



Kasper Perttilä

# Sähköseuraus linjasaneerauksen yhteydessä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

6.2.2025

# Tiivistelmä

Tekijä: Kasper Perttilä  
Otsikko: Sähkösaneeraus linjasaneerauksen yhteydessä  
Sivumäärä: 36 sivua  
Aika: 6.2.2025

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Ammatillinen pääaine: Kiinteistöjen sähkötekniikka  
Ohjaajat: Lehtori Ossi Hämäläinen

---

Insinööriyössä käsitellään linjasaneerausta ja erityiset sähkösaneerausta sen yhteydessä. Työn tavoitteena oli luoda tutkielma linjasaneerauksen eri vaiheista, joista lukija saa käsityksen mitä linjasaneeraukseen voi kuulua. Tämän avulla taloyhtiöiden päättäjät, jotka pohtivat mahdollista linjasaneerausta, voivat perehtyä tulevaan.

Työssä käydään läpi linjasaneerauksen yhteydessä tehtävät LVI-työt sekä mahdolliset asbestipurkutytöt. Sähkösaneerauksesta käydään läpi yleisimmin tehtävät vaihtotyöt ja asennusten tarkastukset. Lisäksi käydään läpi eri sähköjärjestelmät.

Työn tuloksena syntyi tutkielma, jota voivat hyödyntää rakennus- ja sähköalan ammattilaiset sekä taloyhtiöiden päättäjät ennen linjasaneeraus hanketta. Tutkielman lukija saa kattavan käsityksen linjasaneerauksen yleisimmistä työvaiheista.

Avainsanat: linjasaneeraus, sähkösaneeraus, sähkökeskukset, käyttöönottotarkastukset

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Kasper Perttilä  
Title: Electrical Renovation in Connection with Pipe Renovation

Number of Pages: 36 pages  
Date: 6 February 2025

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and automation engineering  
Professional Major: Electrical Building Services  
Supervisors: Ossi Hämäläinen, Senior Lecturer

---

This thesis focuses on pipe renovations and specifically electrical renovations in connection with pipe renovation. The aim of the work was to create a study on the different stages of pipe renovations, providing readers with a clear understanding of what such projects may entail. This serves as a resource for housing cooperative decision-makers considering a potential renovation project to familiarize themselves with the process.

The study covers plumbing work and potential asbestos removal tasks associated with pipe renovations. Regarding electrical renovations, it details the most commonly performed replacement tasks, installation inspections, and different electrical systems.

As a result of the work, a comprehensive study was produced that can be utilized by construction and electrical professionals as well as decision-makers in housing cooperatives prior to initiating a renovation project. Readers of the study will gain a thorough understanding of the most common stages involved in pipe renovations.

Keywords: Pipe renovation, Electrical renovation, Electrical center, Commissioning inspections.

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Linjasaneeraus	1
2.1	Perusperiaate	1
2.2	Ajankohta	2
2.3	Asbesti	3
3	LVI-asennukset	6
3.1	Viemäriverkosto	6
3.2	Käyttövesi	8
3.3	Ilmanvaihto	9
4	Sähköasennukset	10
4.1	Työmaasähkö	10
4.2	Asuntojen sähköasennukset	15
4.3	Yleisten tilojen sähköasennukset	17
4.4	Keskukset	20
4.5	Käyttöönottotarkastukset	24
4.5.1	Jännitteettömänä tehtävät mittaukset	24
4.5.2	Jännitteisenä tehtävät mittaukset	26
4.6	TN-järjestelmät	29
5	Kustannukset ja kesto	31
6	Yhteenveto	33
	Lähteet	34

# 1 Johdanto

Linjasaneeraus on yksi taloyhtiöiden merkittävimmistä peruskorjaushankkeista, ja se käsittää yleensä laajoja muutostöitä, kuten putkistojen uusimisen, ilmanvaihdon tehostamisen sekä sähköjärjestelmien modernisoinnin. Erityisesti sähkö saneeraus on tärkeä osa linjasaneerausta, sillä se takaa rakennuksen sähköjärjestelmien turvallisuuden, energiatehokkuuden ja nykypäivän vaatimusten mukaisuuden.

Tässä insinööriyössä tarkastellaan sähkö saneerauksen toteutusta linjasaneerauksen yhteydessä. Työn tavoitteena on selkeyttää, mitä sähkö saneerauksessa tulee ottaa huomioon, ja esittää, miten nykyaikaiset sähkötekniset ratkaisut voidaan yhdistää osaksi taloyhtiöiden peruskorjauksia.

## 2 Linjasaneeraus

### 2.1 Peruseriaate

Linjasaneeraus tarkoittaa rakennuksen viemäri- ja vesijohtojen kunnostusta tai uusimista. Lähtökohtaisesti on kaksi eri linjasaneerauksen tekotapaa, joista ensimmäinen on perinteinen linjasaneeraus eli kaikki putket uusitaan vanhoille paikoilleen ja toinen on modernimpi linjasaneeraus, jossa vanhat viemärit sukittaan ja vesijohdot uusitaan uuteen paikkaan. Viemäreiden sukittaminen mahdollistaa märkätilojen säästämisen ennallaan. [1.]

Linjasaneeraukseen voi sisältyä melkein mitä vain LVIAS-saneerausta, mutta yleisimmin siihen kuuluvat ainakin

- vesijohtojen uusiminen
- viemäreiden uusiminen tai sisäpuolinen saneeraus
- ilmanvaihdon tehostaminen tai korjaaminen

- lämmitysjärjestelmän parantaminen
- sähkönousujen sekä ryhmäkeskusten uusiminen
- antenni- ja yleiskaapeloinnin uusiminen
- märkätilojen uusiminen
- kerrostalon yleisten tilojen modernisointi [1].

Linjasaneerauskohteet ovat yksilöllisiä ja taloyhtiön linjasaneeraus on usean tekijän summa. Projektiin kuuluvat ainakin

- taloyhtiön edustaja
- isännöitsijä
- osakkaat
- asukkaat
- projektipäällikkö
- valvojat
- suunnittelijat
- urakoitsijat [1].

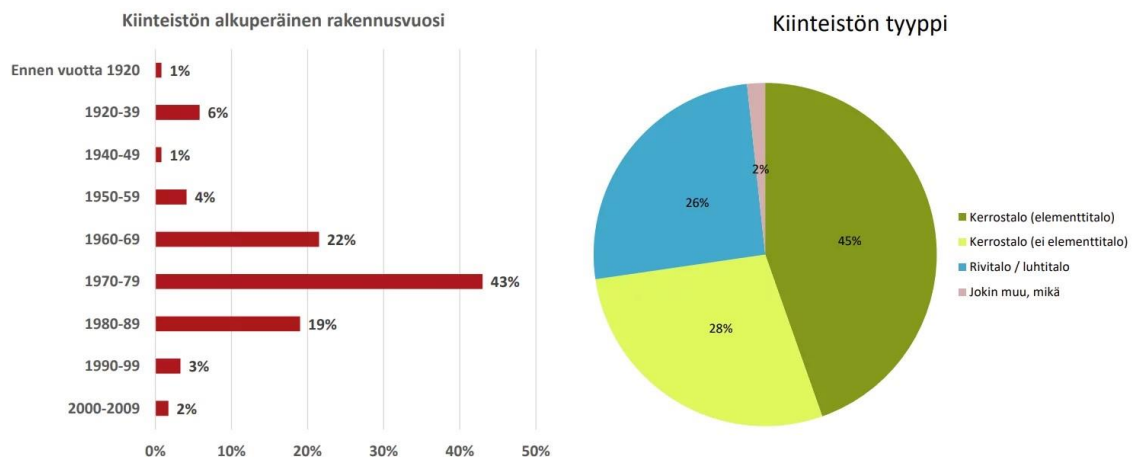
## 2.2 Ajankohta

Linjasaneeraus on ajankohtaista siinä vaiheessa, kun taloyhtiön putket ovat tulossa elinkaarensa päähän. Käyttövesiputkien elinkaari on yleensä noin 30–50 vuotta ja viemärien noin 40–60 vuotta. [2.]

Putkien käyttöikään vaikuttavat niiden valmistusmateriaalit, laatu sekä se, kuinka hyvin niitä on huollettu. Myös veden ominaisuudet, kuten koostumus ja laatu, voivat vaikuttaa putkien kuntoon. Asioita, jotka viittaavat linjasaneerauksen tarpeeseen, ovat esimerkiksi vesijohtovuodot ja niistä aiheutuvat vahingot, viemäreiden tukkeutuminen, juomaveden laadun tai maun heikkeneminen sekä kylpyhuoneen vedeneristeiden pettäminen. [2.]

Tällä hetkellä putkiremontteja tehdään eniten 1970-luvun taloissa. Toisin sanoen noin 50 vuotta sitten rakennetuissa taloissa putkiremontti on ajankohtainen juuri nyt. [2.] Kuvassa 1 esitetään kuvaaja, jossa havainnollistetaan, minkä ikäisiä kiinteistöjä tällä hetkellä saneerataan. Lisäksi siinä esitetään kiinteistöjen tyypit.

### Putkiremontteja tehdään nyt erityisesti 70-luvulla rakennetuissa taloissa



Kuva 1. Minkä ikäisissä kiinteistöissä tehdään putkiremontteja [3, s. 5].

### 2.3 Asbesti

Mikäli linjasaneerattava kohde on 1960- tai 1970-luvulla rakennettu talo, on hyvin todennäköistä, että siinä on asbestia. Tuohon aikaan asbestia käytettiin yleisesti. [4.]

Asbesti on maaperästä louhittava kuitumainen mineraali, jota käytettiin aikanaan paljon rakentamisessa, koska se oli paloturvallista, edullista ja kestävä. Sitä on käytetty monissa tiloissa ja materiaaleissa. Asbesti on ehjänä vaaraton, mutta rikkoutuessaan sitä voi päätyä ilmaan, jolloin siitä voi aiheutua haittaa terveydelle. Sitä voi löytää levyistä, liimoista, eristeistä, maaleista, laasteista ja pinnoitteista. Asbestia on käytetty esimerkiksi muovimatoissa, seinien pinnoitteissa ja putkien eristeissä. [4.]

Asbesti on ollut Suomessa kiellettyä vuodesta 1994 asti. Nykyään käyttö on kielletty koko EU:n alueella. Etukäteen on mahdotonta tietää, onko talossa asbestia, joten on tehtävä asbestikartoitus ennen remonttia. Asbestikartoitukset ovat olleet pakollisia vuodesta 1994. [4.]

Krokidoliitti, jota kutsutaan myös siniseksi asbestiksi, on tavallista asbestia vaarallisempi materiaali. Krokidoliitin purkaminen vaati erityistä varovaisuutta, koska sen purkaminen saattaa vapauttaa ilmaan normaalia asbestia enemmän haitallisia kuituja. Suomessa krokidoliitin käyttö kiellettiin vuonna 1976 eli merkittävästi aikaisemmin kuin muut asbestimateriaalit. [5.]

### Asbestipurkutytöt

Ennen purkutöiden aloittamista valtuutetun purkuyrityksen tai valtuutetun itsenäisen työntekijän tulee laatia rakennustyön turvallisuusasiakirjaan, asbestikartoitukseen ja korjaussuunnitelmiin perustuva asbestipurkutytön työsuunnitelma. Tämä suunnitelma on toimitettava 7 päivää ennen työn alkamista työsuojeluviranomaiselle, joka tarkastaa suunnitelman. Työsuunnitelmassa tulee kuvata kohteen perustiedot, asbestikartoituksen tulokset, käytettävä purkumenetelmä sekä toimenpiteet, joilla varmistetaan työntekijöiden, työn vaikutuspiirissä olevien ihmisten ja ympäristön turvallisuus. [6, s. 2.]

Suunnitelmassa kerrotaan myös, millaisia laitteita ja suojauksia työssä käytetään sekä niiden ominaisuudet. Lisäksi siinä kuvataan, miten asbestijätteet käsitellään. Asbestipurkutytöt suoritetaan ennen muiden rakenteiden purkutöitä, tai purkukohte eristetään muista töistä asbestipurun ajaksi. Krokidoliittipurkutytössä

on huomioitava erityisvaatimukset puhdistus- ja suojatoimenpiteille. Mikäli purkutyössä käytetään vettä, näytteet tulee ottaa kuivilta ja pölyttömiltä pinnoilta. Purun jälkeisen ilman puhdistamiseen käytettävän alipaineistuksen tulee kestää vähintään 8 tuntia. Ilman hiukkaspitoisuuden on oltava alle  $0,01$  kuitua/cm<sup>3</sup>, ennen kuin alipaineistus voidaan lopettaa. [6, s. 2.]

Osastointimenetelmä on asbestia sisältävien rakenteiden purkutöissä ensisijainen menetelmä. Krokidoliittipurku suoritetaan aina osastointimenetelmällä. Osastoinnissa purkutyöalue eristetään muusta rakennuksesta siten, että tilasta tehdään tiivis ja erillinen alue. Tila alipaineistetaan, mikä tarkoittaa, että ilmanpaine alueen sisällä on matalampi kuin ympäröivissä tiloissa. Tämä varmistaa, että ilman virtaus suuntautuu vain puhtaista tiloista eristettyyn osastoon, eikä sieltä pääse ilmaa ympäröiviin tiloihin. Ilmavirta ohjataan tarkasti tuloilma-aukkojen kautta osastoon ja edelleen ilmanpuhdistimen läpi ulos. [6, s. 4.]

Alipaineistulaitteet ja tuloilma-aukot asetetaan niin, että eristetyn tilan ilmanvaihto on mahdollisimman tehokasta, ja samalla varmistetaan, ettei esimerkiksi asbestipöly pääse leviämään muualle. Poistoilma ohjataan osaston ulkopuolelle usein ulkoilmaan käyttäen joustavia putkistoja, kuten haitariletkuja tai riittävän vahvoja muovikalvoja (vähintään  $0,10$  mm). Näin pyritään minimoimaan terveydelle vaarallisten aineiden leviäminen ympäristöön. [6, s. 4.]

Alipaineistulaitteiston mitoitus tulee olla sellainen, että osaston ilma vaihtuu tunnissa vähintään 10 kertaa. Krokidoliittieristeiden purussa pyritään 20-kertaiseen ilmanvaihtuvuuteen. Purkutyön jälkeen osastoon järjestetään ilmaa puhdistava alipaineistus ja se pidetään niin kauan, kun ilman hiukkaspitoisuus on yli  $0,01$  kuitua/cm<sup>3</sup>. Alipaineen on säilyttävä osaston sisällä koko ajan. Alipaineistusta seurataan alipaineistulaitteiden painemittareiden avulla sekä visuaalisesti. Osaston muoviseinien tulee olla painuneita alipaineen suuntaan. Alipainetta voi seurata myös mittareilla, joissa on jatkuva muisti. [6, s. 4.] Kuvassa 2 esitetään esimerkki osastoinnista.



Kuva 2. Asbestiosasto ja sulkutunneli.

Osaston sisällä asbestipölyn poistamista tehostetaan käyttämällä kohdepoistolaitteita ja korkeapaineisia työvälaineitä, jotka on varustettu pölyä suoraan imuroivilla kohdepoistomureilla. Näin pöly pyritään keräämään jo syntyhetkellä, ennen kuin se leviää laajemmalle alueelle. Alipaineistuslaitteet ja kohdepoistomurit sijoitetaan osaston ulkopuolelle, jotta vältetään niiden likaantuminen asbestipölystä. Osaston sisälle asennetaan kohdepoistomurin yhteyteen esierotin, joka voi toimia esimerkiksi sykloniperiaatteella. Tämä esierotin kerää suurimman osan pölystä ja pakkaa sen suoraan jättesäkkiin, mikä helpottaa jätteen turvallista käsittelyä ja vähentää pölyn leviämisen riskiä. [6, s. 4.]

### **3 LVI-asennukset**

#### **3.1 Viemäriverkosto**

Kerrostalon viemäriverkosto on keskeinen osa rakennuksen infrastruktuuria, ja sen tehtävänä on kuljettaa jätevedet sekä sadevedet pois kiinteistöstä, jotta hygienia ja asumismukavuus säilyvät. Kerrostalon viemäriverkosto koostuu

useista osista, jotka toimivat yhdessä varmistaen, että vesi ja jäte kulkevat asianmukaisesti pois rakennuksesta kunnalliseen viemäriverkkoon. [7.]

Kerrostalon viemäriverkoston kuuluu

- pystyviemäri
- pohjaviemäri
- vaakaviemäri
- sadevesiviemäri.

Pystyviemäri on pystysuuntainen putki, joka kokoaa jätevedet ylemmistä kerroksista ja ohjaa ne alempaan viemärijärjestelmään. Pystyviemäri ulottuu usein talon katolle ja toimii samalla viemärin tuuletusputkena, mikä tasaa viemärissä esiintyviä ilmanpaine-eroja ja estää hajuja pääsemästä sisätiloihin. [7.]

Pohjaviemäri sijaitsee rakennuksen alla ja yhdistää pystyviemärit tonttviemäriin, joka johtaa rakennuksen jätevedet kunnalliseen viemäriverkkoon. Pohjaviemäristä haarautuu putkia eri puolille rakennusta, joihin eri kerrosten jätevedet yhdistyvät. [7.]

Vaakaviemäri on vaakasuuntainen putki, joka ohjaa jätevedet yksittäisiltä vesipisteiltä, kuten keittiön lavuaarista, tai vessasta pysty- tai pohjaviemäriin. Jokaisessa vesipisteessä on myös hajulukko, joka estää viemärin hajujen pääsyn huoneistoon. [7.]

Sadevesiviemärit keräävät sadevedet rakennuksen katoilta ja pihalta ja johtavat ne sadevesiviemäristöön tai kunnalliseen verkkoon. Erityisesti tasakattoisissa rakennuksissa kattosadevedet johdetaan pystyviemäriä pitkin. [7.]

## 3.2 Käyttövesi

Käyttövesijärjestelmä kerrostalossa huolehtii talon vedenjakelusta ja kuuman veden tuottamisesta asukkaille. Sen toiminta perustuu useisiin tärkeisiin osiin

- vesijohtoverkosto
- kiertovesijärjestelmä
- vedenlämmitysjärjestelmä
- putkistot ja materiaalit
- ylläpito ja huolto
- vedenkulutuksen mittaus.

Vesijohtoverkostossa kylmävesijohto tuo puhdasta vettä taloon kunnallisesta vesihuollosta. Vesi kulkee putkistossa asuntojen vesipisteisiin. Lämmin käyttövesi lämmitetään erillisissä vedenlämmittimissä tai keskuslämmitysjärjestelmässä ja kulkee asuntoihin erillisten kuumavesiputkien kautta. [8.]

Kiertovesijärjestelmä varmistaa, että lämmin vesi on aina nopeasti saatavilla ilman pitkää odotusaikaa. Tämä parantaa käyttömukavuutta ja vähentää veden tuhlausta. [8.]

Vesi voidaan lämmittää talokohtaisessa lämmitysjärjestelmässä, kuten kattilassa, tai käyttää kaukolämpöä. Asukkaat käyttävät lämmintä vettä peseytymiseen ja muihin kotitaloustoimiin. [9.]

Käyttövesiputkistot valmistetaan yleensä kuparista tai muovista, kuten PEX-putkista, jotka kestävät hyvin korroosiota ja ovat hygieenisinä. Muoviputket ovat yhä yleisempiä, sillä ne ovat kevyempiä ja helposti asennettavia. [10.]

Käyttövesijärjestelmän säännöllinen tarkastus ja huolto ovat tärkeitä. Putkistot on tarkistettava vuotojen ja korroosion varalta, ja vedenlämmittimet on pidettävä kunnossa, jotta järjestelmä toimii tehokkaasti. [10.]

Huoneistoissa on oltava huoneistokohtaiset kylmän ja lämpimän käyttöveden etäluettavat vesimittarit. Niitä on käytettävä vedenlaskutuksen perusteena. [11.]

### 3.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtojärjestelmä on keskeinen osa rakennuksen terveyttä ja asukkaiden hyvinvointia. Linjasaneerauksen yhteydessä sitä voidaan modernisoida parantamaan sisäilman laatua.

Ilmanvaihtojärjestelmän vaihtoehtoja linjasaneerauksessa

- painovoimainen ilmanvaihto
- koneellinen poistoilmanvaihto
- koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
- ilmanvaihtokanavien puhdistus ja tiivistys.

Painovoimainen ilmanvaihto on yleistä vanhoissa rakennuksissa, ja se perustuu ilman liikkumiseen ulko- ja sisäilman lämpötilaerojen avulla. Linjasaneerauksen yhteydessä ilmanvaihtoa voidaan parantaa uusimalla poistoilmakanavia tai liisäämällä korvausilmaventtiilejä, jotka varmistavat riittävän ilmavirran asuintiloihin. Tämä voi merkittävästi parantaa sisäilman laatua. [12.]

Koneellinen poistoilmanvaihto on tyypillistä 1960–1980-lukujen taloissa, se käyttää puhaltimia tehostamaan ilmanvaihtoa. Linjasaneerauksessa on tavalista päivittää vanhoja puhaltimia energiatehokkaampiin malleihin, mikä voi myös vähentää energian kulutusta. [13.]

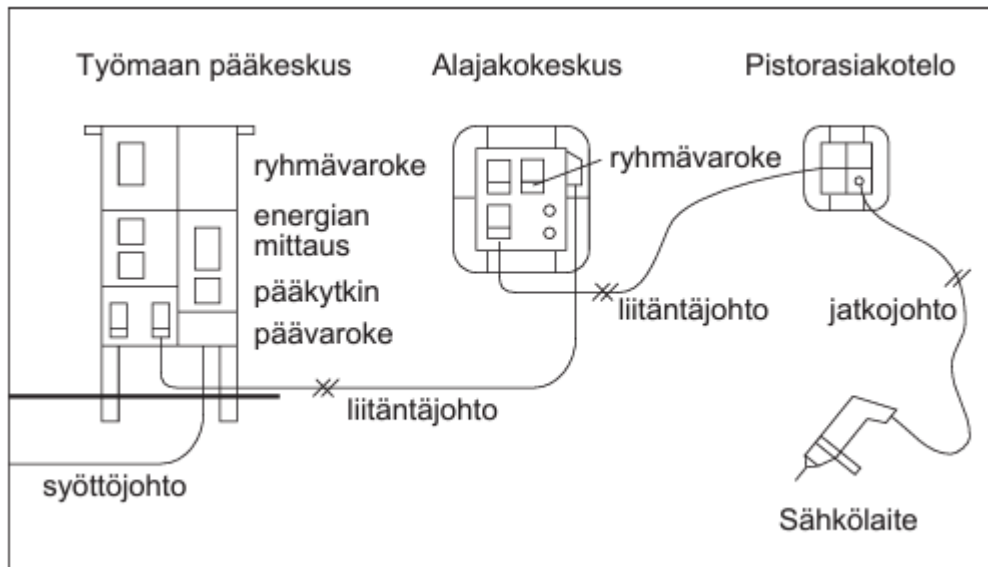
Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto on yleistynyt nykyaikaisissa taloissa. Tämä järjestelmä hyödyntää lämmöntalteenottoa, jolloin poistoilmasta talteen otettu lämpö siirretään sisään tulevaan ilmaan. Linjasaneerauksen yhteydessä tällainen järjestelmä voidaan asentaa parantamaan sekä energiatehokkuutta että ilmanlaatua. [13.]

Ilmanvaihtokanavien puhdistus ja tiivistys ovat tärkeitä toimenpiteitä, erityisesti jos koko ilmanvaihtojärjestelmää ei uusita. Säännöllinen puhdistus parantaa ilmanvaihdon toimintaa, lisää järjestelmän käyttöikä ja ehkäisee mahdollisia terveyshaittoja, kuten allergioita ja astmaa. [12.]

## **4 Sähköasennukset**

### **4.1 Työmaasähkö**

Työmaasähköistys tarkoittaa sähköjärjestelmien ja -laitteiden väliaikaista asentamista rakennustyömaalle, jotta siellä voidaan käyttää tarvittavia työkaluja, laitteita ja valaistusta. Sähköistys on olennainen osa rakennusprojektia, ja sen suunnittelu varmistaa turvallisen ja luotettavan sähkönjakelun työmaan toimintoihin. Tärkeimpiä asioita ovat esimerkiksi sähköliittymien tarve, jakokeskusten asennus sekä työmaakaapeleiden suunnittelu ja käyttö. [14, s. 1.] Kuvassa 3 esitetään työmaasähköistyksen periaatekuva.



Kuva 3. Työmaan sähköistysjärjestelmä [14, s. 1].

Työmaasähköistyksessä käytettäviä keskuksia

- pääkeskus
- kiinteä työmaakeskus
- puolikiinteä työmaakeskus
- siirrettävä työmaakeskus
- pistorasiakotelo
- alakeskus.

Pääkeskus on työmaan kiinteästi asennettu jakokeskus, jonka kautta työmaa kytketään pysyvään sähköverkkoon. Siinä on pääkytkin ja ensisijaiset suojalaitteet, ja se on varustettu energiankulutuksen mittauslaitteilla. [14, s. 1.]

Kiinteä työmaakeskus puolestaan liitetään syöttöverkkoon kiinteästi asennettavalla liitosjohdolla, joka kytketään työkalujen avulla [14, s. 1].

Puolikiinteä työmaakeskus liitetään syöttävään sähköverkkoon tai kiinteään työmaakeskukseen taipuisan liitännäjohdon avulla. Sitä voidaan siirrellä rajoitetulla alueella johdon pituuden mukaisesti. [14, s. 1.]

Siirrettävä työmaakeskus on varustettu joko kojetulpalla tai pistotulpalla. Se voidaan liittää syöttöverkkoon ilman työkaluja. [14, s. 1.]

Pistorasiakotelo on pienikokoinen siirrettävä keskus, joka on tarkoitettu yksi- tai kolmivaiheisten kulutuslaitteiden liittämiseen. Sen nimellisvirta on enintään 16 ampeeria. [14, s. 1.]

Alakeskus on yleensä siirrettävä, ja se liitetään puolikiinteästi tai pistotulpalla pääkeskukseen tai toiseen keskukseen [14, s. 1]. Kuvassa 4 esitetään esimerkki alakeskuksesta.



Kuva 4. 63 A:n alakeskus [15].

Työmaan sähköistystä suunniteltaessa ensimmäinen askel on arvioida työmaan tehontarve. Pienillä työmailla karkea tehon arviointi voidaan tehdä laskemalla käytettävien laitteiden nimellistehot kilowatteina yhteen ja kertomalla tulos kertoimella 1,5. Tämä antaa arvion tarvittavasta pääsulakkeen koosta ampeereina, minkä jälkeen valitaan lähin suurempi pääsulakekoko. Suuremmilla työmailla tehontarpeen arviointi on tarkempaa, ja käytettävissä on erityisiä laskentakaavoja ja mitoitus-esimerkkejä. [14, s. 1.]

Työmaasähköjen tehontarve lasketaan kaavalla 1, saadaan kokonaisvirta, jolla pääsulakkeen koko mitoitetaan:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \quad (1)$$

I on virta ampeereina [A]

P on kokonaisteho watteina [W]

U on jännite voltteina [V] (400 V)

$\cos\varphi$  on tehokerroin (0,8)

Tehontarpeen tasaaminen eri työkuukausien välillä mahdollistaa pienemmän pääsulakekoon valinnan. Tämä voi tuoda merkittäviä säästöjä sekä pääkeskuk- sen vuokra- tai hankintakustannuksissa, että liittymäsopimuksen kustannuk- sissa. Näin optimoidaan työmaan sähkönkäyttö ja vähennetään tarpeettomia kuluja ilman, että työmaan sähköistys kärsii. [14, s. 2.] Taulukossa 1 esitetään kuormituskertoimia eri tilanteille.

Taulukko 1. Standardin mukaiset kuormituskertoimet [16, s. 24].

Lähteiden piirien lukumäärä	Kuormituskerroin
2–3	0,8
4–5	0,7
6–9	0,6
10<	0,5

Suunnitteluvaiheessa on myös määritettävä työmaakeskusten ja kaapelointien alustavat sijainnit. Korjausrakentamisen yhteydessä on tärkeää tarkistaa, voidaanko kohteen olemassa olevaa sähköverkkoa hyödyntää. Yleensä vanhaa verkkoa voidaan käyttää vain osittain, ja osa sähköistyksistä hoidetaan väliaikaisilla laitteilla ja kaapeleilla. [14, s. 1.]

Kun perustiedot ovat selvillä, on otettava yhteyttä paikalliseen sähköntoimittajaan ja selvitettävä sähkösaantimahdollisuudet, liittämistavan ja -paikan. Tämän jälkeen tulee tehdä liittymissopimus ja tarvittavat tilaukset. Yleensä pääura-koitsija tekee työmaan ajaksi sähkönsopimuksen, mutta tuleva kiinteistön omistaja tai haltija voi myös tehdä sopimuksen. [14, s. 1.]

Työmaasähköistyksessä käytetään pääosin kaapeleina hienosäikeisiä H07RN-F-kumikaapeleita, koska asennukset ovat väliaikaisia. Niitä käytetään jatkojohdoina, jolloin ne on helppo kytkeä toisiinsa.

Työmaavalaistuksessa on yleistynyt 230 V:n jännitteellä toimivan LED-nauhan käyttö. Valonauhaa voidaan käyttää helposti valaistukseen haastavissa paikoissa, kuten portaikoissa tai rakennustelineillä. Sen taipuisa ja kestävä rakenne yhdessä neutraalin värilämpötilan ja kirkkaan valotehon kanssa tekevät

siitä hyvän ratkaisun työmaille. Kuvassa 5 esitetään työmaanvalaistus, joka on tehty käyttäen valonauhaa.



Kuva 5. Työmaavalaistus.

#### 4.2 Asuntojen sähköasennukset

Useimmiten kerrostaloasunnoissa uusitaan ryhmäkeskukset ja niille vedetään uudet nousukaapelit mittarikeskuksilta. Kylpyhuoneessa uusitaan kaikki sähköt, ja keittiöön vedetään 5x2,5 S MMJ-kaapeli varaukseksi tai mikäli asuntoon tulee uusi keittiö, niin varaus otetaan käyttöön. Keittiöön uusitaan usein myös

astianpesukoneen pistorasia, sekä vanha lieden syöttö on usein yksivaiheinen, joten se uusitaan kolmivaiheiseksi.

Asuntoihin tulee asentaa myös palovaroitin. Palovaroitin on pakollinen jokaisessa asunnossa, ja se tulee asentaa paikkaan, jossa se havaitsee tulipalosta syntyvän savun mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Jokaista alkavaa 60:tä neliömetriä kohti tulee olla vähintään yksi palovaroitin. [17.]

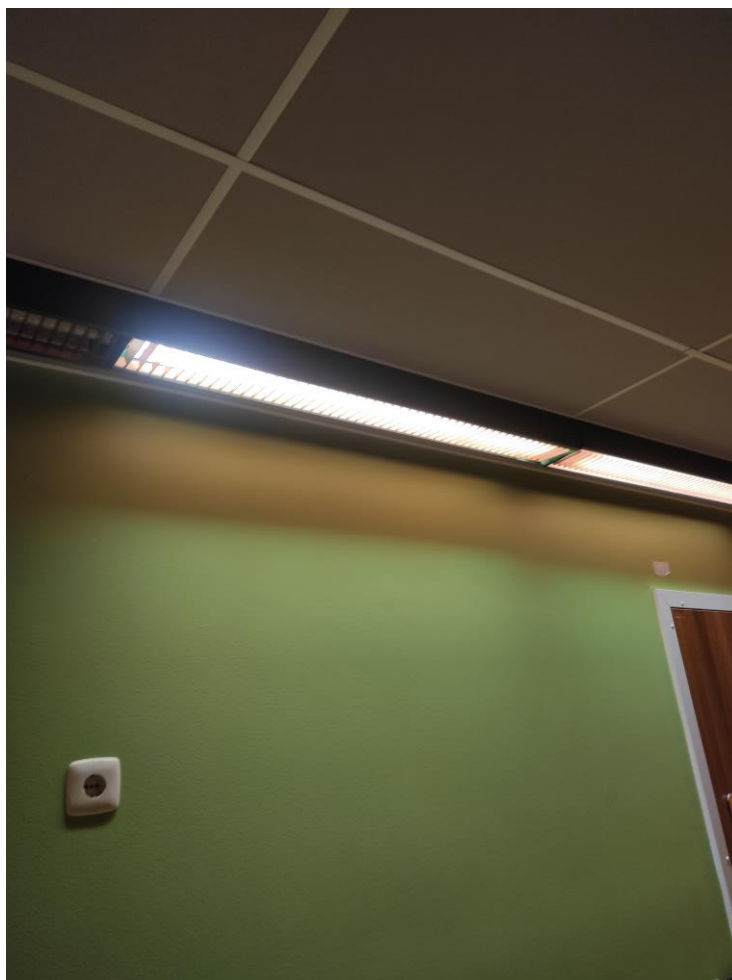
Asuntoihin asennetaan myös vähintään yksi antenni- ja datapiste, jonka kaapelit on asennettu muovisella asennuslistalla keskukselta pisteelle. Kuvassa 6 esitetään antenni- ja datapiste.



Kuva 6. Antenni- ja datapiste.

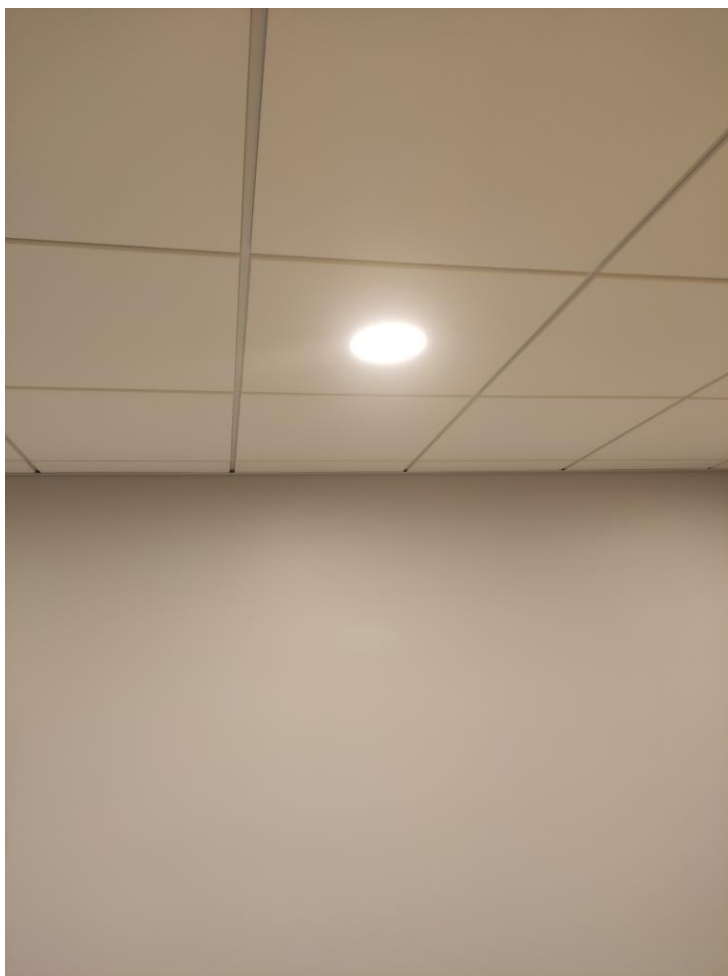
### 4.3 Yleisten tilojen sähköasennukset

Kerrostalon yleisiin tiloihin kuuluu muun muassa pyykkitupa ja kuivaushuone, pyörävarasto ja rappukäytävät sekä mahdollinen kerhotila. Edellä mainittuihin tiloihin uusitaan yleensä ainakin valaistus ja pistorasiat. Erityisesti vanha valaistus voi olla hyvinkin heikko rappukäytävissä sekä varastoissa. Kuvassa 7 esitetään erään työmaan rappukäytävän vanha valaistus, joka on toteutettu loisteputkivalaisimilla.



Kuva 7. Vanhat loisteputkivalaisimet.

Uusi valaistus on usein tehokkaampi kuin vanha. Kuvassa 8 esitetään työmaan rappukäytävän uusittu valaistus, joka on toteutettu LED-valaisimilla.



Kuva 8. Uusi LED-valaisin.

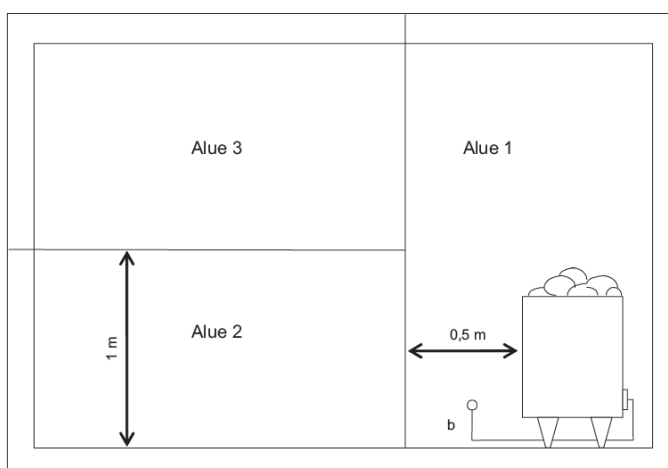
Useimmissa kerrostaloissa on myös yhteinen sauna, joka uusitaan. Saunan sähköistyksessä on rajoituksia korkean lämpötilan vuoksi.

Löylyhuone on jaettu kolmeen alueeseen:

- Alue 1: Tälle alueelle saa asentaa ainoastaan kiukaan ja sen käyttöön kuuluvat sähkölaitteet.
- Alue 2: Tällä alueella sähkölaitteiden lämmönkestävyydelle ei aseteta erityisiä vaatimuksia.

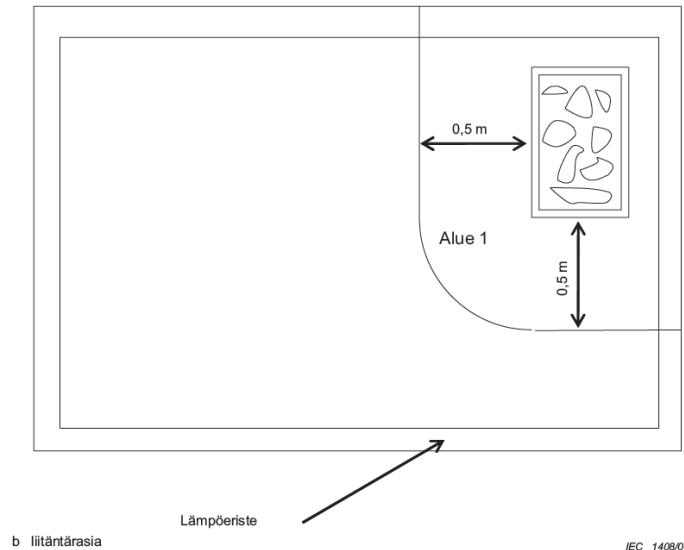
- Alue 3: Tällä alueella sähkölaitteiden on oltava sellaisia, että ne toimivat vähintään 125 °C:n ympäristön lämpötilassa. Lisäksi johtojen eristeiden on kestävä kuumuutta vähintään 170 °C:een asti. [18, s. 7.]

Sivustapäin näkyy, että alue 1 ulottuu 0,5 metriä kiukaasta sekä lattiasta kattoon, alue 2 metrin lattiasta ja alue 3 on kaikki mikä ei ole näiden rajojen sisällä. Kuvassa 9 havainnollistetaan löylyhuoneen alueet sivustapäin.



Kuva 9. Löylyhuoneen alueet sivustapäin kuvattuna [18, s. 9].

Ylhäältäpäin näkyy vain alueen 1 rajat. Kuvassa 10 havainnollistetaan löylyhuoneen alueet ylhäältäpäin.



Kuva 10. Löylyhuoneen alueet ylhäältäpäin kuvattuna [18, s. 9].

#### 4.4 Keskukset

Linjasaneerattavassa kerrostalossa olevat keskukset ovat yleensä vanhanaikaisia tulppasulakekeskuksia, joten saneerauksen yhteydessä ne vaihdetaan kaikki uusiin. Vaihdettavia keskuksia ovat pää- ja kiinteistökeskus sekä monimittari- ja ryhmäkeskukset. Riippuen keskuksien etäisyyksistä voi olla myös nousukeskus. Lisäksi on yleensä yksi tai useampi IV-keskus ja lämmönjakokeskus.

Pääkeskuksen tehtävä on jakaa sähköä kiinteistön eri keskuksille. Pääkeskuksesta lähtee syötöt kiinteistökeskukselle ja monimittarikeskuksille. Pääkeskuksessa on näiden lisäksi muutama varalähtö. Kerrostalon pääkeskus sijaitsee aina lukitun oven takana, ja pääsy keskustilaan on rajoitettu vain henkilöille, jotka ovat saaneet asianmukaisen koulutuksen sähkötilan käyttöön. Kiinteistökeskus syöttää kerrostalon kaikkien yleisten tilojen valaistukset ja toimilaitteet. [19.]

Monimittarikeskuksista lähtee syötöt asuntojen ryhmäkeskuksiin. Kaikille asunnoille on monimittarikeskuksessa oma mittari paikka, johon sähkölaitos tekee asuntoon liittyvän mittaroinnin. Monimittarikeskukset asennetaan yleensä kellarikerrokseen niin, että jokaiselle rapulle on oma monimittarikeskus. [19.]

Kuvassa 11 esitetään monimittarikeskus eräältä työmaalta, joka on yksirappuinen kerrostalo ja jossa monimittarikeskuksia asennettiin joka toiseen kerrokseen.



Kuva 11. Monimittarikeskus.

Ryhmäkeskus on asunnon seinään asennettu keskus, joka syöttää asunnon kaikkia kulutuspisteitä. Ryhmäkeskukset kerrostaloasunnoissa ovat yleisimmin nimellisvirraltaan 25 A. [19.]

Vanhat keskukset ovat tulppasulakekeskuksia ja niissä on hyvin rajallinen määrä ryhmiä. Kuvassa 12 esitetään vanha ryhmäkeskus.



Kuva 12. Vanha ryhmäkeskus.

Uudet keskuskeskukset sisältävät enemmän ryhmiä sekä telelaiteosan, johon kaapeloitetaan yleiskaapeloinnit ja mahdollinen valokuitupääte. Kuvassa 13 esitetään työmaalle uusittu ryhmäkeskus.



Kuva 13. Uusi ryhmäkeskus.

Sähköverkon suojausta suunniteltaessa on tärkeää huomioida selektiivisyys. Selektiivisyys tarkoittaa sitä, että vikatilanteessa, kuten asukkaan tiloissa tapahtuvassa oikosulussa, sähköt katkeavat vain kyseisen tilan ryhmäkeskuksen johdonsuojakatkaisijan kautta. Selektiivisessä sähköverkossa oikea suojalaite reagoi oikeassa kohdassa katkaisten sähköt vain siitä osasta verkkoa, jossa oikosulku tai ylikuormitus on tapahtunut. [19.]

## 4.5 Käyttöönottotarkastukset

Käyttöönottotarkastus tehdään aina ennen kuin uusi sähköasennus otetaan käyttöön tai kun olemassa olevaa asennusta on laajennettu tai muutettu. Tarkastuksen tavoitteena on varmistaa, että asennus täyttää turvallisuusvaatimukset. Kun tarkastus tehdään standardin SFS 6000-6 mukaisesti, se täyttää valtioneuvoston asetuksessa (1437/2016) määritellyt keskeiset turvallisuusvaatimukset. Tarkastuksen saa tehdä vain sähköalan ammattilainen, jolla on riittävä ammattitaito ja tuntee asiaan liittyvät säännöt ja ohjeet riittävän hyvin. [20, s. 7.]

Käyttöönottotarkastukset alkavat aistinvaraisella tarkastuksella. Aistinvarainen tarkastus ajoittuu koko työsuorituksen ajalle riippumatta asennettavasta kohteesta tai tehtävästä työstä. Se on käyttöönottotarkastusten laajin osa-alue. Yleisesti ottaen aistinvarainen tarkastus kohdistuu erityisesti merkintöihin, dokumentaatioon, mekaaniseen suojaukseen, kosteudelta suojaamiseen sekä kosketus- ja palosuojaukseen. Lisäksi tarkastuksessa otetaan huomioon muita tapauskohtaisia vaatimuksia, jotka ilmenevät asennuksen yhteydessä. [20, s. 9.]

### 4.5.1 Jännitteettömänä tehtävät mittaukset

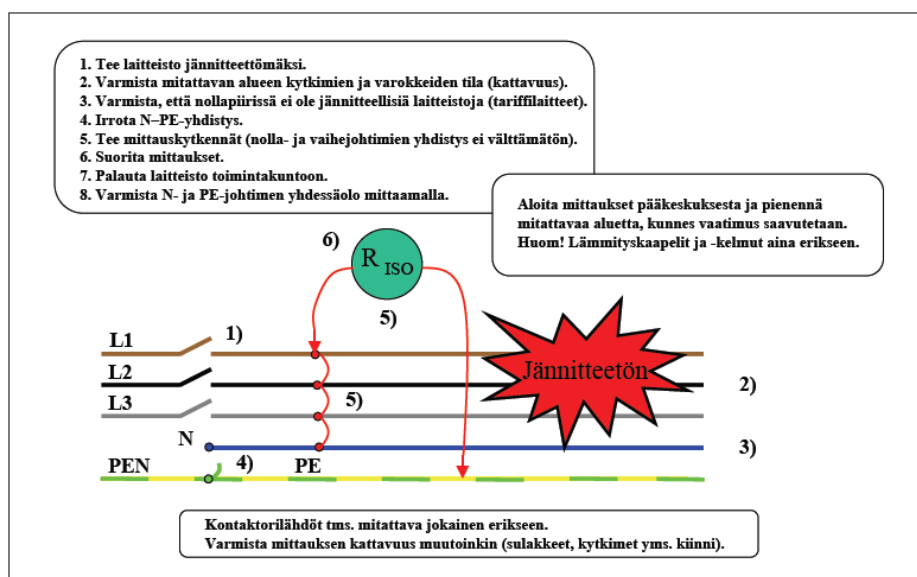
Ennen kuin sähkölaitteistoon kytketään jännite ensimmäistä kertaa, on varmistettava, että se on riittävän turvallinen käytettäväksi. Pelkän silmämääräisen tarkastuksen lisäksi on tehtävä tietyt käyttöönottotarkastukseen kuuluvat mittaukset, jotka suoritetaan jännitteettömään laitteistoon. Näitä jännitteettömään sähkölaitteistoon kohdistuvia mittauksia ovat suojajohtimien jatkuvuusmittaukset pienohmimittauksella sekä asennusten eristysresistanssimittaukset. [20, s. 15.]

Suojajohtimiin kuuluvat maadoitusjohtimet, suojamaadoitusjohtimet, PEN-johtimet sekä potentiaalintasausjohtimet. Suojajohtimen jatkuvuus varmistetaan laitekohtaisesti, mikä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että ketjutetussa pistorasiaryhmässä suojajohtimen jatkuvuus on tarkistettava jokaisesta pistorasiasta erikseen. [20, s. 15.]

Jatkuvuusmittauksia tehtäessä suojajohtimia ei yleensä tarvitse irrottaa kytkenöistä. Poikkeuksena on TN-S-järjestelmä, jossa nolla- ja suojamaadoitusjohtimen yhdistys on irrotettava mittausten ajaksi. Sama irrotus on tarpeen myös eristysresistanssimittauksia tehtäessä. Jos mittauksia suoritetaan ryhmäjohtojen tasolla, keskusta syöttävän nousujohton nollajohdon irrottaminen riittää. Jos irrotusta ei tehdä, ei mittausten avulla voida havaita mahdollisia virheitä, kuten nolla- ja suojamaadoitusjohtimien keskinäistä vaihtumista. [20, s. 15.]

Jatkuvuusmittauksessa mitataan yleensä kuparijohtimen sähköistä vastusta, minkä vuoksi mittaustulokset ovat hyvin pieniä. Tavallisesti mitatut arvot ovat 0–2 ohmin välillä, mutta jos johdin on poikkeuksellisen pitkä, vastusarvo voi olla tätä suurempi. [20, s. 15.]

Eristysresistanssimittauksia tehtäessä on huolehdittava siitä, että nolla- ja suojamaadoitusjohtimet on erotettu toisistaan. Mittauksessa tarkistetaan eristysresistanssi jännitteisten johtimien ja maan välillä. TN-S-järjestelmässä nollajohdin luokitellaan jännitteiseksi johtimeksi. Mittauksen helpottamiseksi äärijohtimet ja nollajohdin voidaan kytkeä yhteen rinnakkain, jolloin kaikki tarvittavat mittaukset voidaan tehdä yhdellä kertaa. [20, s. 19.] Kuvassa 14 esitetään eristysresistanssimittauksen oleelliset osat.



Kuva 14. Eristysresistanssin mittaaminen [20, s. 22].

Alkuvalmisteluihin kuuluu kaikkien johdonsuoja-automaattien ja vikavirtasuojakytkimien asettaminen kiinni-asentoon. Ennen varsinaisten mittausten aloittamista on suositeltavaa suorittaa testimittaus oikosulkemalla mittausjohtimet. Näin varmistetaan mittalaitteen toiminta, tehdyt asetukset ja valinnat sekä mittajohtimien oikea asennus ja kunto. Eristysresistanssimittauksessa esimerkiksi poikki oleva mittajohto voi antaa virheellisesti erinomaisia tuloksia. [20, s. 20.] Taulukossa 2 esitetään eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot.

Taulukko 2. Eristysresistanssin pienimmät sallitut arvot [21, s. 10].

<b>Virtapiirin jännitejärjestelmä tai nimelliskäännite</b>	<b>Koejännite (tasajännite) V</b>	<b>Eristysresistanssin minimiarvo MΩ</b>
SELV ja PELV	250	0,5
Enintään 500 V FELV mukaan luettuna	500	1,0
Yli 500 V	1000	1,0

#### 4.5.2 Jännitteisenä tehtävät mittaukset

Jännitteisenä tehtäviin mittauksiin kuuluu syötön automaattisen poiskytkennän toiminnan testaus, joka varmistetaan yleensä mittaamalla vikavirtapiirin impedanssi. Lisäksi jännitteisenä tehtäviin mittauksiin kuuluu vikavirtasuojan toiminnan testaus. [20, s. 26.]

Vikavirtapiirin impedanssin mittaaminen suoritetaan epäedullisimmaksi arvioidusta pisteestä. Nämä epäedulliset pisteet sijaitsevat yleensä pitkien ryhmäjohtojen päissä. Mittaustuloksia analysoimalla pystytään arvioimaan, tarvitseeko suorittaa lisää mittauksia vai pystytäänkö jo saatujen mittausten perusteella varmistumaan siitä, että poiskytkentä tapahtuu riittävän nopeasti kaikissa asennuksen osissa. Keskuksista mitatut arvot helpottavat tulevaisuudessa myös päätöksentekoa siitä, miten mahdolliset laajennukset ja lisäykset voidaan toteuttaa turvallisesti. TN-järjestelmässä vikavirtapiirin impedanssin on oltava riittävän

alhainen, jotta syötön poiskytkentä toimii standardien vaatimassa ajassa, mikä varmistaa järjestelmän turvallisuuden vikatilanteissa. [20, s. 27.]

Mittalaitteet mittaavat käytännössä vikavirtapiiriin impedanssin, ja tämän arvon perusteella lasketaan nimellisjännitteen avulla vikatilanteessa syntyvä oikosulkuvirta. Nykyajan testerit suorittavat tarvittavat laskutoimitukset automaattisesti ja ilmoittavat mittaustuloksen sekä silmukkaimpedanssi- että oikosulkuvirta-arvona. Saatua oikosulkuvirta-arvoa verrataan suojalaitteen taulukkoarvoon, joka edustaa suojalaitteen minimivaatimusta oikosulkuvirralla, jolla laite toimii vaaditussa ajassa. Näin varmistetaan, että suojalaite kytkeytyy pois päältä riittävän nopeasti vikatilanteissa. [20, s. 28.]

Normaalissa kiinteistön pienjänniteverkossa suojalaitteen toiminta-aika-arvoiksi on annettu kaksi vaihtoehtoa: 0,4 sekuntia ja 5 sekuntia. Johdonsuojakatkaisijan tapauksessa valitulla aika-arvolla ei ole merkitystä sikäli, että suojalaitteen edellyttämä oikosulkuvirta-arvo on sama molemmille aika-arvoille. Tämä tarkoittaa, että suojalaite toimii samalla minimivaatimuksella oikosulkuvirralla riippumatta valitusta toiminta-ajasta. [20, s. 28.] Kuvassa 15 esitetään pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot.

Nimellis- virta A	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	K ja G- tyypit 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	D-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
6	30	37,5	60	75	84	105	120	150
10	50	62,5	100	125	140	175	200	250
16	80	100	160	200	224	280	320	400
20	100	125	200	250	280	350	400	500
25	125	156,3	250	312,5	350	437,5	500	625
32	160	200	320	400	448	560	640	800
50	250	312,5	500	625	700	875	1000	1250
63	315	393,8	630	787,5	882	1102,5	1260	1575
80	400	500	800	1000	1120	1400	1600	2000
125	625	781,3	1250	1562,5	1750	2187,5	2500	3125

Kuva 15. Pienimmät johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot [20, s. 28].

Tulppa- ja kahvasulakkeiden kohdalla tilanne on erilainen kuin johdonsuojakatkaisijoilla. Lyhyemmän toiminta-ajan saavuttamiseksi tulppa- ja kahvasulakkeiden on vaadittava huomattavasti suurempi oikosulkuvirta verrattuna pidemmän toiminta-ajan vaatimukseen. Tämä tarkoittaa, että lyhyempään toiminta-aikaan vaadittava oikosulkuvirta on merkittävästi korkeampi, jotta sulake voi reagoida nopeasti vikatilanteessa. [20, s. 28.] Kuvassa 16 esitetään gG-sulakkeiden pienimmät toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot.

Nimellisvirta A	gG-sulake 0,4 s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	85	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35	287	359	165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10625	5100	6375

Kuva 16. Pienimmät gG-sulakkeiden toimintavirrat ja vaaditut mitatut arvot [20, s. 29].

Vikavirtasuojien toiminta pitää testata, jotta ne toimivat vikatilanteissa. Tarkastukseen sisältyy vikavirtasuojan testipainikkeen toiminnan tarkistus. Lisäksi on mittaamalla varmistettava, että laite toimii nimellistoimintavirrallaan käyttäen EN 61557-6 -standardin mukaista testilaitetta. Poiskytkentäaika on suositeltavaa mitata kaikissa tapauksissa, mutta se on aina mitattava seuraavissa tilanteissa:

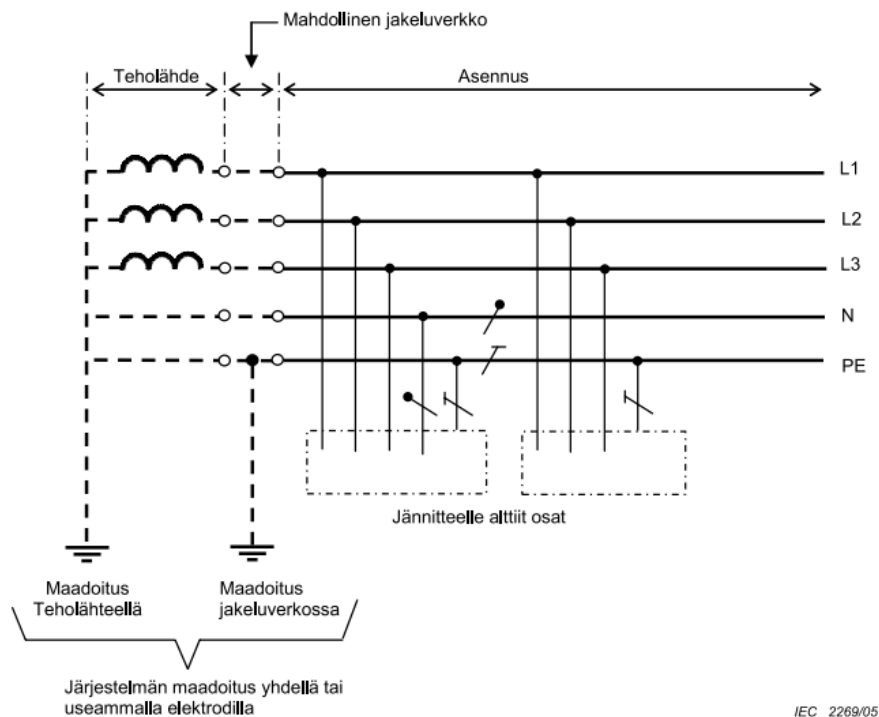
- Kun on aikaisemmin käytössä olleita vikavirtasuojia.

- Kun tehdään vanhojen asennusten muutos- ja laajennustöissä, joissa aiempia vikavirtasuojia hyödynnetään muutos- ja laajennusosien poiskytkentälaitteina.
- Kun vikavirtasuojaa käytetään sekä vikasuojaukseen että lisäsuojaukseen. [20, s. 29.]

#### 4.6 TN-järjestelmät

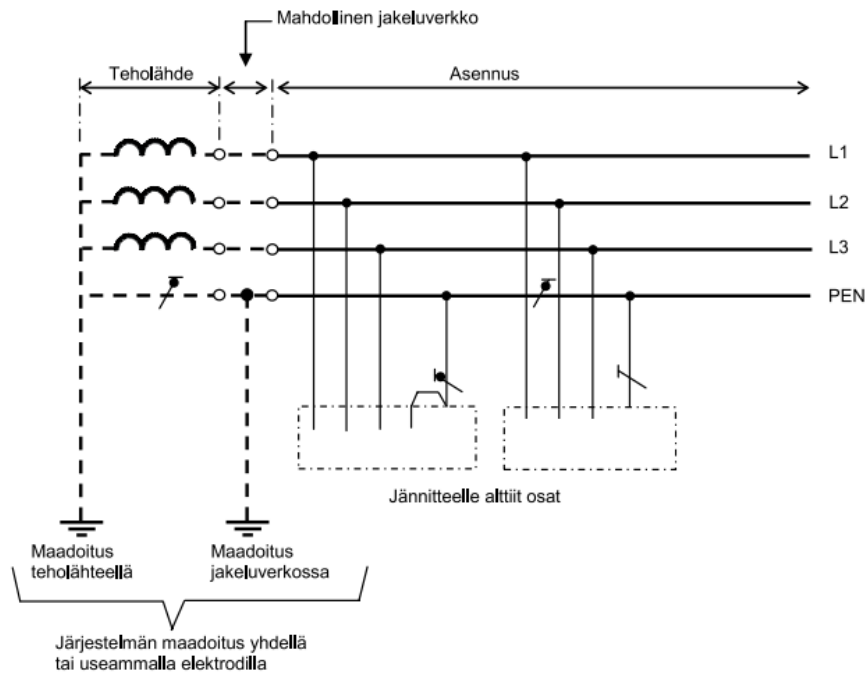
TN-järjestelmät ovat yleisimpiä sähköverkon kolmivaiheisista vaihtosähköjärjestelmiä, joita käytetään erityisesti teollisuus- ja asuinrakennusten sähköverkossa. TN-järjestelmiä on kolme eri tyyppiä: TN-S, TN-C ja TN-C-S.

TN-S-järjestelmässä on erilliset nolla- ja suojamaadoitusjohtimet koko järjestelmässä. Kuvassa 17 esitetään TN-S järjestelmä.



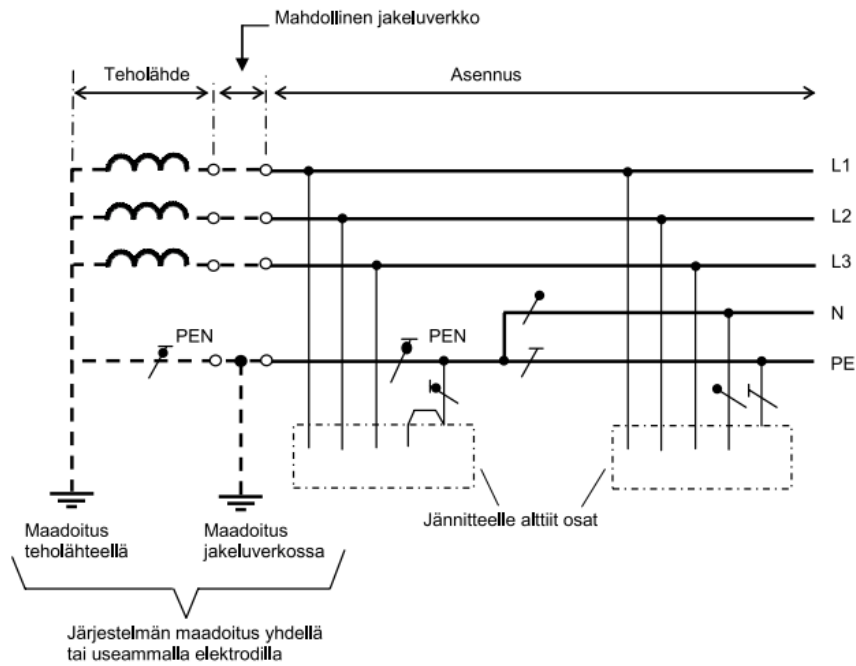
Kuva 17. TN-S-järjestelmä [22, s. 49].

TN-C-järjestelmässä on yhdistetty nolla- ja suojamaadoitusjohtimien toiminnot yhteen johtimeen koko järjestelmässä. Kuvassa 18 esitetään TN-C-järjestelmä.



Kuva 18. TN-C-järjestelmä [22, s. 51].

TN-C-S-järjestelmässä on yhdistetty yhteen nolla- ja suojamaadoitusjohtimien toiminnot osassa järjestelmää. Kuvassa 19 esitetään TN-C-S-järjestelmä.



Kuva 19. TN-C-S-järjestelmä [22, s. 50].

## 5 Kustannukset ja kesto

Linjasaneeraus ja sähkösaneeraus ovat taloyhtiöiden merkittäviä korjaushankkeita. Niiden kustannukset vaihtelevat huomattavasti kohteen koon, iän, kunnon ja remontin laajuuden mukaan.

Perinteisellä menetelmällä toteutetun linjasaneerauksen hinnan mediaani oli vuonna 2024 tehdyn Isännöintiliiton putkiremonttibarometrin mukaan koko maassa 832 euroa asuinneliötä kohden. Pääkaupunkiseudulla hinnat ovat kalliimpia kuin muualla Suomessa. [3, s. 31.] Kuvassa 20 esitetään linjasaneerauksien kokonaiskustannuksien mediaanit ja ala- ja yläkvartiilit Suomessa vuonna 2024.

	Mediaani	Alakvartiili	Yläkvartiili
Perinteinen toteutus, koko maa	832	677	1119
Perinteinen toteutus, PK-seutu	1038	890	1495
Perinteinen toteutus, Muu Suomi	690	552	743
Pelkkien käyttövesiputkien uusiminen, koko maa	180	145	336

Kuva 20. Hankkeiden kustannukset 2024 (€/asunneliö) [3, s. 31].

Sukitusmenetelmällä toteutettu linjasaneeraus voi usein olla perinteistä menetelmää edullisempi vaihtoehto. Esimerkiksi 40 asunnon, noin 2000 neliömetrin kerrostalon linjasaneeraus, joka sisältää suunnitelmien teon, vesijohtojen uusinnan ja viemäreiden sukituksen, on maksanut yhteensä 710 000 euroa. Tämä tarkoittaa noin 355 euroa neliömetriä kohti. [23.]

Sähkö saneerauksen kustannukset Suomessa vaihtelevat merkittävästi kohteen koon, iän, sähköjärjestelmän kunnon ja työn laajuuden mukaan. Sähkö saneerauksien kustannusarvio kerrostaloissa perustuu usein asuntojen määrään. Tyypillinen hintahaitari on 11 000–13 000 euroa per asunto. Esimerkiksi 40 asunnon taloyhtiössä kustannukset olisivat noin 440 000–520 000 euroa. [24.]

Nousujohtoremontti on yleensä hieman edullisempi vaihtoehto. Sen kustannukset ovat tyypillisesti noin 9 000–11 000 euroa per asunto. Tämä tarkoittaa esimerkiksi 40 asunnon taloyhtiössä noin 360 000–440 000 euron kustannuksia. [24.]

Linjasaneerauksen kesto voi olla perinteisellä menetelmällä 2–3 vuotta sisältäen suunnittelun, lupaprosessit ja varsinaisen rakentamisen [25]. Taloyhtiön sähkö saneerauksen kesto voi vaihdella muutamista viikoista useisiin kuukausiin [24].

## 6 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli luoda tutkielma, josta lukijalle selviää sähkö- ja linjasaneerauksen vaiheet. Työssä tutkittiin linjasaneerausta ja erityisesti siihen liittyvää sähkö saneerausta. Työn tuloksena syntyi tutkielma, josta lukija saa kattavan yleiskuvan linjasaneerauksen ja sähkö saneerauksen yleisimmistä työvaiheista.

Linjasaneeraus oli minulle jo ennen opinnäytetyötä melko tuttu aihe, sillä olin työskennellyt useamman vuoden linjasaneerauskohteissa sähköasentajana. Työskentelin asentajana myös opinnäytetyön teon aikana. Työmaalla ollessa ei kuitenkaan ole pystynyt kiinnittämään kaikkeen linjasaneerauksen vaiheisiin huomiota, niin tästä sai lisää tietoa niistä.

Työtä voivat hyödyntää rakennus- ja sähköalan ammattilaiset. Taloyhtiöiden päättäjät, joilla on edessä mahdollinen linjasaneeraus, voivat tällä työllä perehtyä siihen, mitä on edessä. Mielestäni onnistuin tavoitteissani.

## Lähteet

- 1 Mikä on linjasaneeraus? Verkkoaineisto. TeknoPlan. <<https://teknoplan.fi/mika-on-linjasaneeraus/>>. Luettu 1.10.2024.
- 2 Mitä taloyhtiön putkiremontista on hyvä tietää? 2020. Verkkoaineisto. Kiinteistölehti. <<https://www.kiinteistolehti.fi/kumppanisialto/mita-taloyhtion-putkiremontista-on-hyva->>. 22.9.2020. Luettu 1.10.2024.
- 3 Putkiremonttibarometrin tulokset 2024. Verkkoaineisto. Isännöintiliitto. <[https://www.isannointiliitto.fi/wp-content/uploads/2024/05/Putkiremonttibarometrin-tulokset-2024\\_embargo-PDF.pdf](https://www.isannointiliitto.fi/wp-content/uploads/2024/05/Putkiremonttibarometrin-tulokset-2024_embargo-PDF.pdf)>. 14.5.2024. Luettu 1.10.2024.
- 4 Mitä asbesti on? Verkkoaineisto. Asbesti. <<https://www.asbesti.fi/mita-asbesti-on/>>. Luettu 2.10.2024.
- 5 Purkutöiden pahin painajainen: Tämä rakennusalan ammattilaisen täytyy tietää krokidoliitista. Verkkoaineisto. Suomenasbestitekniikka. <<https://suomenasbestitekniikka.fi/purkutoiden-pahin-painajainen-tama-rakennusalan-ammattilaisen-taytyy-tietaa-krokidoliitista/>>. Luettu 2.10.2024.
- 6 Asbestia sisältävien rakenteiden purku. 2010. Ratu 82–0347. Rakennustieto.
- 7 Tietoa viemäreistä. Verkkoaineisto. Drainman. <<https://drainman.fi/tietoa-viemareista/>>. Luettu 3.10.2024.
- 8 Taloyhtiön käyttövesijärjestelmä. Verkkoaineisto. Ilmastoinfo. <<https://ilmastoinfo.hsy.fi/verkkokurssit/energiaekspertti/lessons/vesi-2/topics/taloyhtion-kayttovesijarjestelma/>>. Luettu 3.10.2024.
- 9 Käyttövesijärjestelmä. Verkkoaineisto. Ilmastoinfo. <<https://ilmastoinfo.hsy.fi/verkkokurssit/vuokralaisen-energiaeksperttikurssi/lessons/vesi-3/topics/kayttovesijarjestelma/>>. Luettu 3.10.2024.
- 10 Käyttövesiputkien käyttöikä: Opas ja ohjeet. Verkkoaineisto. Lämpöoptimi. <<https://lampooptimi.fi/kayttovesiputkien-kayttoika-opas-ja-ohjeet/>>. Luettu 3.10.2024.
- 11 Huoneistokohtaista vedenmittausta ja laskutusta koskeva lakiuudistus. Verkkoaineisto. Motiva. <[https://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/energia-tehokas\\_taloyhtio/vesi\\_ja\\_vedenkulutus/vedenkulutusmittauksen\\_lakiuudistus](https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/energia-tehokas_taloyhtio/vesi_ja_vedenkulutus/vedenkulutusmittauksen_lakiuudistus)>. Luettu 4.10.2024.

- 12 Painovoimainen ilmanvaihto. Verkkoaineisto. Hengitysliitto. <<https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/ilmanvaihto/ilmanvaihtojarjestelmat/painovoimainen-ilmanvaihto-2-2/>>. Luettu 4.10.2024.
- 13 Ilmanvaihto. Verkkoaineisto. Omaurakka. <<https://www.omaurakka.fi/urakat/rakennuspalvelut/talotekniikka/ilmanvaihto>>. Luettu 5.10.2024.
- 14 Työmaan sähköistys. 2003. Kone-Ratu 02-3037. Rakennustieto.
- 15 Teho työmaakeskukset. Verkkoaineisto. Vohek. <[https://www.vohek.fi/teho+tyomaakeskukset?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjw3624BhBAEiwAkxgTOMkkK63Et2SQo1pdB8LbVq49y3lQcJ6kGnrH5HBie2ORR-SizBZPp5RoCzbMQAvD\\_BwE](https://www.vohek.fi/teho+tyomaakeskukset?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw3624BhBAEiwAkxgTOMkkK63Et2SQo1pdB8LbVq49y3lQcJ6kGnrH5HBie2ORR-SizBZPp5RoCzbMQAvD_BwE)>. Luettu 7.10.2024.
- 16 SFS-EN 61439-3. 2013. Pienjännitekeskukset. Suomen Standardisoimisliitto.
- 17 Palovaroittimien vaatimukset, sijoittaminen ja kunnossapito. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/pelastustoimen-laitteet/palovaroittimet#7d59dee4>>. Luettu 20.10.2024.
- 18 SFS 6000-7-703:2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 7–703: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Saunat. Suomen Standardisoimisliitto.
- 19 Tämän haluat tietää erilaisista sähkökeskuksista. Verkkoaineisto. UTU. <<https://www.utugroup.com/fi/uutiset/taman-haluat-tietaa-erilaisista-sahkokeskuksista/>>. Luettu 14.10.2024.
- 20 Kauppila, Jenna; Saarelainen, Kimmo & Ylinen, Timo. 2023. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. 5. uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo oy.
- 21 SFS 6000-6:2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset. Suomen Standardisoimisliitto.
- 22 SFS 6000-1:2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: Perusperiaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. Suomen Standardisoimisliitto.
- 23 Linjasaneeraus. Verkkoaineisto. Virra. <<https://virra.fi/mita-teemme/linjasaneeraus/>>. Luettu 20.10.2024.
- 24 Grönberg, Teemu. 2024. Kaikki, mitä sinun tulee tietää taloyhtiön sähköremontista. Verkkoaineisto. Sustera. <<https://sustera.fi/ajankoh-taista/blogi/taloyhtion-sahkoremontti/>>. 25.6.2024. Luettu 22.10.2024.

- 25 Weber linjasaneeraus. Verkkoaineisto. Weber. <<https://www.fi.weber/weber-linjasaneeraus>>. Luettu 22.10.2024.