita (Poliisi/Tukes)
- poliisin tutkintailmoitus
- Tarkastuskertomus 2021/9925 Dnro ESAVI/14847/2021 Etelä-Suomen Aluehallintovirasto AVI, työsuojelun vastuualue
- Valtuutetun laitoksen Inspecta Tarkastus Oy:n tarkastusseloste (21-010) koskien sähkötaturmaa
- Ilmatieteen laitoksen tietoja tapaturman aikaisesta säätilasta

Tukes on kuullut tutkinnassa jakeluverkon haltijan organisaatiota, uhrin työparia henkilö B:tä, maanrakennusliikkeen työnjohtoa, päätoteuttajaa ja verkonrakentaja A:ta sekä toimijaa, joka vastasi rakentamisen laadunvalvonnasta ja turvallisuuskoordinoinnista. Kuulemisissa on saatu toiminnanharjoittajien selvityksiä mm. verkonrakentamisen turvallisuuden valvonnan järjestelyistä, henkilöstön sähköalan koulutuksesta ja työkokemuksesta, toteutuneesta opastuksesta sekä sähkötyöturvallisuuskoulutuksesta.

### 10.1. Säätö ja vaatetus

#### - Säätö

Ilmatieteen laitoksen onnettomuuspaikkaa lähellä olevan Salo Kiikalan lentokentän havaintoasemalta tehdyt säähavainnot tiistaina 27.4.2021, kello 15:00:

- sademäärä 0
- lämpötila: 4,3 °C
- suhteellinen kosteus: 52 %
- näkyvyys: hyvä, 50 km
- keskituuli: 2,3 m/s

#### - Vaatetus

- Tavanomainen työvaatetus

## 11. Onnettomuustutkinnan tulokset

Tukesin onnettomuustutkinta tehtiin sähköturvallisuuslain vaatimusten näkökulmasta. Työsuojeluviranomainen on laatinut työtapaturmasta työsuojelutarkastuksen tarkastuskertomuksen.

Onnettomuuden tutkinnassa on selvitetty tapahtumien kulku sekä näihin vaikuttaneet asiat ja olosuhteet. Selvitys tapahtumien kulusta on edellä. Seuraavassa selvitetään menettelyjä onnettomuusajankohdan sähköturvallisuussäädösten vaatimusten osalta. Viittaukset julkaisuihin ovat raportin kohdassa 19. (Otteita onnettomuutta koskevista säädöskohdista ja sähkötyöturvallisuutta koskevista vaatimuksista).

1. Sähköturvallisuuslaki (STL 1135/2016)
  2. Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä (VNa 1435/2016)
  3. Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit Tukes-luettelo S-10
  4. Standardi SFS 6002 (Sähkötyöturvallisuus)
- Standardin SFS 6002 velvoittavuus ilmenee valtioneuvoston asetuksesta sähkötyöstä ja käyttötyöstä (VNa 1435/2016) ja Tukes-luettelosta S-10 (sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit)

### 11.1. Sähkötapaturmaan johtanut välitön syy

Onnettomuustutkinnassa tehtyjen puhutusten ja saatujen selvitysten perusteella onnettomuuden uhrin henkilö A:n ilmeinen tarkoitus oli tarkastustoimenpiteenä selvittää laadunvalvonnan puutelistalla mainittua muuntamon keskijänniteosan maataytössä havaittua kasvustoa.

Tarkastustoimenpidettä varten henkilö A poisti muuntamoon pääsyn estävän sinetin ja avasi muuntamon ovet vastoin hankkeessa annettuja ohjeita tietoisena siitä, että muuntamo oli jännitteinen.

Kun henkilö A kurkotti suojapuomien välistä sisään muuntamoon, joutui hän liian lähelle jännitteisiä osia ja kosketukseen muuntajaa kiskopakertilta syöttävän vaiheen L3 liitosta saaden päähänsä kohdistuneen valokaaren ja sähköiskun.

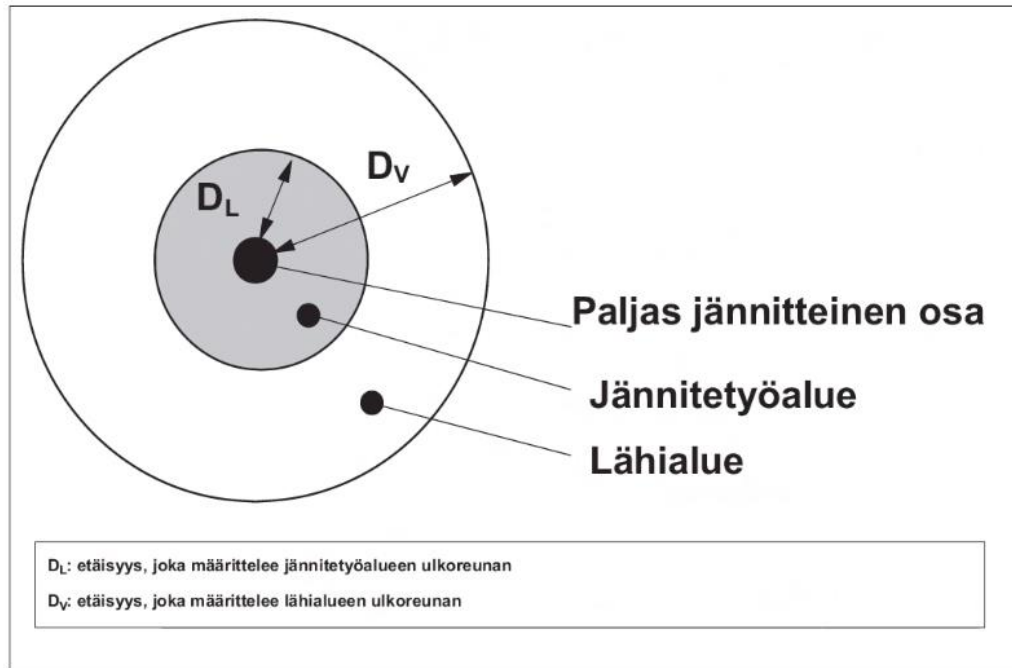
Ennen onnettomuutta oli päätoteuttajan ja maanrakennusliikkeen työnjohdon välillä käyty keskustelu laadunvalvonnassa havaituista korjaustarpeista. Jännitteisen muuntamon sisäpuolelle kohdistuvaa lähityö- ja jännitetyöalueelle kohdentuvaa työtä ei olisi tullut ohjata maanrakentajan työlistalle.

Päätoteuttajan mukaan työ oli päätynyt maanrakentajien työlistalle inhimillisen erehdyksen seurauksena.

Muuntamoon kohdistuneessa jännitteisen laitteiston tarkastustoimenpiteessä ei noudatettu sähkötöihin ja sähkölaitteistojen läheisyydessä tapahtuvalle työskentelylle asetettuja tarvittavia ammattitaito- ja työskentelyvaatimuksia. Työssä ei noudatettu myöskään tilaajan (jakeluverkon haltija ja nimetty käytön johtaja) laatimia ohjeita sähköverkossa ja sen läheisyydessä tapahtuvalle työskentelylle sekä päätoteuttajan maanrakentajalle suullisesti antamia ohjeita.

Etäisyys muuntamon oviaukolta jännitteisiin, kosketussuojaamattomiin osiin oli noin 0,4-0,5 metriä.

Puheena olevan kaltaisen jännitteisen 20 kV:n muuntajan sisäpuolelle kohdistuvat tarkastustoimenpiteet tuli tehdä turvallis in menetelmin sähköalan ammattihenkilöiden toimesta. Sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 mukainen jännitetyön ulkorajan mitta (DL) onnettomuuteen johtaneessa työssä 20 kV:n kojeistolla on 0,4 metriä ja lähityöalueen ulkomitta (DV) on 1,4 metriä.



Kuva 3. Työalueiden mitat standardin SFS 6002 mukaan.

### 11.2. Onnettomuuden syntyyn mahdollisesti vaikuttaneita tekijöitä

Päätoteuttajan edustajien ja maanrakennusurakoitsijan työnjohdon mukaan työryhmän tiedossa oli, että muuntamo on jännitteinen ja sen ovia ei saisi avata eikä muuntamon sisäpuolella työskennellä. Samoin korjauspyynnössä mainittua kasvustoa ei voisi poistaa muut kuin verkonrakentajan sähköalan ammattihenkilöt. Uhrin työpari henkilö B jakaa tämän käsityksen.

Onnettomuuden uhri henkilö A oli tehnyt useita vuosia jakeluverkkojen rakentamiseen liittyviä konetöitä mm. maakaapeleiden asentamista. Tutkinnassa ei kuitenkaan voitu todeta uhrin riittäviä tietoja tunnistaa sähköverkon läheisyydessä työskentelyyn ja onnettomuuteen johtaneeseen työhön liittyviä vaaroja.

Tukesin tutkinnan mukaan onnettomuuteen johtanut keskeisin syy on, ettei muuntamon avonaiseen keskijännitekojeistoon liittyvää välitöntä hengenvaaraa tunnistettu, mikä vaikutti siihen, että annettuja ohjeita ei noudatettu.

Ilmeni, että maanrakennusurakoitsijan työnä oli jo aiemmin tehty jännitteettömässä laitteistossa varsin itsenäisesti maakaapeleiden asentamista laajempia töitä, jotka olisi tullut tehdä asennuskokonaisuudesta vastaavan sähköurakoitsijan ja tämän sähkötöiden johtajan riittävässä, usein välittömässä valvonnassa. On mahdollista, että aiempi valvoton itsenäinen työskentely ja paine saattaa maanrakentajalle osoitetut jälkityöt korjatuiksi, ovat voineet olla vaikuttamassa ja alentaa kynnystä siihen, että henkilö A päätyi tietoisesti vastoin ohjeita selvittämään työlistalla mainittua kasvustoa jännitteisessä muuntamossa.

Maanrakennusurakoitsijalla ja sen työryhmällä oli virheellinen käsitys sovitusta muuntamoon pääsyn estävästä lukituksesta. Käsitys oli, että sinettejä käytetään työnaikaisesti ja lukkojen käyttöön siirrytään hyväksytyin vastaanottotarkastuksen jälkeen, mikä on päinvastainen verkonhaltijan ohjeeseen ja sovitun käytäntöön nähden.

Virheellistä käsitystä tuki, että muuntamo tuodaan valmistajalta työmaalle sinetöitynä ja näin ollen vastaava työnaikainen lukinta olisi looginen.

Onnettomuuden sattuessa käyttöön otettuun muuntamoon pääsy oli estetty ohjeistuksen mukaisesti sinetillä ja muuntamon ovien takana olevat varoituspuomit olivat niille kuuluvilla paikoillaan.

Työryhmä tiedosti, että muuntamo oli jännitteinen ja muuntamossa ei voisi työskennellä. Muuntamoon pääsyä varten sinetöinnillä toteutettu lukitus piti avata tietoisesti työkalulla. Muuntamon lukituksen ei siten arvioitu vaikuttaneen tutkitun tapaturman syntyyn.

Henkilö B työskenteli maanrakennusurakoitsijalle ns. kevytyrittäjänä. Tukesin sähköturvallisuuden kannalta tehty tutkinta ei ulottunut organisaatioiden välisiin toimeksiantosopimukseen ja työnjohto-oikeuksiin mm. siitä näkökulmasta, että oliko asialla vaikutusta työparin keskinäiseen työskentelyyn onnettomuuspaikalla ja puuttua havaittuun ohjeiden vastaiseen menettelyyn.

## **12. Poikkeamat sähkötöitä ja sähkötyöturvallisuutta koskevista vaatimuksista**

Hankkeen toteutukseen liittyvien toimijoiden organisaatioissa ilmeni puutteita jakeluverkon rakentamiseen liittyvissä sähkötöissä ja sähkötyöturvallisuutta koskevien säädösvaatimusten tunnistamisessa.

Hankkeessa ei toteutunut kaikilta osin sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen vaatimukset sähkötyöstä ja käyttötyöstä koskien maanrakennusurakoitsijan ammattitaitovaatimusta samoin kuin maanrakennustöihin osallistuvien henkilöiden sähkön vaarojen tunnistamiseksi tarvittavaa koulutusta ja opastusta.

Tutkinnassa ei voitu todeta, että hankkeessa olisi huolehdittu säännönmukaisesti maanrakentajilta edellytetyistä riittävästä alan perustiedoista, opastuksesta ja sähkötyöturvallisuuskoulutuksesta. Ammattitaitovaatimusten täyttymistä oli hankkeessa arvioitu pääsääntöisesti maakaapelien asennustyöhön liittyvän työkokemuksen perusteella.

Vuoden 2017 alusta voimaan tullut sähköturvallisuuslaki (STL 1135/2016) sisälsi edeltäneeseen sähköturvallisuuslakiin (STL 410/1996) nähden muutoksen, jonka mukaan maakaapeleiden asentaminen rajattuna osatyösuorituksena ei edellytä laissa määritellyin ehdoin erillistä oikeutta sähkötöihin.

Lain perusteluissa hallituksen esityksessä (HE 116/2016) sähköturvallisuuslaiksi ehdotettiin, että maakaapelien kaivamisessa voitaisiin poiketa sähkötöiden tekemisen edellytyksistä niin, että vaatimukset eivät olisi kohtuuttomia itsenäisenä toiminnanharjoittajana toimivalle maanrakennusurakoitsijalle, mutta takaisivat kuitenkin riittävän sähköturvallisuuden.

Uudessa sähköturvallisuuslaissa luovuttiin maakaapeleiden asentamista koskevasta ilmoitusmenettelystä perustuen jo aiemmin alalla vallinneeseen käytäntöön, joka ei vastannut täysin voimassa olevaa säännöstöä. Samalla kun maakaapeleiden asentamisesta koskevasta ilmoitusmenettelystä luovuttiin, määriteltiin uudessa laissa toiminnalle tarkka työalueen raja (vain kaapelin laskeminen kaapeliojaan, sen peittäminen tai kaapelin auraus), tekijälle asetetut ammattitaitovaatimukset sekä sähkötöihin oikeudet omaavalle toiminnanharjoittajalle asetetut velvoitteet ohjata ja valvoa maakaapeliasennusta.

Hankeorganisaatioissa ei sisäistetty lain ja sen nojalla asetettuja vaatimuksia turvallisuuteen liittyvänä vaatimuskokonaisuutena. Tämän katsottiin yksittäisenä tekijänä johtaneen riittämättömään sähkötöiden tekemisen ja sähkötyöturvallisuuden valvontaan.

Hankkeessa maakaapelien asentamista suorittavan maanrakennusurakoitsijan henkilöstön sähköturvallisuuslaissa vaadittua ammattitaitovaatimusta ja annettua sähkötyöturvallisuuskoulutusta ei varmistettu säännönmukaisesti maanrakennustöitä tekevien henkilöiden, työnantajan, hankkeen päätoteuttajan eikä turvallisuuskoordinaattorin toimesta.

Hankkeen verkottuneessa toiminnassa kaikilla osapuolilla ei ollut yhtenäistä käsitystä sähköturvallisuuslain tarkoittaman sähkötyön turvallisuuden valvonnasta ja opastuksen toteutuksesta.

Osana tutkintaa havaittiin laitteiston rakentamiseen liittyvissä asiakirjoissa huomattavan paljon puutteita mm. muuntamoiden ja kaapelijakokaappien perustamiseen liittyen, minkä katsottiin olevan seurausta päätoteuttajan riittämättömästä maanrakennusurakoitsijan työn valvonnasta. Maanrakennusurakoitsijan toimesta oli tehty jännitteettömässä laitteistossa varsin itsenäisesti sellaisia sähkötöitä, jotka olisi tullut tehdä asennuskokonaisuudesta vastaavan sähköurakoitsijan ja tämän sähkötöiden johtajan riittävässä, usein välittömässä valvonnassa.

Tukes oli saanut jo aiemmin yhteydenottoja, että verkkoyhtiön rakennushankkeiden jäljiltä on ilmennyt vaatimustenvastaisesti asennettuja maakaapeleita. Verkonhaltijalta on saatu selvityksiä havaittujen puutteiden korjaamisesta ja tarpeellisista korjaavista toimenpiteistä mm. menettely ulkopuolisen laadunvalvonnan käytöstä. Asianmukaiseen asentamiseen ja ilmenneisiin epäkohtiin on kiinnitetty huomiota Tukesin kenttävalvonnassa ja ammattilaistiedotteissa.

Tutkinnassa käytettävissä olleiden tietojen mukaan maanrakentajan työntekijät ovat saattaneet suorittaa aiemminkin vastaavissa muuntamoon kohdistuneissa korjauspyynnöissä tarkastustoimenpiteitä vielä rakennushankkeen alla oleviin muuntamoihin.

Päätoteuttaja ei kertoman mukaan ole ollut tietoinen tällaisesta toiminnasta, eikä menettely ole alalla yleinen tai hyväksyttävä käytäntö.

### **12.1. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvonta työkohteessa**

Valtioneuvoston asetuksessa sähkötyöstä ja käyttötyöstä liitteessä esitetään vaatimus työkohteen sähköturvallisuuden valvojan nimeämisestä:

”Sähkötöiden johtajan on huolehdittava siitä, että jokaiseen sähkötyön tekokohteeseen nimetään sähköturvallisuuslain mukainen sähköalan ammattihenkilö työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojaksi. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja voi osallistua sähkötyön tekemiseen tai tehdä sen kokonaan itse.

Jos sähkötyön tekemiseen ei tarvita sähkötöiden johtajaa, työn tekijän pitää valvoa työnaikaista sähköturvallisuutta.”

Sähkötyöturvallisuusstandardissa SFS 6002 on kuvattu työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan tehtävät. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan mm. on ennen töiden aloittamista selvitettävä työn tekijöille työn sisältö, turvallisuustoimenpiteet, jokaisen henkilön tehtävät sekä työssä käytettävät työkalut ja laitteet.

Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja on keskeinen henkilö sähköturvallisen työskentelyn vaatimusten toteutumiseksi. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojalta edellytetään muodollisen ammattitaidon lisäksi tietoa ja kokemusta käytettävistä asennusmenetelmistä, -tarvikkeista ja työvälineistä sekä vastaavista sähkölaitteistoista. Tärkeitä ovat myös henkilön asenne turvallisuuteen, luotettavuus, huolellisuus ja vastuuntunto.

Sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 vaatimus on, että myös sellaisissa sähköalan töissä, joissa ei tarvita sähkötöiden johtajaa, mutta joissa on sähköstä johtuvia vaaroja, työtä tekevän henkilön pitää valvoa sähkötyön turvallisuutta.

Onnettomuuteen johtaneeseen tarkastustoimenpiteeseen ryhdyttiin vastoin hankkeessa annettuja ohjeita ja turvalliselle työskentelylle asetettuja vaatimuksia, jolloin työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojaakaan ei nimetty.

Yksinomaan lukitun muuntamon ulkopuolella tehtävistä maisemointitöistä ei olisi aiheutunut työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan nimeämistä edellyttäviä sähköstä johtuvia vaaroja.

### **13. Hankeorganisaation toiminta**

Sähköturvallisuusstandardin vaatimus on, että jokaisesta sähkölaitteistosta on vastuussa sähkölaitteiston vastuuhenkilö. Jakeluverkossa se on verkonhaltijan nimeämä käytön johtaja ja rakentamisaikana pääurakoitsijan sähkötöiden johtaja.

Onnettomuuteen johtanutta työtä tehtiin osana jakeluverkon rakennushankkeen viimeistelytöitä päätoteuttajan ja sen käyttämien alihankkijoiden toimesta. Kyseessä ei siten ollut jakeluverkonhaltijan käytön johtajan johdolla tehtävä käytönaikaiseen esimerkiksi huoltoon- tai kunnossapitoon liittyvä tarkastustoimenpide.

Maanrakennusurakoitsija, päätoteuttaja eikä myöskään hankkeen turvallisuuskoordinaattori olleet varmistuneet, että hankkeen maanrakennustöitä tekevä henkilöstö täyttää sähköturvallisuuslain edellyttämässä maakaapeleiden asentamiseen liittyvissä tehtävissä tarvittavat ammattitaitovaatimukset ja heille on annettu vaadittu soveltuva sähkötyöturvallisuuskoulutus.

#### **13.1. Monitoimijaympäristön töiden organisointi ja hankkeen turvallisuuden valvonta**

Valvonnassa havaittujen poikkeamien korjaamiseksi tehtyjen työjärjestelyjen tarkoitus ei lähtökohtaisesti ollut, että maanrakennusurakoitsijan työryhmä poistaisi työlliställä mainitun muuntajan sisätäytössä havaitun kasvuston.

Hankkeen osapuolilla oli tiedossa, että mm. jännitteisiin muuntajiin kohdistuvat työt mukaan lukien tarkastustoimenpiteet pitää tehdä sähköalan ammattilaisten toimesta. Niistä tuli ilmoittaa jakeluverkonhaltijalle ja tämän käyttökeskukselle. Jännitteisen muuntamon sisätäyttöön kohdistuvaa työtä ei olisi tullut osoittaa maanrakennusurakoitsijan työlliställe. Työ olisi voitu toteuttaa turvallisesti vain erottamalla muuntamo jännitteettömäksi ja työmaadoittamalla tai jännitetyön menetelmin.

Tutkinnassa saatujen tietojen mukaan laadunvalvonnassa havaittujen töiden järjestelyissä oli ollut aiemminkin epä johdonmukaisuutta.

Onnettomuuden tapahtuessa maanrakentajien työlliställä ollut muuntamon täytössä havaittu kasvusto oli jo poistettu verkonrakentaja A:n toimesta, tieto tästä ei kuitenkaan ollut välittynyt rakennushankkeen muille osapuolille eikä sovitusti verkonhaltijalle.

Maanrakennusurakoitsijan toimesta oli tehty jännitteettömässä laitteistossa varsin itsenäisesti ja ilman tarvittavaa valvontaa maakaapeleiden asentamista laajempia töitä, siten että sähköurakoitsijalle jäi vain ”kytkentätyöt”. Menettely ei ole sähköturvallisuuslain mukainen. Työstä vastaavan sähköurakoitsijan tulee valvoa ja käyttöönottotarkastuksellaan varmistaa, että laitteisto on kaikin osin sitä koskevien vaatimusten mukainen, myös rakenteisiin tai maapeitteeseen jäävin osin. Hankkeen päätoteuttajan sähkötöiden tekemisen valvonta ei ole ollut riittävää, jotta asennusta koskevia ohjeita olisi noudatettu ja asennukset olisivat olleet vaatimustenmukaisia käyttöönotettaessa.

Ei voitu sulkea pois, etteikö töiden järjestelyyn sen eri vaiheissa, kuten maakaapelointia laajempien töiden tekeminen ilman tarvittavaa sähköalan ammattilaisen valvontaa sekä laadunvalvonnassa havaittujen puutteiden selvittäminen ja korjaaminen, liittyisi alalla vallitsevia vaatimustenvastaisia käytäntöjä ja tuloksellisia vaikuttimia.

Työturvallisuuslain mukaan työnantaja vastaa työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Tutkinnassa jäi avoimeksi maanrakentajan työnjohdon perehtyneisyys sähköverkossa ja niiden



läheisyydessä tehtävän työskentelyn sähköturvallisuusriskeihin siten, että työnantajan puolesta tulee huolehdittua henkilöstön työturvallisuudesta. Sähköturvallisuuslain mukaan maakaapelien asentamiseen liittyvässä osatyösuorituksessa työtä tulee ohjata ja valvoa maakaapeliasennuksen kokonaisuudesta vastaava sähkötöihin oikeudet omaava toiminnanharjoittaja. Avoimeksi jäi myös, miten pääurakoitsija voi tosiasiallisesti vaikuttaa alihankkijan työntekijöiden toimintaan.

Valvonnassa eikä hankkeen osapuolien keskinäisessä yhteydenpidossa ollut tullut ilmi, että lukituskäytännössä on epäselvyyttä. Tiedon vaihto ja yhteydenpito ei ollut riittävää siltäkään osin, että hankkeen osapuolien tietoon olisi tullut, että laadunvalvonnan havaintojen perusteella tehty muuntamon sisäpuolella olevan kasvuston korjauspyyntö oli jo toteutettu verkonrakentajan A toimesta onnettomuuden sattuessa.

Hankkeen osapuolilta saatujen tietojen ja puhutusten perusteella monitoimijaympäristössä on ollut huomattavasti kehitettävää vastuukysymysten selkeydessä, töiden ennakkosuunnittelussa ja tiedonkulussa toimijoiden välillä.

### 13.2. Työskentelyn edellytykset

Maakaapelien asentamiseen liittyvässä osatyösuorituksessa työn tekijän tulee täyttää sähköturvallisuuslaissa sähköalan ammattihenkilölle kyseiseen työhön säädetyt vaatimukset. Työtä tulee ohjata ja valvoa maakaapeliasennuksen kokonaisuudesta vastaava sähkötöihin oikeudet omaava toiminnanharjoittaja.

Sähköturvallisuuslain ammattihenkilön määrittelyiden mukaan mm. henkilö, jolla on kahden vuoden työkokemus samankaltaisiin sähkölaitteisiin tai sähkölaitteeseen rinnastettaviin sähkölaitteistoihin kohdistuvasta sähkö- ja käyttötyöstä ja riittävät alan perustiedot voidaan katsoa riittävän ammattitaitoiseksi tekemään itsenäisesti kyseisiä rajattuja sähkötöitä.

Verkonhaltija tilaajana edellyttää, että hankkeisiin osallistuvat henkilöt käyvät läpi verkkoperehdytysohjelman. Ohjelma sisältää tilaajan turvallisuus-, ympäristö- ja omaisuudenhallintaperiaatteet sekä yleisiä periaatteita verkossa tapahtuvassa sähkö- ja käyttötyössä. Perehdytyksessä huomioidaan sähköturvallisuudelle asetetut yleiset vaatimukset, ei niinkään jakeluverkkoympäristössä työskentelyyn perehdyttäviä sähkö- ja sähkötyöturvallisuusriskejä.

Päätoteuttaja oli perehdyttänyt alihankkijana käyttämänsä maanrakennusurakoitsijan työnjohtoa liittyen hankkeen työturvallisuusasiakirjaan, teknisiin asiakirjoihin ja tarvittaviin henkilökohtaisiin suojavarusteisiin.

Opastus oli pääosin tilaajan järjestämän verkkoperehdytysohjelman sisältöä ja sitä täydentäviä suullisia ohjeita perustuen mm. aiempaan yhteistyöhön ja kokemuksiin aliurakoitsijan kanssa.

Päätoteuttajan perehdytyksen lisäksi verkkoyhtiö oli pitänyt työryhmän toiselle jäsenelle (uhrille) lähikoulutuksena tätä täydentävän työ- ja sähköturvallisuuskoulutuksen.

Sähköturvallisuuslain tarkoittamissa maakaapelointiin liittyvässä ammattihenkilöä edellyttävissä sähköalan työtehtävissä edellytetään työntekijälle annettua sähkötyöturvallisuuskoulutusta, jonka tulee kattaa työhön nähden soveltuvin osin sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 sisältö mm. sähkön aiheuttamat vaarat ja niiltä suojautuminen. Onnettomuuden uhrille ei ollut annettu vaadittua sähkötyöturvallisuuskoulutusta ja tietojen ymmärtämistä varmistettu standardin mukaisesti kokeella tai muulla tavalla.

Tutkinnassa ei voitu todeta, että hankkeen maanrakentajilta edellytetyistä riittävästä sähköalan perustiedoista, opastuksesta ja sähkötyöturvallisuuskoulutuksesta olisi huolehdittu säännönmukaisesti. Ammattitaitovaatimusten täyttymistä arvioitiin pääsääntöisesti maakaapelien asennustyöhön liittyvän työkokemuksen näkökulmasta.

## 14. Yhteenveto tapaturmasta ja siihen vaikuttaneista tekijöistä

Tutkittu Lohjalla sijaitsevalla jakeluverkon muuntamolla 27.4.2021 tapahtunut kuolemaan johtanut sähkötapaturma liittyi sähköverkonhaltijan Länsi-Suomessa toteuttamaan jakeluverkon saneeraus- ja rakentamistyöhön. Hankkeessa päätoteuttajan alihankkijana toimineen maanrakentajan työparin tehtävä oli selvittää ja suorittaa vuoden 2020 loppupuolella käyttöön otetulla muuntamolla laadunvalvonnassa havaittujen poikkeamien korjaus- ja viimeistelytöitä.

Onnettomuuden uhri henkilö A avasi jännitteisen 20 kV:n muuntamon ovet tarkoituksenaan tarkastustoimenpiteenä selvittää maanrakentajan työlistalle osoitettua korjauspyyntöä muuntamon sisällä maataytössä havaitusta kasvustosta.

Henkilö A kurkotti muuntamon avoimien ovien takana olevien suoja puomien välistä sisään muuntamoon ja joutui liian lähelle keskijännitekojeiston kosketussuojaamattomia jännitteisiä osia. Henkilö A sai päähänsä kohdistuneen valokaaren ja sähköiskun, jonka seurauksena hän loukkaantui pahoin. Uhri sai ensiapua tapahtumapaikalla ja toimitettiin sairaalahoitoon, jossa hän kuitenkin myöhemmin menehtyi saamiinsa vammoihin.

Onnettomuus aiheutti muuntopiiriä syöttävällä sähköasemalla relesuojauksen havahtumisen ja sen seurauksena poiskytkennän. Sähköasemalla on johtolähdössä käytössä jännitteen palauttava jälleenkytkentäautomatiikka, jonka pikajälleenkytkentä palautti johtoon jännitteen ja muuntamo jäi jännitteiseksi. Onnettomuuspaikalla vaaratilanne oli ohi vasta, kun henkilö B oli siirtänyt oviaukon puomia vasten lyyhistyneen uhrin etäämmälle jännitteisistä osista aloittaakseen ensiavun.

Onnettomuuteen johtaneeseen tarkastustoimenpiteeseen ryhdyttiin vastoin hankkeessa annettuja ohjeita tietoisena siitä, että muuntamo oli jännitteinen.

Kuolemaan johtaneessa muuntamoon kohdistuneessa jännitteisen laitteiston tarkastustoimenpiteessä ei noudatettu sähkötöihin ja sähkölaitteistojen läheisyydessä tapahtuvalle työskentelylle asetettuja tarvittavia ammattitaito ja työskentelyvaatimuksia. Työssä ei noudatettu myöskään tilaajan (jakeluverkon haltija ja nimetty käytön johtaja) laatimia ohjeita sähköverkossa ja sen läheisyydessä tapahtuvalle työskentelylle sekä päätoteuttajan maanrakentajalle suullisesti antamia ohjeita.

Tutkinnan mukaan onnettomuuteen johtanut keskeisin syy on, ettei muuntamon avonaiseen keskijännitekojeistoon liittyvää välitöntä hengenvaraa tunnistettu mikä vaikutti siihen, että annettuja ohjeita ei noudatettu.

Päätoteuttajan ja maanrakennusliikkeen työnjohdon välillä oli käyty keskustelu laadunvalvonnassa havaituista korjaustarpeista. Jännitteisen muuntamon sisäpuolelle kohdistuvaa lähityö- ja jännitetyöalueelle kohdentuvaa työtä ei olisi tullut ohjata maanrakentajan työlistalle. Päätoteuttajan mukaan työ oli päätynyt sinne inhimillisen erehdyksen seurauksena.

Onnettomuuden sattuessa muuntamon sisäpuolella olevan kasvuston korjauspyyntö oli jo toteutettu verkonrakentaja A:n toimesta.

Hankkeessa oli tehty maanrakennusurakoitsijan työnä jännitteettömässä laitteistossa varsin itsenäisesti maakaapeleiden asentamista laajempia töitä, jotka olisi tullut tehdä asennuskokonaisuudesta vastaavan sähköurakoitsijan ja tämän sähkötöiden johtajan riittävässä, usein välittömässä valvonnassa. On mahdollista, että aiempi valvoton itsenäinen työskentely ja paine saattaa maanrakentajalle osoitetut jälkityöt korjatuiksi, ovat voineet olla vaikuttamassa ja alentaa kynnystä siihen, että korjauspyyntöä ryhdyttiin selvittämään tietoisesti vastoin annettuja ohjeita.

Tutkinnassa käytyjen keskustelujen mukaan maanrakennustöitä tekevän alihankkijan työntekijät ovat voineet suorittaa aiemminkin vastaavissa muuntamoon kohdistuneissa korjauspyynnöissä tarkastustoimenpiteitä jännitteisiin vielä rakennushankkeen alla oleviin muuntamoihin.

Hankkeen toteutukseen liittyvien toimijoiden organisaatioissa ilmeni puutteita sähkötöitä ja sähkötyöturvallisuutta koskevien säädösvaatimusten tunnistamisessa.

Hankkeessa ei toteutunut kaikin osin sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen vaatimukset sähkötyöstä ja käyttötyöstä koskien maanrakennusurakoitsijan ammattitaitovaatimusta samoin kuin maanrakennustöihin osallistuvien henkilöiden sähkön vaarojen tunnistamiseksi tarvittava koulutus ja opastus. Maanrakennusurakoitsijan henkilöstön sähköturvallisuuslaissa vaadittua ammattitaitovaatimusta ja annettua sähkötyöturvallisuuskoulutusta ei varmistettu säännönmukaisesti maanrakennustöitä tekevien henkilöiden työnantajan, hankkeen päätoteuttajan eikä turvallisuuskoordinaattorin toimesta.

Verkottuneessa toiminnassa hankkeen kaikilla osapuolilla ei ollut yhtenäistä käsitystä sähköturvallisuuslain tarkoittaman sähkötyön turvallisuuden valvonnasta ja opastuksen toteutuksesta. Hankkeen monitoimijaympäristössä toimijoiden välillä on ollut epätietoisuutta vastuukysymyksistä ja kehitettävää töiden ennakkosuunnittelussa.

#### **14.1. Ammattitaitovaatimus maakaapeleiden asentamisessa**

Onnettomuuden uhri henkilö A oli tehnyt useita vuosia jakeluverkkojen rakentamiseen liittyviä konetöitä mm. maakaapeleiden asentamista. Tutkinnassa ei voitu todeta uhrin riittäviä tietoja tunnistaa sähköverkon läheisyydessä työskentelyyn ja onnettomuuteen johtaneeseen työhön liittyviä vaaroja.

Vuoden 2017 alusta voimaan tulleessa sähköturvallisuuslaissa (STL 1135/2016) ei enää edellytetä sähköurakointioikeutta sähkötyöhön, joka koskee vain kaapelin laskemista kaapeliojaan ja sen peittämisen tai aurauksen. Samalla kun maakaapeleiden asentamisesta koskevasta ilmoitusmenettelystä luovuttiin, määriteltiin laissa vaatimukset, joilla taataan riittävä sähköturvallisuus. Näitä ovat rajattu työalue, tekijälle asetetut ammattitaitovaatimukset sekä sähkötöihin oikeudet omaavalle toiminnanharjoittajalle asetetut velvoitteet ohjata ja valvoa maakaapeliasennusta.

Maanrakennusurakoitsijoiden työntekijöillä ei pääsääntöisesti ole sähköalan koulutusta, suoritettuja sähköalan kursseja tai vastaavia. Tällöin arvioitaessa henkilön ammattitaitoa tekemään itsenäisesti rajattuja sähkötöitä ja tunnistamaan sähköturvallisuusriskit, tulee usein sovellettavaksi sähköturvallisuuslain ammattihenkilön määrittelyiden mukainen henkilö, jolla on kahden vuoden työkokemus samankaltaisiin sähkölaitteisiin tai sähkölaitteeseen rinnastettaviin sähkölaitteistoihin kohdistuvasta sähkö- ja käyttötyöstä ja riittävät alan perustiedot.

Velvoittavan sähkötyöturvallisuus standardin SFS 6002 vaatimus on, että kaikille sähköalan töitä tekeville henkilöille, mukaan luettuna työnjohto-, käyttö- ja asiantuntijatehtävissä toimivat henkilöt, on annettava sähkötyöturvallisuuskoulutus, joka sisältyy mm. sähkön aiheuttamat vaarat ja niiltä suojautuminen. Koulutuksen sisällössä pitää ottaa huomioon ne tehtävät, joissa koulutukseen osallistuvat henkilöt toimivat, samoin koulutuksen sisältö ja pituus riippuvat koulutettavan henkilön sähköturvallisuutta koskevan tiedon tasosta. Tietojen ymmärtäminen on varmistettava kokeella tai muulla soveliaalla tavalla.

#### **15. Tapahtumat onnettomuuden jälkeen**

- Jakeluverkonhaltijan turvallisuusorganisaatio täydensi pian onnettomuuden jälkeen sähköverkossa työskentelevien urakoitsijoiden ja näiden alihankkijoiden työntekijöiltä edellytettyä verkonhaltijan verkkoperehdytysohjelman sisältöä sähköisten vaarojen osalta.

- Onnettomuustutkinnan yhteydessä käytiin jakeluverkonhaltijan kanssa keskustelu vaijerisinettien käytöstä sähkötilojen lukituksessa. Ennen siirtymistä riippulukon korvaavaan menettelyyn on asiasta tehty riskinarvio, jossa tarkastellaan poikkeavaa menettelyä mm. mekaanisen lujuuden kannalta.

Sinetöinnin soveltuvuutta arvioitaessa tunnistettiin, että menettely ei sovellu käytettäväksi kaikkien sähkötilojen lukituslaitteiden kanssa, mikä on omiaan lisäämään riskiä ja epäyhtenäistää yksiselitteistä lukituskäytäntöä.

Riskejä arvioitaessa tulee huomioida, että puheena olevan verkonhaltijan sähkö- ja käyttötyöt toteutetaan palveluntarjoajilta hankittuina vaihtuvien henkilöiden toteuttamina töinä.

Sinetöintimenettely ei myöskään mahdollista vastaavaa kulkuoikeuksien hallintaa kuin perinteinen avainlukitus.

Voidaan ajatella, että sinetillä ja perinteisellä lukolla on turvallisuuden kannalta erilainen indikoiva merkitys. Sinetti saattaa herättää asiaan kuulumattomien kiinnostusta, mikä voi johtaa erilaisiin ennalta odottamattomiin tilanteisiin.

Vaikka lukitusmenettelyllä ei katsottu tässä onnettomuudessa olevan vaikutusta tutkitun onnettomuuden syntyyn, on käytössä olevien sähkötilojen lukituksen korvaavaa sinetöintimenettelyä tarpeen uudelleenarvioida kriittisesti.

## **16. Tarvittavat korjaavat toimenpiteet ja tutkintaryhmän ehdotukset vastaavien onnettomuuksien välttämiseksi**

Sähkötyöturvallisuusstandardin SFS 6002 johdannossa todetaan:

”Parhaillakaan säännöillä ja toimintatavoilla ei ole merkitystä, elleivät kaikki sähkölaitteistoissa tai niiden läheisyydessä työskentelevät henkilöt ole perusteellisesti perehtyneet niihin ja kaikkiin lakisääteisiin vaatimuksiin sekä noudata niitä ehdottomasti.”

1. Sähköalalla itsenäisenä toiminnanharjoittajana toimivan maanrakennusurakoitsijan tulee perehtyä toimintaa koskeviin vaatimuksiin ja huolehtia ammattitaitovaatimusten toteutumisesta toiminnassa. Soveltuva sähkötyöturvallisuuskoulutus yhdessä tarvittavan työkokemuksen ja saadun opastuksen kanssa on keskeinen vaatimuskokonaisuus, jolla varmistetaan riittävät perustiedot ja taataan sähköturvallisuus ja sähkötyöturvallisuus yhteisellä työpaikalla.

2. Toiminnanharjoittajan, jolla on oikeus tehdä sähkötöitä ja joka vastaa asennuskokonaisuuden vaatimuksenmukaisuudesta, tulee tosiasiallisesti ohjata ja valvoa maakaapeliasennusta. Maakaapelointia tekeviltä toiminnanharjoittajilta pitää vaatia osoitus vaaditusta ammattitaidosta, jotta toiminnan ja yhteisen työpaikan sähköturvallisuudesta voidaan varmistua.

3. Maanrakennusurakoitsijoilla ei voi teettää itsenäisesti muita kuin sähköturvallisuuslain tarkoittamia rajattuja maakaapelin asentamiseen liittyviä sähkötöitä. Sähköurakointioikeudet omaavan toiminnanharjoittajan välitön valvonta jännitteettömässäkin laitteistossa on usein tarpeen. Sähköurakoitsijan ja sen nimeämän sähkötöiden johtajan suorittama valvonta on oltava kaikissa tilanteissa riittävää, jotta pystytään takaamaan sekä sähkötyöturvallisuus että rakennettavan sähkölaitteiston vaatimustenmukaisuus. Sähköturvallisuuslain työaluetta rajaava vaatimus tulee huomioida toimialan työohjeissa.

4. Verkottuneessa toiminnassa hankkeen kaikilla osapuolilla tulee olla yhtenäinen ja ajantasainen käsitys sähkötyön turvallisuuden valvonnasta ja opastuksen toteutuksesta.

5. Verkkoyhtiön on suositeltavaa keskustella muuntamon valmistajan kanssa mahdollisuuksista parantaa keskijännitekojeiston kosketussuojausta.

6. Onnettomuustutkinnassa arvioitiin, että jakeluverkonhaltijan sähkötilojen poikkeavaan lukitusmenettelyyn sisältyy lisääntyneitä riskejä. Lukituksen korvaavaa sinetöintimenettelyä on tarpeen uudelleenarvioida kriittisesti.

## 17. Lähteet

- Tapaturmailmoitus työsuojeluviranomaiselle
- Onnettomuuteen johtaneen rakennushankkeen osapuolien puhuttamisessa ja saaduissa selvityksissä kertyneitä tietoja
- Verkonhaltijalta saatuja selvityksiä
- Laitteiston rakentamiseen ja käyttöönottoon liittyviä asiakirjoja
- Onnettomuuteen liittyviä valokuvatallenteita (Poliisi/ Tukes)
- poliisin tutkintailmoitus
- Tarkastuskertomus 2021/9925 Dnro ESAVI/14847/2021 Etelä-Suomen Aluehallintovirasto (AVI), työsuojelun vastualue
- Valtuutetun laitoksen Inspecta Tarkastus Oy:n tarkastuseloste (21-010) koskien sähkötapaturmaa
- Ilmatieteen laitoksen tietoja tapaturman aikaisesta säätilasta
- Sähköturvallisuuslaki (STL 1135/2016)
- Hallituksen esitys (HE 116/2016) sähköturvallisuuslaiksi
- Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä (VNa 1435/2016)
- Sähköturvallisuusstandardi SFS 6002: 2015 + A1: 2018

## 18. Otteita onnettomuutta koskevista säädöskohdista ja sähkötyöturvallisuutta koskevista vaatimuksista

### Sähköturvallisuuslaki 1135/ 2016

Luku 4 Sähkötöitä ja käyttötöitä koskevat vaatimukset

53 § Sähkö- ja käyttötyön määrittely

1. mom. Sähkötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteen korjaus- ja huoltotöitä sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus- ja huoltotöitä.
2. mom. Sähkötyöksi ei katsota sähkölaitteen eikä -laitteiston purkutyötä, jos laite tai laitteisto on tehty luotettavasti ja asianmukaisesti jännitteettömäksi.
3. mom. Käyttötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteiston käyttötoimenpiteitä ja sähkölaitteistoon kohdistuvia tarkastustoimenpiteitä.

54 § Perusvaatimus sähkötyölle ja käyttötyölle

1. mom. Sähkötöitä tai käyttötöitä tekevän henkilön tulee olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu.

55 § Sähkötöiden tekemisen edellytykset

1. mom. Toiminnanharjoittaja saa tehdä sähkötyötä seuraavilla edellytyksillä:

- 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.

2. mom. Edellä 1 momentin 4 kohdassa tarkoitettussa ilmoituksessa on selvitettävä, että 1 momentissa ja 58 §:ssä asetetut vaatimukset täyttyvät. Ilmoituksesta on käytävä ilmi sähkötöiden johtajan suostumus tehtäväänsä. Ilmoituksessa on myös mainittava rekisteriin merkitsemistä varten 86 §:n 2 momentin 1–3 kohdassa tarkoitettut tiedot. Rekisteriin merkittyjen tietojen muutoksista on kuukauden kuluessa ilmoitettava kirjallisesti sähköturvallisuusviranomaiselle. Ilmoituksen voi tehdä myös sähköisesti

#### 56 § Sähkötöiden tekemisen edellytyksiä koskevat poikkeukset

1. mom. Edellä 55 §:ssä säädetyistä vaatimuksista voidaan poiketa:

2) maakaapelien asentamiseen liittyvässä osatyösuorituksessa, joka käsittää vain kaapelin laskemisen kaapeliojaan ja sen peittämisen tai aurauksen, jos työn tekijä täyttää 73 §:ssä säädetyt vaatimukset ja työtä ohjaa ja valvoo 55 §:ssä säädetyt edellytykset täyttävä toiminnanharjoittaja, joka myös vastaa maakaapeli-asennuksen kokonaisuudesta.

3. mom. Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin 1 ja 2 momentissa tarkoitetuista sähkötöistä ja töiden kohteista.

#### 59 § Sähkötöiden johtajan tehtävät

1. mom. Sähkötöiden johtaja vastaa siitä, että:

- 1) sähkötöissä noudatetaan tätä lakia;
- 2) sähkölaitteet ja -laitteistot ovat tämän lain edellyttämässä kunnossa ennen käyttöönottoa tai toiselle luovuttamista;
- 3) sähkötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi tehtäviinsä opastettuja

#### 60 § Käytön johtajaa edellyttävät sähkölaitteistot

1. mom. Sähkölaitteiston haltijan on nimettävä käyttötöitä varten käytön johtaja, jos:

- 1) sähkölaitteistoon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja; tai
- 2) sähkölaitteiston liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovolttiampeeria.

#### 61 § Sähkölaitteiston haltijaa ja käytön johtajaa koskevat vaatimukset

2. mom. Sähköverkonhaltijan käytön johtajan palvelussuhteeseen sovelletaan, mitä sähkömarkkinalaissa säädetään.

#### 62 § Käytön johtajan tehtävät

1. mom. Käytön johtaja vastaa siitä, että:

- 1) sähkölaitteiston käytössä ja huollossa noudatetaan tätä lakia;
- 2) sähkölaitteisto on tämän lain edellyttämässä kunnossa käytön aikana;
- 3) käyttötöitä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja riittävästi tehtäviinsä opastettuja.

#### 64 § Maallikoille ja opastetuille henkilöille sallitut käyttötöyt

1. mom. Sähköalalla ammattitaidoton saa tehdä käyttötöitä laitteistossa, jonka jännitteiset osat on suojattu koskettamiselta.

2. mom. Tehtävä- ja laitteistokohtaisen perehdytyksen saanut henkilö saa myös tehdä käyttötöitä laitteistossa, jossa jännitteiset osat on suojattu tahattomalta koskettamiselta ja riskit ovat hallittuja.

#### 73 § Sähköalan ammattihenkilö

1. mom. 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 sähkötyöissä;
- 2) suorittanut soveltuvan sähköalan insinöörin tai teknikon tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötyöissä;
- 3) suorittanut soveltuvan ammattitutkinnon, erikoisammattitutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut kuuden kuukauden työkokemuksen sähkötyöissä;
- 4) suorittanut soveltuvan ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan aiemman koulutuksen tai tutkinnon ja hankkinut vuoden työkokemuksen sähkötyöissä; tai
- 5) hankkinut kuuden vuoden työkokemuksen sähkötyöissä ja riittävät alan perustiedot.

2. mom. Edellä 1 momentissa tarkoitetun työkokemuksen tulee olla kyseisiin sähkö- ja käyttötyöihin perehdyttävää.

3. mom. Sen, joka antaa 1 momentissa tarkoitetun opastuksen, tulee täyttää 1 ja 2 momentissa mainitut pätevyysvaatimukset.

4. mom. Jos kyse on samankaltaisiin sähkölaitteisiin tai sähkölaitteeseen rinnastettaviin sähkölaitteistoihin kohdistuvasta sähkö- ja käyttötyöstä, riittävän ammattitaitoiseksi tekemään itsenäisesti kyseisiä töitä katsotaan 1 momentissa säädetyn estämättä myös se, jolla on kahden vuoden työkokemus kyseisestä sähkötyöstä ja riittävät alan perustiedot tai soveltuva sähköalan koulutus ja vuoden työkokemus kyseisestä sähkötyöstä.

#### 82 § Sähkötyöturvallisuuden vaatimukset

1. mom. Sähkötyössä, käyttötyössä ja sähkölaitteiston lähellä tehtävässä työssä, jossa voi aiheutua sähköiskun tai valokaaren vaara, noudatetaan työturvallisuuslakia. Lisäksi työssä on noudatettava tämän lain olennaisia turvallisuusvaatimuksia, jotka koskevat työkohteen turvallisuudesta huolehtivan henkilön nimeämistä, ohjeita ja opastusta, työssä käytettäviä välineitä, työmenettelyjä, varoitusmerkintöjen käyttöä sekä työntekijöiden ja sivullisten vaaralliselle alueelle joutumisen estämistä.

2. mom. Edellä 1 momentissa tarkoitettuja olennaisia turvallisuusvaatimuksia noudatetaan 56 §:n 2 momentissa tarkoitetussa maallikkotyössä soveltuvin osin siten, että voidaan riittävästi varmistua sähkötyöturvallisuudesta.

3. mom. Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin 1 momentissa tarkoitetuista olennaisista turvallisuusvaatimuksista.

#### 83 § Turvallisuusvaatimusten täyttäminen

1. mom. Työn katsotaan täyttävän 82 §:ssä tarkoitettuja olennaisia turvallisuusvaatimuksia, jos se tehdään soveltaen 84 §:ssä tarkoitettuja standardeja tai julkaisuja.

2. mom. Turvallisuusvaatimusten täytyminen on tarvittaessa 1 momentista poiketen mahdollista osoittaa noudattaen, mitä 85 §:ssä säädetään.

#### 84 § Sovellettavat standardit ja julkaisut

1. mom. Sähköturvallisuusviranomaisen julkaisee luettelon niistä standardeista, joita noudattaen katsotaan sähkötyöturvallisuuden täyttävän tämän lain olennaiset turvallisuusvaatimukset.
2. mom. Jos standardeja ei tiettyjen työmenetelmien tai sähkölaitteistojen osalta ole laadittu, voidaan soveltaa standardeihin verrattavia julkaisuja, joiden vastaavuus olennaisiin turvallisuusvaatimuksiin on vahvistettu 1 momentin mukaisesti.

#### 85 § Standardeista poikkeaminen

1. mom. Standardeista voidaan tarvittaessa poiketa, jos vastaava turvallisuustaso voidaan muutoin saavuttaa.
2. mom. Poikkeamisesta on laadittava kirjallinen selvitys ennen sähkötyön tai käyttötyön aloittamista. Selvityksen tulee olla siten laadittu, että sen perusteella voidaan todeta vaatimusten täytyminen. Poikkeamisen käyttöönottoon on oltava sähkötöiden johtajan tai käytön johtajan kirjallinen vahvistus.
3. mom. Valtioneuvoston asetuksella säädetään tarkemmin standardista poikkeamisen menettelyn yksityiskohdista.

### **Valtioneuvoston astus sähkötyöstä ja käyttötyöstä 1435/ 2016**

#### SÄHKÖTYÖN TURVALLISEN SUORITTAMISEN OLENNAISET TURVALLISUUSVAATIMUKSET

##### 1 §. Työskentelyn yleiset vaatimukset

Työt on suoritettava huolellisesti ja ammattitaitoisesti vaarantamatta kenenkään henkeä tai terveyttä.

Työssä on noudatettava vakiintuneita, turvallisiksi todettuja työmenetelmiä. Jos työ kuitenkin suoritetaan poikkeuksellisella tai uudella menetelmällä, menetelmään liittyvät mahdolliset vaaratekijät on arvioitava erityisen huolellisesti ja otettava huomioon.

Työssä on otettava huomioon Suomessa noudatettavat menettelytavat, vallitsevat työolosuhteet sekä sähkölaitteistojen rakenteelliset ominaisuudet.

##### 2 §. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja

Sähkötöiden johtajan on huolehdittava siitä, että jokaiseen sähkötyön tekokohteeseen nimetään lain 73 §:n mukainen sähköalan ammattihenkilö työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojaksi, Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja voi osallistua sähkötyön tekemiseen tai tehdä sen kokonaan itse.

Jos sähkötyön tekemiseen ei tarvita sähkötöiden johtajaa, työn tekijän pitää valvoa työnaikaista sähköturvallisuutta.

##### 3 §. Ohjeet ja opastus

Sähkötyötä ja käyttötyötä varten on tarvittaessa laadittava tässä liitteessä säädettyjä vaatimuksia täydentäviä työmenetelmäkohtaisia tai työkohtaisia kirjallisia ohjeita.

Työntekijälle on annettava koulutusta ja opastusta siten, että tiedot jatkuvasti vastaavat työn vaatimuksia.

##### 4 §. Välineet ja varusteet

Sähkötyössä ja käyttötyössä sekä työssä sähkölaitteiston läheisyydessä, jossa voi aiheutua sähköiskun tai valokaaren vaara, on käytettävä työhön tarkoitettuja tai siihen muuten soveltuvia turvallisia työvälineitä ja varusteita, joiden turvallisuus on tarvittaessa varmistettava sekä ennen työn aloittamista että työn kuluessa.



#### 5 §. Sähkötyöt jännitteettömässä sähkölaitteistossa

Sähkötyötä tehtäessä on varmistettava, että työn kohteena olevassa sähkölaitteistossa ei ole vaarallisia jännitteitä. Tämän katsotaan toteutuvan, jos seuraavat toimenpiteet tehdään työkohteen tunnistamisen jälkeen ennen sähkötyön aloittamista:

- 1) työkohte erotetaan luotettavasti käyttäjännitteestä jokaisesta jännitteen syöttösunnasta;
- 2) jännitteen kytkeminen työkohteeseen työn aikana estetään luotettavasti;
- 3) työkohteen jännitteettömyys todetaan luotettavasti;
- 4) työkohte työmaadoitetaan asianmukaisilla välineillä, silloin, kun kohteeseen voi todennäköisesti tulla jännite muuten kuin normaalien syöttöjen kautta, tai jos sähkölaitteiston nimellisjännite on yli 1000 voltia tai kyseessä on avojohto tai suurivirtainen sähkökeskus;
- 5) työkohteen läheisyydessä olevat sähkölaitteiston jännitteiset osat eristetään luotettavasti alueesta, jolla työskennellään.

Jännitteen saa kytkeä työkohteena olleeseen sähkölaitteistoon vasta, kun kaikki työt on lopetettu, työmaadoitukset on purettu ja on muutenkin varmistuttu kytkemisen turvallisuudesta.

#### 6 §. Sähkötyöt jännitteisessä sähkölaitteistossa

Sähkötyön saa liitteen 5 §:stä poiketen tehdä jännitteisenä (jännitetyönä), jos sähkölaitteiston jännitteettömäksi erottamisesta aiheutuu suurta haittaa, ja jos työ tehdään erityisillä työmenetelmillä siten, ettei aiheudu sähköiskun tai valokaaren vaaraa. (4.7.2019/804)

Edellä 1 momentissa tarkoitettussa sähkötyössä on noudatettava seuraavaa:

- 1) työn suorittavat sähköalan ammattihenkilöt, joilla on siihen erikoiskoulutus ja jotka on perehdytetty kyseiseen työmenetelmään;
- 2) työtä varten on olemassa riittävät kirjalliset ohjeet;
- 3) työssä käytetään siihen tarkoitettuja turvallisiksi todettuja työvälineitä ja varusteita;
- 4) työntekijöiden ja muiden turvallisuus työn aikana varmistetaan olosuhteiden vaatimin erityisin turvallisuustoimenpitein;
- 5) työ ei lisää räjähdys-, palo- tai muuta vastaavaa vaaraa.

#### 7 §. Työt sähkölaitteistojen läheisyydessä

Tehtäessä sähkötyötä, käyttötyötä tai työtä sähkölaitteiston läheisyydessä taikka työkohteeseen mentäessä tai sieltä poistuttaessa työn suorittaja ei saa tahattomasti ulottua suojaamattomiin jännitteisiin osiin tai joutua niiden läheisyyteen. Turvallisen etäisyyden määrittelyssä on otettava huomioon sähkölaitteiston jännitetaso, työvälineet ja työskentelytapa.

Työalue on tarvittaessa merkittävä kilvin ja rajattava luotettavin puomein tai suojuksin.

Työalueen ulottuessa niin lähelle kosketussuojaamattomia, jännitteisiä sähkölaitteiston osia, että sähkötyöturvallisuus voi vaarantua, osat on eristettävä luotettavasti työalueesta tai työssä on noudatettava liitteen 5 ja 6 §:ää. (4.7.2019/804)

#### 8 §. Käyttötyöt (4.7.2019/804)

Sähkölaitteiston käyttötyöt on tehtävä riittävää huolellisuutta noudattaen siten, ettei aiheudu sähköiskun tai valokaaren vaaraa. Tarvittaessa on noudatettava liitteen 5–7 §:n mukaisia menettelyjä.

## **Sähkötaturman ja tutkitun onnettomuuden kannalta sähkötyöturvallisuusstandardi SFS 6002: 2015 + A1:2018 asettaa seuraavia vaatimuksia:**

Standardin luku 4. kohta 4.2. (Henkilöstö):

- Kaikkien henkilöiden, jotka osallistuvat työhön sähkölaitteistossa tai sen läheisyydessä, on oltava opastettuja työtä koskeviin säädöksiin, vaatimuksiin ja yrityksen ohjeisiin. Nämä ohjeet on kerrattava työn kuluessa, jos työsuoritus on pitkäaikainen tai muuten vaativa. Henkilöiltä pitää vaatia näiden säädösten, vaatimusten ja ohjeiden noudattamista.
- Ennen kuin työ aloitetaan ja työn aikana työsuorituksesta vastaavan henkilön on varmistettava, että työssä noudatetaan asiaankuuluvia säädöksiä, vaatimuksia ja ohjeita. Työsuorituksesta vastaavan henkilön on opastettava kaikkia työhön osallistuvia henkilöitä myös niistä vaaroista, joita henkilöt eivät voi välittömästi havaita.
- Työtä, johon tarvitaan sähköisen vaaran tai vammojen välttämiseksi teknistä tietoa tai kokemusta, saa tehdä vain henkilö, jolla on riittävästi tietoa ja kokemusta, tai työ on tehtävä tarvittavalla tavalla valvottuna.
- Työn vaativuus on arvioitava ennen työn aloittamista niin, että työhön valitaan sopivat ammattihenkilöt tai opastetut henkilöt tai maallikot.

Organisaatio (Standardin luku 4. kohta 4.3):

- Jokaisesta sähkölaitteistosta on vastuussa sähkölaitteiston vastuuhenkilö.

Ennen kuin sähköjärjestelmän järjestelyjä muutetaan tai töitä sähkölaitteistossa tai sen läheisyydessä aloitetaan, työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan ja sähkölaitteiston käyttöä valvovan henkilön pitää sopia sekä työn tekemisen mahdollistavista sähköjärjestelmän järjestelyistä että työtavoista.

Tarkastus (Standardin Luku 5. kohta 5.3.3):

- Tarkastuksen tarkoitus on varmistaa, että sähkölaitteisto on soveltuviin standardeissa esitettyjen turvallisuuksääntöjen ja teknisten vaatimusten mukainen. Tarkastus voi sisältää mm. silmämääräisen tarkastuksen.

Tarkastuksia saavat tehdä ammattihenkilöt, joilla on kokemusta vastaavien asennusten tarkastamisesta. Tarkastuksissa pitää käyttää sopivia välineitä siten, että ehkäistään vaara ja samalla tarvittaessa otetaan huomioon paljaista jännitteistä osista johtuvat rajoitukset.

Työskentely jännitteisten osien läheisyydessä (Standardin velvoittava liite Z):

- Liitteen kohdassa Z.1 annetaan vaatimukset työskentelylle ja mm. etäisyydet jännitteisten osien läheisyydessä työskentelylle (ns. lähityö). Vaatimus koskee myös muuta kuin sähkötyötä, kuten rakennustyötä tai siivoustyötä, jota tehdään lähellä jännitteisiä osia. Työn tekijät ovat tällöin yleensä muita kuin sähköalan ammattihenkilöitä, ja tämä pitää ottaa huomioon käyttämällä tilapäisiä suojia tai riittävää etäisyyttä jännitteisistä osista, perehdyttämällä työntekijöitä ja valvomalla työtä tarvittaessa.

Lähityöalueen ulkomitta 20 kV:n jännitteellä muilla kuin ilmajohdoilla on 1,4 metriä. Työskenneltäessä jännitteisten osien lähellä, työalue pitää määritellä etukäteen jokaista työtä varten, ja se on tarvittaessa rajattava. Jos koko laitteistoa ei ole tehty jännitteettömäksi, on kojeistossa tai vastaavissa merkittävä selvästi mitkä osat tai kennot on tehty jännitteettömäksi ja/tai mitkä ovat jännitteisiä. Tarvittaessa suojaamiseen käytetään siirrettäviä suojalevyjä tai työskentelysuojia, joilla estetään jännitteisten osien koskettaminen tai jännitetyöalueelle ulottuminen.

Muut työt sähkötiloissa jännitteisten osien läheisyydessä (Liite Z.2.3)

- Kokonaan kosketussuojamattomia, puomilla suojattuja tai osittaisella verkkoaitauksella suojattuja kojeistoja sisältävässä sähkötilassa rakennus-, maalaus-, siivous- yms. töitä saa tehdä vain sähköalan ammattihenkilön jatkuvasti valvomana. Kojelistojen sisäisessä puhdistuksessa, muuntajien eristimien puhdistuksessa ja vastaavissa töissä pitää noudattaa kunnossapidon menettelyjä. Näitä töitä saavat tehdä vain sähköalan ammattihenkilöt tai opastetut henkilöt sähköalan ammattihenkilön valvomana.

Henkilöstöä ja sähkötöiden turvallisuuden organisointia koskevat vaatimukset (Liite X):

- Liitteen kohdassa X.1 esitetään sähkötyön turvallisuuden järjestelyjä koskevia vaatimuksia tilanteissa, joissa töitä tehdään ammattimaisesti sähkötöiden johtajan tai käytön johtajan alaisuudessa. Standardin kohdassa todetaan, että liitteen menettelyjä noudatetaan myös sähkölaitteiden rakentamiseen liittyvissä töissä esim. testauksissa, joissa voi esiintyä sähköiskun vaara.

Sähkötöiden johtajan tehtävät (Liite X kohta X.2):

Standardin kohdassa viitataan sähköturvallisuuslaissa (1135/2016 59 §) määriteltyihin sähkötöiden johtajan tehtäviin ja todetaan: ”Sähkötöiden johtajalla on kokonaisvastuu sähkötöiden tekemisestä ja sähköturvallisuuden varmistamisesta. Vastuu koskee myös tilanteita, joissa sähkötöiden tekijän välitön esimies on muu kuin sähköalan ammattihenkilö”.

Sähköalan töihin osallistuvat henkilöt (Standardin kohta X.5)

Kaikkien sähköalan töitä tekevien henkilöiden tulee olla tehtävään ja sen sähköturvallisuutta koskeviin vaatimuksiin perehtynyt tai opastettu. Tämä yleisvaatimus koskee sekä ammattihenkilöitä, opastettuja henkilöitä että maallikoita.

Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja (Standardin kohta X.6):

- Standardin kohdassa viitataan valtioneuvoston asetuksen sähkötyöstä ja käyttötyöstä liitteessä vaadittuun menettelyyn työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan nimeämisestä.

Sähkötöiden johtajan on huolehdittava siitä, että jokaiseen sähkötyön tekokohteeseen nimetään sähköturvallisuuslain mukainen sähköalan ammattihenkilö työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojaksi. Työnaikaisen sähköturvallisuuden valvoja voi osallistua sähkötyön tekemiseen tai tehdä sen kokonaan itse.

Jos sähkötyön tekemiseen ei tarvita sähkötöiden johtajaa, työn tekijän pitää valvoa työnaikaista sähköturvallisuutta.

Töissä, jotka ammattihenkilö tekee yksin, hänelle kuuluu työnaikaisen sähköturvallisuuden valvonta työkohteessa ilman erityistä nimeämistä. Myös sellaisissa sähköalan töissä, joissa ei tarvita sähkötöiden johtajaa, mutta joissa on sähköstä johtuvia vaaroja, työtä tekevän henkilön pitää valvoa sähkötyön turvallisuutta.

Työntekijän tehtävät (Standardin kohta X.7):

Työntekijän on työturvallisuuslain 18 § mukaan mm. noudatettava työnantajan ohjeita ja määräyksiä, turvallisuuden ja terveellisuuden edellyttämää järjestystä ja siisteyttä sekä muutoinkin huolellisuutta ja varovaisuutta. Työntekijän on myös kokemuksensa ja ammattitaitonsa mukaisesti huolehdittava käytettävissään olevin keinoin myös muiden työntekijöiden turvallisuudesta.

Jännitetöiden tekeminen (Standardin kansallinen velvoittava Liite Y)

Jännitetyöllä tarkoitetaan työtä, jossa työn tekijä tarkoituksellisesti joko koskettaa jännitteistä osaa tai ulottuu jännitetyöalueelle joko kehonsa osilla tai käsiteltävillä työkaluilla, varusteilla tai laitteilla. Jännitetyössä noudatetaan standardissa esitettyjä jännitetyömenettelyjä ja liitteen Y täsmennyksiä.

Suomessa käytettävät jännitetyöalueen ulkorajan mitat on annettu liitteen taulukossa. Vaadittuun jännitetyöalueen ulkorajan mittaan vaikuttaa jännitteestä riippuva sähköinen etäisyys sekä työskentelytavoista, työkohteen sijainnista, laitteiston rakenteesta ja vastaavista seikoista riippuva ergonominen osatekijä.

## 19.Accimap

