

Ville Supperi

## **KIINTEISTÖMUUNTAMON SANEERAUS**

# **KIINTEISTÖMUUNTAMON SANEERAUS**

Ville Supperi  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Sähkötekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Sähkötekniikka, sähkövoimatekniikka

---

Tekijä: Ville Supperi

Opinnäytetyön nimi: Kiinteistömuuntamon saneeraus

Työn ohjaaja: Pekka Rantala

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2017 Sivumäärä: 39 + 2 liitettä

---

Opinnäytetyön aiheena on kiinteistömuuntamon saneeraus. Tavoitteena oli saneerata Oulussa sijaitsevan verkonhaltijan kiinteistömuuntamo ja sen pohjalta laatia kiinteistömuuntamosaneerauksen työohje. Työohje kuvaa kiinteistömuuntamosaneerauksen työvaiheet.

Opinnäytetyössä on havainnollistettu muuntamoiden roolia sähkönjakelun kannalta. Työssä käydään myös läpi kiinteistömuuntamon suunnitteluperusteita sekä muuntamotyöhön liittyviä määräyksiä ja ohjeita. Näiden pohjalta on koottu aineisto työn teoriaosaan. Itse työ suoritettiin siten, että ensin saneerattiin kohdemuuntamo ja tehdyn työn pohjalta kirjoitettiin kiinteistömuuntamotyön työohje.

Opinnäytetyön tuloksena tuotettiin kiinteistömuuntamosaneerauksen työohje. Työohje on opinnäytetyön liitteenä ja se on tarkoitettu käytettäväksi muuntamotyötä tekeville sähköasentajille. Opinnäytetyö tehtiin Oulun Energia Urakointi Oy:lle.

---

Asiasanat: kiinteistö, muuntamo, kiinteistömuuntamo, saneeraus, sähkötekniikka, sähkönjakelu.

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Electrical engineering, Electrical power engineering

---

Author: Ville Supperi

Title of thesis: Property transformer substation's renovation.

Supervisor: Pekka Rantala

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2017 Pages: 39 + 2 appendices

---

All around the city of Oulu, there are more and more soon to be out of date indoor transformer substations. To tackle this problem more efficiently Oulun Energia Urakointi Oy came up with an idea to create working instructions to renovate these substations. Therefore, Oulun Energia Urakointi Oy is the assigner of this thesis. Objective of the thesis is to produce working instructions for property transformer substation's renovation.

Theory part of the thesis includes how electricity is distributed and what role do transformers play in the distribution. Different kinds of standards and requirements are also included in the theory part. The real part of the thesis includes renovation of the old property transformer substation and the working instructions for the renovation. The instructions are written based on the actual renovation that took place in spring 2017.

The result of this thesis is a functioning working instruction for property transformer substation's renovation. The working instruction is meant to be used by electricians.

---

Keywords: Electrical engineering, transformer substation, renovation.

## **ALKULAUSE**

Suuri kiitos Oulun Energia Urakointi Oy:lle mahdollisuudesta työskennellä kanssanne ja työn ohella saattaa opinpolku loppupuolelle. Kiitos työnjohdolle Olli Aikiolle, Reino Nygårdille ja Merja Pirilälle sekä työporukalle Erkkä Kokolle ja Tomi Syrjälälle, joita ilman tämä työ ei olisi ollut mahdollista.

Oulussa 8.6.2017

Ville Supperi

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
1 JOHDANTO	7
2 SÄHKÖNJAKELU	8
2.1 Sähköverkko	8
2.2 Kiinteistömuuntamo	9
3 SUUNNITTELUPERUSTEET JA TURVALLISUUS	12
3.1 Muuntamotila rakennuksessa	12
3.1.1 Tilantarve	12
3.1.2 Rakennus- ja palotekniset vaatimukset	13
3.1.3 Valokaarioikosulku	14
3.1.4 Ilmanvaihto	14
3.1.5 Muut rakenteelliset vaatimukset	16
3.2 Asbesti	17
3.3 Tulityö	18
4 KIINTEISTÖMUUNTAMON SANEERAUS	20
4.1 Uusittavat osat	20
4.2 Työvaiheet	20
4.2.1 Alkutoimet sekä korvaava syöttö	21
4.2.2 Purkamisvaihe	22
4.2.3 Uusien osien asentaminen	28
4.2.4 Lopputoimet	38
5 LOPPUSANAT	40
LÄHTEET	41
LIITTEET	
Liite 1 Kiinteistömuuntamosaneerauksen työohje	
Liite 2 KytKentäsuunnitelma	

# 1 JOHDANTO

Oulun kaupungin alueella on suuri määrä kohta käyttöaikansa loppupuolella olevia kiinteistömuuntamoita, jotka on tarkoitus saneerata lähivuosina. Opinnäytetyön aihe on kiinteistömuuntamon saneeraus. Työn tavoite on saada kohde muuntamon saneeraustyö suoritettua turvallisesti ja sen perusteella kirjoittaa kiinteistömuuntamosaneerauksen yleinen työohje. Työohjeen tarkoitus on käydä läpi muuntamosaneerauksen vaiheet ja mitä ne pitävät sisällään. Työohjeen tarkoitus on helpottaa urakkaa, joka Oulun Energialla on.

Opinnäytetyö tehtiin Oulun Energia Urakointi Oy:n infrarakentamisen puolelle. Urakointi Oy kuuluu Oulun Energia -konserniin. Työn tilasi Oulun Energia Siirto ja Jakelu Oy, joka omistaa ja hallinnoi sähköverkkoa Oulun alueella, jossa opinnäytetyön suorituspaikka sijaitsee. Kuvassa 1 on havainnollistettu Oulun Energian organisaatio.



KUVA 1. Oulun Energia -konserni (1)

## 2 SÄHKÖNJAKELU

Sähköenergiaa tuotetaan erilaisissa voimalaitoksissa. Vesivoimalat vaativat virtaavan veden lähettyvilleen ja lämpövoimalat vaativat suuria määriä lauhdevettä. Yleensä voimalaitokset joudutaan sijoittamaan siten, että sähkön tuotanto ja kulutus sijaitsevat eri paikoissa. Tästä syystä tuotanto ja kulutus täytyy yhdistää toisiinsa sähköverkolla. (2.)

### 2.1 Sähköverkko

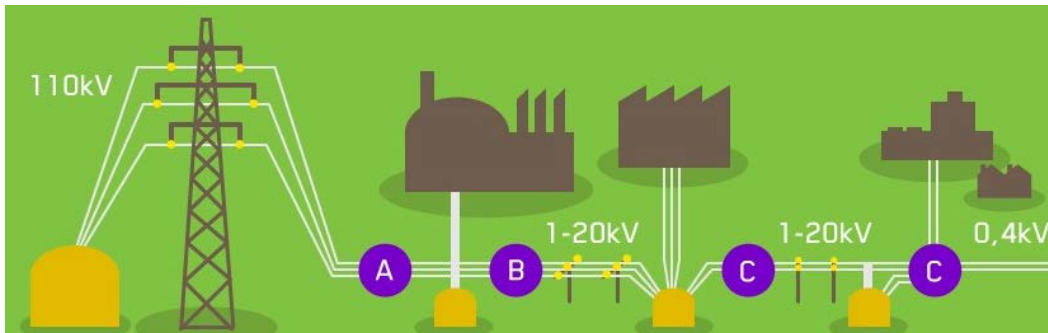
Sähköverkon tyyppi voi olla siirto- tai jakeluverkko riippuen sen jännitetasosta ja rakenteesta. Suurjännitteiset johdot kuuluvat siirtoverkkoihin. Näitä jännitteitä ovat 400, 220 ja 110 kV. Siirtoverkko yhdistää voimalaitokset toisiinsa ja sitä pitkin sähköenergia viedään kulutusalueille. Jakeluverkko on pienijännitteisempi. Jakeluverkossa jännitetaso on tavallisesti 10 - 20 kV. Kulutusalueilla sähköenergia siirretään jakeluverkkoa pitkin. (2)

Jotta sähköenergiaa saadaan siirrettyä voimalaitoksilta eteenpäin, sitä täytyy muuntaa verkkoon sopivaksi. Muuntaminen tapahtuu muuntamoissa. Muuntamo on se rakennelma tai alue, jossa muuntaja muuttaa jännitettä. Jakelumuuntamo on kokonaisuus, johon sisältyy keskijännitekojeisto, muuntaja ja pienjännitekeskus. Muuntaja yhdistyy keskijänniteverkkoon keskijännitekojeiston kautta. Keskijännitekojeisto vie jännitteen muuntajalle, joka laskee jännitteen ja jakaa sen kuluttajille pienjännitekeskuksen kautta. Muuntajan päätehtävä on siis nostaa tai laskea jännite halutulle tasolle. Muuntajan toiminta perustuu sähkömagnetismiin, jossa muutettava virta tai jännite muunnetaan erisuuruiseksi mutta saman taajuiseksi virraksi tai jännitteeksi magneettivuon avulla. (3)

Kuvan 2 kohdassa A voimalaitos tuottaa energiaa, joka muunnetaan valtakunnanverkkoon sopivaksi. Valtakunnan verkon jännitetaso on tavallisesti 110–400 kV. Kohdassa B sähköasema muuntaa jännitteen pienemmäksi ja yhdistää kaksi erijännitteistä verkkoa yhteen. Verkon jännite on 1–20 kV riippuen verkonhaltijasta ja sijainnista. Kohdassa C jännitetaso muunnetaan vielä kertaalleen



pienemmäksi, jotta se sopii kuluttajalle. Verkon jännitetaso on muunnon jälkeen 400 V. (4.)



KUVA 2. Sähköverkon rakenne (5)

Jakeluverkon rakenne vaihtelee alueittain. Muuntamon tyyppi valitaan alueen kaapeloinnin mukaan. Muuntamoita on kolmenlaisia: pylväs-, puisto- ja kiinteistömuuntamo. Jos keski- ja pienjännitejohdot ovat ilmajohtoja, käytetään pylväsmuuntamo. Pylväsmuuntamo on hyvin yksinkertainen muuntamo, joka sijoitetaan pylvääseen. Ilmajohtoja käytetään edelleenkin paljon Suomessa. Teollisuusalueilla, pientalovaltaisilla alueilla ja pienten kerrostalo/rivitaloalueiden ulkolaidoilla käytetään vielä ilmajohtoja. Ilmajohtojen asennus on paljon halvempaa verrattuna maakaapeleiden käyttöön. Ilmajohdot ovat alttiimpia ympäristön vaikutuksille, mikä laskee niiden käyttövarmuutta. Jos keski- ja pienjännitejohdot ovat kaapeloidut, käytetään puistomuuntamo. Puistomuuntamo on erillinen rakennelma, jossa on sisällä vain muuntamoon kuuluvat osat. Jos keskijännitejohdot ovat ilmajohtoja ja pienjännitejohdot maakaapeloitu, voidaan käyttää joko pylväs- tai puistomuuntamo. Harvaan asutuilla alueilla ei usein käytetä kiinteistö- tai puistomuuntamoita vaan pylväsmuuntamoita. (6.)

## 2.2 Kiinteistömuuntamo

Kiinteistömuuntamo on hyvin samankaltainen kuin puistomuuntamo. Ero on se, että kiinteistömuuntamo sijoitetaan kiinteistöön, jossa tapahtuu muutakin toimintaa jännitteenmuuntamisen lisäksi. Kiinteistömuuntamoissa syntyvät melu-,

magneettikenttä- ja palovaarahaitat ovat suurempia kuin puistomuuntamoissa. Myös erilaisten häiriöiden hallinta ja korjaus ovat vaikeampia kiinteistömuuntamoissa. Taajamissa ei aina voida valita puistomuuntamo, vaan muuntamoita on pakko sijoittaa myös kiinteistöihin. Jos näin on, pyritään muuntamo sijoittamaan joko erilliseen ulkorakennukseen tai teknisiin tiloihin. Maantasolla oleva muuntamo on helpoin ratkaisu. Silloin muuntamon osien, kuten muuntajan, keskijännitekojeiston ja pienjännitekeskuksen kuljettaminen tiloihin helpottuu ja siellä käyvän henkilöstön on vaivattomampi siirtyä muuntamotiloihin. Kaupungeissa, eritoten keskustassa muuntamon kellarisijoitukselta ei aina voi välttyä. Niissä tapauksissa kulkureitteihin tulee kiinnittää erityistä huomiota. Rakennukseen sijoitettavalle muuntamotilalle asetetaan useita erilaisia vaatimuksia. Näitä vaatimuksia ovat muun muassa

- rakennus- ja palotekniset vaatimukset
- valokaarioikosulusta johtuvat vaatimukset
- häviölämmön poisto
- tilantarve
- muut rakenteelliset vaatimukset. (7.)

Kiinteistömuuntamo koostuu seuraavista osista: keskijännitekojeisto, pienjännitekeskus, muuntaja, liittymis- ja välikaapelit, valaistus ja joissain tapauksissa ilmanvaihtokone. Kiinteistömuuntamo osineen on näkyvillä kuvassa 3. Vasemmalla edessä on muuntaja ja sen öljykaukalo. Vasemmalla takana on pienjännitekeskus ja kuvassa oikealla on keskijännitekojeisto.



*KUVA 3. Kiinteistömuuntamo*

Lisäksi muuntamotilassa pitää olla pääkaavio, maadoituskaavio, hätänumero, muuntamon tunnus, SFS 6002 mukaiset merkinnät ja kilvet ja seuraavat turvallisuuskilvet tilapäisiä töitä varten:

- 2 - 3 kpl älä kytke, työt käynnissä -kilpiä
- 2 kpl jännitteinen-kilpiä
- pääsy sivullisilta kielletty -kilpi. (7.)

### **3 SUUNNITTELUPERUSTEET JA TURVALLISUUS**

Kuten kaikkia sähköasennuksia, muuntamotöitä on säädelty erilaisin standardein, lainsäädännöin ja ohjeiden avulla. Näiden tarkoitus on taata turvallinen työympäristö ja oikeaoppinen työskentely.

Alla olevassa luettelossa on esitelty tärkeimmät muuntamotyöhön liittyvät lainsäädännöt, KTM:n päätökset sekä sähköasennusstandardit ja muut ohjeet.

Lainsäädäntö:

- sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135
- KTM/TEMP Sähköalan työt 516/1996
- KTM/TEMP Sähkölaitteistojen käyttöönotto ja käyttö 517/1996
- KTM/TEMP Sähkölaitteistojen turvallisuus 1193/1999

Standardit:

- SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset
- SFS-EN 61439 Pienjännitekeskukset, Osa 1: Yleiset vaatimukset ja Osa 5: Jakeluverkkokeskukset
- SFS-EN 62271-202 Tehdasvalmisteiset jakelumuuntamot
- SFS 6001 Suurjännitesähköasennukset
- SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus. (7.)

#### **3.1 Muuntamotila rakennuksessa**

##### **3.1.1 Tilantarve**

Muuntamotilan koko riippuu siellä käytettävistä muuntajista ja kojeistoista. Muuntamotilan tulee olla sellaisessa paikassa, että se on jakeluverkon kannalta järkevä. Tilaan on myös pystyttävä kuljettamaan muuntamokojeistot. Tästä johdun kulkureitin vähimmäismittojen tulisi olla pituus 2000 mm, leveys 1100 mm ja korkeus 2100 mm. Lisäksi kulkureitin pitää sietää 3700kg:n paino. Itse muuntamotilan huonekorkeuden tulee olla vähintään 2500 mm. Kaapelikanavalle tulee varata tilaa 800 mm syvyys suunnassa ja sen pitää olla mahdollisimman lyhyt ja suora. (8.)

### 3.1.2 Rakennus- ja palotekniset vaatimukset

Ympäristöministeriö on antanut julkaisussa ”E1 Rakennusten paloturvallisuus” vaatimukset, jotka rakennukseen sijoitettavan muuntamon tulee täyttää. Nämä vaatimukset perustuvat muuntamossa sijaitsevien palavien aineiden ja ympäröivien rakenteiden palokuorman suuruuteen sekä rakennuksen paloluokitukseen. Rakennuksen paloluokitus voi olla joko P1, P2 tai P3, joista P1 on kaikista vaativin luokitus. Kaikkein suurin vaikutus palokuorman määrään kiinteistömuuntamossa on muuntajan eristyneellä, joka luokan O1 muuntajissa yleensä on muuntajaöljy. Taulukosta 1 nähdään paloluokan P1 vaaditut palotekniset vaatimukset. (9.)

*TAULUKKO 1. Kantavien ja osasitovien rakennusosien luokkavaatimukset O1 eristysnesteellä sisältävän muuntajan sekä F0 luokan kuivaeristeisen muuntajan ja kojeiston huonetilalle P1 paloluokan rakennuksessa (9)*

Kerrosten lukumäärä	O1 luokan eristysnesteellä		F0 luokan kuivamuuntaja	
	Kantavien rakennusosien vaatimukset	Osasitovien rakennusosien vaatimukset	Kantavien rakennusosien vaatimukset	Osasitovien rakennusosien vaatimukset
Enintään 2	R 120	EI 120	R 60	EI 60
3–8 tai kellaritaso	R 180	EI 180	R 60	EI 60
Yli 8 tai 1. kellaritason alapuolella	R 240	EI 120	R 120	EI 120

*Taulukossa R on kantavuus, EI eristävyys ja tiiveys. Lukuarvo on palon kestävyys minuutteina.*

### 3.1.3 Valokaarioikosulku

Muuntamotilassa voi syntyä häiriötila, josta seuraa valokaarioikosulku. Oikosulku tarkoittaa kahden sähköjohtimen kosketusta tilanteessa, jossa niiden ei kuuluisi muodostaa sähköä johtavaa yhteyttä. Oikosulkuutilanteessa kaksi eri potentiaalissa olevaa osaa muodostavat yhteyden pienen impedanssin kautta. Oikosulussa virta voi kasvaa vaarallisen isoksi ja aiheuttaa ylikuumenemisen, mikä voi johtaa tulipaloon tai jopa räjähdykseen. Valokaarioikosulku synnyttää painevaikutuksen, joka voi vahingoittaa ympäröiviä rakenteita. Tästä johtuen muuntamotiloille on asetettu vaatimuksia erilaisille rakennusmateriaaleille valokaarioikosulun painevaikutuksen varalle, mitkä on esitelty taulukossa 2. (7.)

*TAULUKKO 2. Seinärakenteen mitoitus valokaarioikosulun varalle (7)*

Rakenne	Seinän paksuus mm
Betoni	120
Tiili	130
Kevytbetoniharkko	290

### 3.1.4 Ilmanvaihto

Standardi SFS 6001 suosittelee muuntamoille luonnollista ilmanvaihtoa, missä tilaan tehdyistä aukoista virtaava ilma jäädyttää muuntamotilaa. Tämä on kuitenkin mahdollista yleensä vain puistomuuntamoilla ja pienillä kiinteistömuuntamoilla. Kokemuksen perusteella voidaan todeta luonnollisen ilmanvaihdon riittävän vain pienillä noin 500–800 kVA:n muuntajilla. (7.)

Rakennuksiin sijoitettavissa muuntamoissa on usein tarve käyttää koneellista ilmanvaihtoa, varsinkin jos kuormitushuippu on kesäisin tai se on jatkuvasti suuri. Ilmanvaihdon kannalta ei ole väliä toteutetaanko se sisään vai ulos puhalluksella, mutta jos halutaan välttyä ylimääräiseltä likaantumiselta, suositellaan

sisään puhallusta. Tuloilma suositellaan otettavaksi mahdollisimman vähäpölyisestä paikasta ja sen virtaus tulisi suunnata muuntajan alaosaan. Tarvittava tuloilma voidaan laskea kokemusperäisellä yhtälöllä, joka on esitelty kaavassa 1. (7.)

Koneellisen ilmanvaihdon määrä lasketaan kaavalla 1. (7)

$$V = 0,78 * Ph / \Delta t$$

KAAVA 1.

$V$  = Tarvittava jäähdytysilma määrä ( $m^3/s$ )

$Ph$  = kokonaishäviöt mitoitusteholla (kW)

$\Delta t$  = tulo- ja poistoilman lämpötilaero ( $^{\circ}C$ )

Taulukossa 3 on vielä esitelty laskettuja poistoilmanmääriä eri kokoisille muuntajille. Kaavaa käytettäessä voidaan lämpötilaero valita kuormitushuippujen mukaan seuraavasti:

$\Delta t = 20^{\circ}C$ , kuormituksen huippu talvella

$\Delta t = 10^{\circ}C$ , kuormituksen huippu kesällä

TAULUKKO 3. Muuntamosta poistettavan ilman määrä koneellisessa ilmanvaihdossa. (7)

Muuntajan teho [kVA]	Poistettavan ilman määrä [ $m^3/h$ ]	
	$\Delta t = 20^{\circ}C$	$\Delta t = 10^{\circ}C$
800	1200	2300
1000	1400	2800
1250	1600	3100
1600	1900	3900

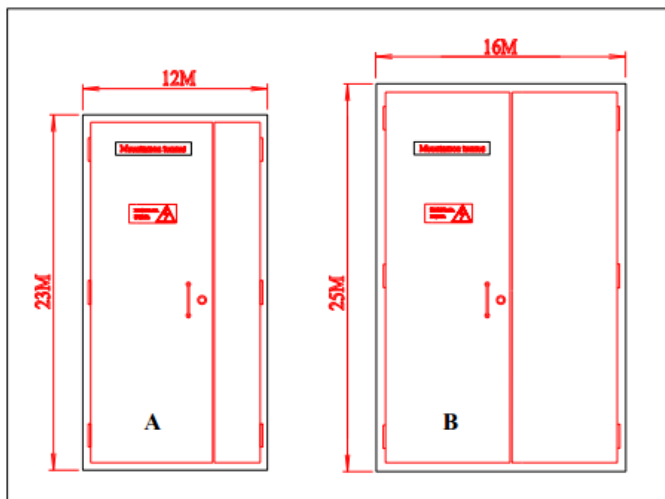
### 3.1.5 Muut rakenteelliset vaatimukset

Kaikkien muiden vaatimusten lisäksi kiinteistömuuntamotilan suunnittelussa pitää ottaa huomioon myös seuraavia asioita. Muuntamotilaan sijoitettavat kaapelikanavat vaativat tilaa 700–1000 mm lattiatason alapuolelle. Tilaan tulee pystyä siirtämään kappale, jonka mitat ovat seuraavat: pituus 2500 mm, leveys 1100 mm ja korkeus 2200 mm. Muuntajan eristysnesteen valuminen ulos tilasta on estettävä.

Kiinteistömuuntamotilan läpi ei saa tuoda putkia, kaapeleita tai muita osia, jotka eivät liity tilan käyttöön. Muuntamotilaan ei saa päästä vettä. Muuntamotila tulisi lähtökohtaisesti sijoittaa maan tasalle. Reitti muuntamotilaan tulisi suunnitella siten, että sinne kuuluvat laitteet on helppo kuljettaa paikoilleen ja asianosaisen henkilöstön kulku tiloihin on vaivatonta. (7.)

Valaistus tulee järjestää siten, että lamppujen ja muiden osien vaihto voidaan suorittaa sähkötyöturvallisuusvaatimusten mukaisesti. Suositeltavaa on myös, että valaistus olisi automatisoitu tai valokytkin sijoitettu tilan oven läheisyyteen. Muuntamon oville on myös asetettu omat vaatimukset. Oven pitää avautua ulospäin ja se on voitava avata sisältä käsin ilman avaimia. Ovi tulee varustaa verkonhaltijan kiinteillä muuntamosarjan lukoilla ja siinä tulee olla vedin sisä- ja ulkopuolella. Oven ulkopuolelle tulee kiinnittää standardin SFS-EN ISO 7010 mukainen hengenvaarasta varoittava kilpi sekä verkonhaltijan käyttämä muuntamon tunnuskilpi, mistä ilmenee muuntamon tunnus sekä nimi. Muuntamotilan ovien mitat on ilmaistu kuvassa 4. (7.)





KUVA 4. Muuntamotilan ovien mitat ( $M = 100 \text{ mm}$ ). (7)

### 3.2 Asbesti

Asbesti on kuitumainen aine, jolla on hyvä mekaaninen ja kemiallinen kestävyys. Kuidut ovat niin pieniä, että hengitettäessä niitä ne kulkeutuvat keuhkoihin ja varastoituvat sinne. Kuitujen pitkäaikainen hengitys voi aiheuttaa syöpää, vaikka oireilu alkaakin yleensä vasta vuosien kuluttua. Asbestikuidun rakenne on esitelty kuvassa 5. Suomessa asbestia on käytetty monenlaisena eristeenä ja tasoitteena, erityisesti vuosina 1963 -1979. Suhtautuminen asbestiin on tiukentunut ja sen purkaminen on ollut luvanvaraista vuodesta 1988 asti. (10.)



KUVA 5. Asbestikuitua (11)

Rakennuttaja, urakoitsija tai muu taho, joka ohjaa tai valvoo rakennushanketta, on velvollinen teettämään asbestipurkutyötä varten asbestikartoituksen. Jos edellä mainittua ei ole, sen hoitaa tilaaja. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että

kaikissa ennen vuotta 1994 valmistuneissa rakennuksissa tulee varmistua, ettei purettavat rakenteet sisällä asbestia. (10.)

Korjaushankkeissa tulee selvittää sisältävätkö purettavat tai poistettavat rakenteet asbestia. Lähtökohtana on tieto siitä, sisältävätkö käytettävät ja käsiteltävät rakennusmateriaalit asbestia. Ellei asbestipitoisuuksista muulla tavoin saada varmuutta, tehdään käsiteltävälle materiaalille laboratorioanalyysi. Jos laboratorioanalyysikään ei anna luotettavaa varmuutta asbestipitoisuuksista, on työ tehtävä asbestipurkutyönä. Asbestikartoituksessa tarkoitus on selvittää niiden rakennusmateriaalien, joissa asbestia on, sijainti, laatu ja määrä. Paikat merkitään rakennuspiirustuksiin ja työselostuksiin. Kartoituksessa on käytävä ilmi, miten asbestipitoisuus on todettu. (10.)

Asbestikartoituksen saa suorittaa vain sellainen henkilö, joka on perehdytetty asbestin purkamiseen ja jolla on riittävä ammattitaito riippuen kartoituksen laadusta ja laajuudesta. Kartoittajan pätevyys voidaan osoittaa muun muassa erilaisin koulutuksin tai rakennusterveysasiantuntijan lausunnolla. (10.)

### **3.3 Tulityö**

Työ, joka voi aiheuttaa palovaaran kipinöimällä, liekillä tai muulla lämpöä aiheuttavalla tavalla on tulityötä. Tulityötä ovat muun muassa hitsaus, metallien katkaisu laikkaleikkaimella ja avoliekillä tehtävät työt.

Tulitöitä saa tehdä ainoastaan sille merkatulla tulityöpaikalla. Erilaisia tulityöpaikkoja ovat vakituinen ja tilapäinen tulityöpaikka. Tulityöt tulisi suorittaa aina vakituisella tulityöpaikalla, jos se on mahdollista. Vakituisella tulityöpaikalla ei vaadita tulityökorttia ja tulityölupaa. Vakituinen tulityöpaikka on suunniteltu tulitöitä varten ja siltä vaaditaan seuraavia asioita:

- Tulityöpaikan rakenteiden tulee olla palamattomia.
- Kipinät ja roiskeet eivät pääse kulkeutumaan pois työtilasta.
- Tulityötilassa tulee olla ainakin kaksi 43A 183BC tehoista käsisammutinta.

- Tulityöpaikalla ei saa olla sinne kuulumatonta palavaa materiaalia.
- Tulityöpaikalla ei saa säilyttää palavia nesteitä, eikä sieltä saa olla yhteyttä tilaan, jossa voi olla palavia kaasuja.

Tilapäisellä tulityöpaikalla tulitöitä saa tehdä vain, kun se ei ole mahdollista vakituisella tulityöpaikalla. Tilapäiseltä tulityöpaikalta vaaditaan seuraavia asioita:

- Tulityöntekijällä on voimassa oleva tulityöskentelykortti.
- Tulityöntekijällä on kirjallinen tulityölupa. Sen myöntää työsuunnitelmassa nimetty henkilö. Tulityölupa on määräaikainen.
- Tulityöntekijän tulee noudattaa tulitöissä edellytettäviä turvatoimia koko tulityöskentelyprosessin ajan. (12)

## 4 KIINTEISTÖMUUNTAMON SANEERAUS

Saneeraustyö suoritettiin muuntamolle M516. Muuntamo M516 sijaitsee Oulussa, Tuiran kaupunginosassa. Tarkka osoite on Kuivastie 12. Muuntamon muuntajan valmistusvuosi oli 1977. Teholtaan muuntaja oli 800 kVA ja se painoi kokonaisuudessaan 2900kg.

### 4.1 Uusittavat osat

Tilasta poistettiin vanha muuntaja, muuntajan välikaapelit pienjännite- ja keski-jännitekojeistoon, keski-jännitekojeisto erottimiseen, pienjännitekeskus, valaisimet, vanhat kiskot ja vanhoja laitteita suojaavat metalliset kehikot.

Muuntamonsaneeraus vaatii juuri sen verran uusia tarvikkeita ja osia, mitä muuntamotilasta saneerataan. Tässä työssä tarvittiin seuraavat tarvikkeet: muuntaja, keski-jännitekojeisto, pienjännitekeskus, öljykaukalo, valaisimet ja niiden kytkimet sekä liiketunnistin, katon eristelevyt, uusia kilpiä, kaapelikiskoja sekä kaapelit muuntajalta pienjännitepuolelle (12+2 kpl AXMK 300 mm<sup>2</sup>) ja keski-jännitepuolelle (3 kpl HXCMK 35/16 mm<sup>2</sup>). Vanhoista muuntamon osista säästettiin maadoituskisko ja ilmanvaihtokone. Ilmanvaihtokoneelle asennettiin lisäksi turvakytkin ja lämpörele.

Työn tekeminen vaatii sähköasentajan työkalut. Sisältää muun muassa puristimia, meisseleitä, kuorintapihtejä, kuorimaveitsiä, kuusiokoloavaimia ja jännitteenkoettimen ja yleismittareita. Lisäksi tarvitaan tulityövälineet, työmaadoitin, yleismittari, työmaavalaisimia, akkukoneita ja kulmahiomakone.

### 4.2 Työvaiheet

Työ voidaan jakaa karkeasti neljään vaiheeseen: alkutoimiin, purkamiseen, uusien muuntamon osien rakentamiseen ja lopputoimiin. Alkutoimissa valmistaudutaan saneeraukseen. Työmaahan tutustutaan ja työ suunnitellaan. Purkamisvaiheessa tilasta poistetaan vanhat korvattavat osat. Uusien osien rakentamisessa suoritetaan uuden muuntamon rakennus. Lopputoimet ovat viimeistelyvaihe, jossa hoidetaan muun muassa siivoilu ja merkinnät. Työmaan päätteeksi

suoritetaan vielä loppudokumentointi. Dokumentoinnissa kirjataan kaikki verkonmuutos- ja sähkötyöt, mitä työmaalla on tehty. Työmaalla edetään käyttökeskuksen tekemän kytkentäsuunnitelman mukaan. KytKentäsuunnitelma löytyy liitteestä 2. Käyttökeskus valvoo ja ylläpitää verkkoa sekä myöntää luvat verkonmuutostöihin.

#### **4.2.1 Alkutoimet sekä korvaava syöttö**

Saneerattavaan muuntamotilaan tilattiin asbestikartoitus ennen työn aloitusta. Kartoituksessa havaittiin asbestia tilan katossa, joten asbestin poistoon täytyi varautua työn edetessä. Alkutoimiin sisältyy myös erilaisten lupien hankinta ja asukkaiden informointi. Tällä kertaa työmaalla ei tarvinnut kaivulupia, mutta tulityölupa piti hankkia kiinteistön omistajalta. Kulmahiomakoneen ja kaasupolttimen käyttö lasketaan tulityöksi. Asukkaita täytyi myös informoida muutamaa päivää etukäteen sähkökatkoksesta, joka tapahtui työmaan myöhemmässä vaiheessa.

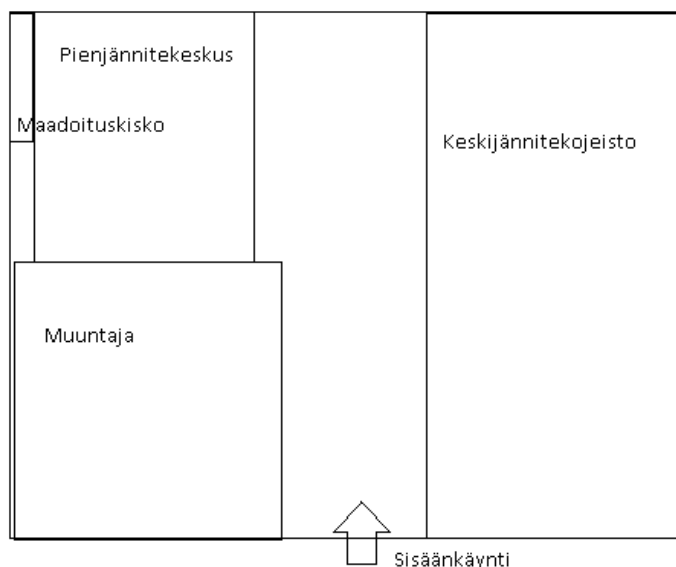
Ennen työmaan aloitusta työryhmä oli varmistunut työvälineiden kunnosta ja käynyt tutustumassa alkavaan työmaahan. Tutustumisen jälkeen työn tekemistä voidaan paremmin suunnitella eteenpäin. Työryhmä oli valmistanut erinäisiä välikaapeleita tulevaan muuntamotilaan. Nämä välikaapelit olivat muuntamon välikaapelit keskijännitekojeistolle (3 kpl HXCMK 35/16 mm<sup>2</sup>) ja muuntajan välikaapelit pienjännitekeskukseen (12+2 kpl AXMK 300 mm<sup>2</sup>). Kaapeleihin on jätetty ylimääräistä pituutta, jotta ne eivät missään nimessä ole liian lyhyitä. Työstä hankittiin myös kytkentäsuunnitelma verkonhaltijan käyttökeskuksesta, joka valvoo ja ylläpitää sähköverkkoa. KytKentäsuunnitelmassa on eritelty mitä täytyy tehdä ja missä vaiheessa.

Alkutoimissa hankittiin muuntamolle myös korvaava syöttö. Tässä tapauksessa se voitiin hoitaa pienjänniteverkkoa pitkin. Korvaava syöttö saatiin järjestettyä siten, että keskijänniterengas aukaistiin ja Kuivastie 12:ssa talojohto käännettiin lyhyen sähkökatkon aikana jakokaapille 550. Tämä onnistui sen takia, että muuntamolla ei ollut jakokaappilähtöjen lisäksi kuin omalle talolle syöttö. Korjaustyön ajaksi muuntamon tilalla verkkoa syöttivät alueen muut muuntamot: M757 ja M472. Tämän mahdollistaa mitoituksissa oleva kuormitusvara. Kun

syöttö tulee pienjänniteverkon avulla muuta kautta, voidaan saneerattavasta muuntamosta ottaa jännitteet pois.

#### 4.2.2 Purkamisvaihe

Kuvassa 6 on näkyvillä, minkälainen muuntamon pohjapiirustus oli, kun työmaa alkoi.



*KUVA 6 Muuntamon vanha pohjapiirustus*

Työn aloittamisesta soitettiin käyttökeskukseen. Käyttökeskus valvoo ja ylläpitää verkkoa. On hyvin tärkeää, että tiedot ovat ajan tasalla niin työmaalla kuin käyttökeskuksessakin. Tämä vähentää vahinkojen ja virheiden tapahtumista. Ennen purkamisen aloittamista poistettiin muuntamosta jännitteet. Muuntamotila saadaan jännitteettömäksi aukaisemalla muuntamoiden M472 ja M757 yhteydet muuntamolle M516. Tämä tapahtuu aukaisemalla keskijännitepuolelta muuntamolle M516 tulevat erottimet. Tilojen mukaan erottimet on nimetty juoksevalla numeroinnilla siellä olevien lähtöjen mukaan, esimerkiksi E1 ja E2, jos tilassa on 2 lähtöä. Aukaisemalla yhteydet muuntamolle M516 muuntamoilta M472 ja M 757 poistaa saneerattavasta muuntamosta jännitteet. Tällöin keskijänniterengas on auki ja yhteys muuntamolta M516 edellä mainituille muuntamoille on

poissa. Kun yhteyttä ei ole, tila saadaan jännitteettömäksi. Jännitteettömyys tarkistetaan jännitteenkoettimella ja erottimissa käytetään vielä työmaadoitusta, jolla varmistetaan siitä, että kiskostoon tai kojeiston muihin osiin ei ole latautunut haitallista jännitettä, joka voisi purkautua kosketuksesta ja aiheuttaa vaaratilanteen. Kuvassa 7 on työmaadoitus paikoillaan.



*KUVA 7 Työmaadoitus*

Jännitteettömyys oli todettu, työskentelylupa käyttökeskuksesta saatu ja korvaava syöttö järjestetty. Nyt voitiin aloittaa itse saneeraus. Muuntamosta poistettiin kaikki osat lukuun ottamatta maadoituskiskoa ja ilmanvaihtokonetta. Muuntajasta poistettiin kaapelit leikkaamalla. Kuvassa 8 on leikkaamattomat kaapelit.



*KUVA 8 Muuntajan vanhat välikaapelit*

Kaapelit leikattiin puukkosahalla poikki. Kaapeleit voidaan leikata asentajille helpoimmista paikoista, sillä ne matkaavat suoraan roskalavalle työmaalta. Kuvassa 9 kaapelit on leikattu pienjännitekeskuksen kulmalta.



*KUVA 9 Kaapelin leikkaus*

Tilasta poistettiin kaikki metallisuojaukset ja kotelot. Keskijännitekeskus ja erottimet pienitettiin ja poistettiin tilasta. Ne pilkottiin pienemmiksi kulmahiomakoneella ja puukkosahalla. Rakenteita ei tarvinnut sääliä, sillä ne vietiin suoraan kierrätykseen. Kuvassa 10 pienitään keskijännitekojeistoa.



*KUVA 10 Keskijännitekojeiston paloittelu*



Kun keskijännitekojeisto oli purettu, tilassa oli enemmän liikkumavaraa. Tämän johdosta voitiin vanha muuntaja liikuttaa oven eteen ja siitä ulos. Muuntaja kammettiin vipuvoimin ja vaijerein keskemmas huonetta. Muuntaja liikkuu renkaidensa varassa. Muuntajan renkaat tuli kääntää ovelle päin kesken liikuttelun. Aluksi muuntaja vedettiin seinästä poispäin ja sitten renkaiden käännön jälkeen ovea kohti. Näin se saatiin työnnettyä ulos nosturiauton toimintasäteelle ja siitä ulos. Renkaiden kääntö tapahtui tunkin avustuksella. Kuvassa 11 näkyy ketjut, joiden avulla muuntajaa liikuteltiin.



*KUVA 11 Muuntajan liikuttaminen*

Kun muuntaja oli saatu ulos, siirryttiin pienjännitekeskuksen puoleen. Keskuk- sen runko pienittiin kulmahiomakoneella ja jännitteettömät kaapelit katkottiin irti kytkimiltä. Kuvassa 12 on pienjännitekeskus työn alla. Kun keskus saatiin irti kaapeleista ja sopivan pieneksi, se nostettiin ulos.



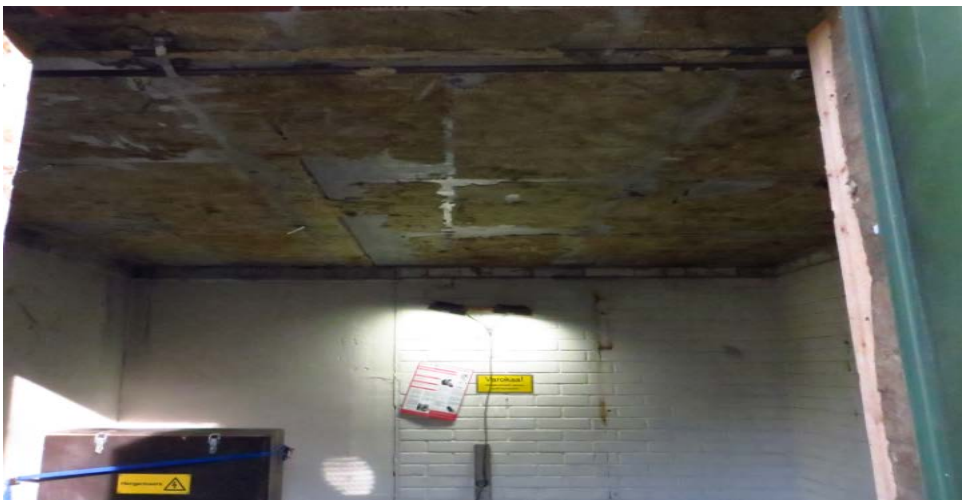
*KUVA 12 Pienjännitekeskuksen purku*

Pienjännitekeskuksen purkamisen jälkeen jäi kaivantoon vielä kaksi jännitteistä kaapelia: Kuivastie 12:sta talojohto sekä jakokaappi 550 -kaapeli. Näille kaapeleille asennettiin suojaus asbestityömiehiä varten. Suoja näkyy kuvassa 13.



*KUVA 13 Suojaus jännitteisille kaapeleille*

Kun tilasta oli saatu purettavat osat pois, sinne tilattiin asbestityömiehet poistamaan asbestin katosta. Tähän kului yksi kokonainen työpäivä, jolloin muuntamosaneeraus oli tauolla. Asbestin poiston lisäksi tilasta otettiin näytteet, joissa asbestia ei havaittu ja työ pääsi jatkumaan. Kuvassa 14 näkyy asbestiton katto.



*KUVA 14 Katosta poistettu asbesti*

### 4.2.3 Uusien osien asentaminen

Kun tila oli tyhjennetty vanhoista muuntamon osista ja haitallisesta asbestista, päästiin rakentamaan uusi muuntamo vanhan tilalle. Säästettyyn maadoituskiskoon valmisteltiin päämaadoitukset keskijännitekojeistolle, pienjännitekeskukseen ja muuntajalle. Maadoituskisko näkyy kuvassa 15.



*KUVA 15 Uusien maadoitusten valmistelu*

Tilan muodosta johtuen osien nostaminen tehtiin järjestyksessä: pienjännitekeskus, öljykaukalo, muuntaja ja lopuksi keskijännitekojeisto. Ensimmäiseksi paikoilleen nostettiin pienjännitekeskus. Pienjännitekeskus sijoitettiin ovelta katsottuna vasemmalle taakse, joten se täytyi nostaa huoneen perälle ensimmäisenä. Kuvassa 16 uusi pienjännitekeskus on paikoillaan.





*KUVA 16 Uusi pienjännitekeskus paikoillaan*

Seuraavana nostovuorossa oli uusi muuntaja. Muuntaja sijoitettiin ovelta katsottuna vasemmalle, pienjännitekeskuksen viereen. Se on muuntamon raskain yksittäinen osa. Kuvassa 17 muuntaja on nosturin varassa.



*KUVA 17 Uusi muuntaja nosturin varassa*

Kuvassa 18 muuntaja on paikoillaan öljykaukalossaan.



*KUVA 18 Uusi muuntaja öljykaukalonsa kanssa*

Viimeisenä isona osana oli keskijännitekojeisto. Keskijännitekojeisto sijoitettiin muuntajaa vastapäätä, ovelta katsottuna oikealle. Kojeisto tuli nostaa siten, että keskijännitekaapelit saatiin samalla sijoitettua niille varatuille paikoilleen, sillä ne ovat liian jäykkiä myöhemmin käsiteltäväksi. Liian voimallinen käsittely ja taittaminen voi myös vahingoittaa kaapeleita. Kuvassa 19 on keskijännitekojeisto ja sen kaapelit.



*KUVA 19 Keskijännitekojeisto paikoillaan*

Kun raskaimmat ja työmaan tärkeimmät osat olivat sisällä, tuotiin tilaan vielä pienempiä osia, muttei tässä vaiheessa, jotta tuleva työvaihe olisi sujuvampi. Seuraava toimenpide oli keskijännitekaapeleiden ja muuntajan välikaapeleiden kytkentä. Kaapeleille asennettiin ensiksi kaapelihyllyä, jota pitkin ne vietiin omille paikoilleen. Ensimmäiseksi vedettiin kaapelit muuntajalta pienjännitekeskukselle. Kaapeleille laitettiin aluksi väliaikainen kiinnitys nippusiteillä, jotka vaihdettiin työmaan loppupuolella muovikiinnikkeiksi. Kuvassa 20 on välikaapeleita kaapelihyllyllä.



*KUVA 20 Välikaapelit välillä muuntaja-pienjännitekeskus*

Samaan aikaan osa työporukasta valmisti keskijännitekaapeille päätteitä, jotta kaapelit saatiin kiinni kojeistoon. Päätteiden valmistus on vielä työn alla kuvassa 21.



*KUVA 21 Keskijännitekaapeleiden päätteiden valmistus*

Kun keskijännitekaapelin vaiheiden päätteet olivat valmiit, niiltä mitattiin vielä eristysvastus, jolla varmistetaan, että päätteet on oikein tehty. Hyväksytyillä arvoilla kaapelit voidaan asettaa keskijännitekojeistolle. Kuvassa 22 vaihejohtimilta puuttuivat vielä suojukset.



*KUVA 22 Keskijännitekaapelit kojeistossa*



Samalla periaatteella tehtiin vielä toiset kolme keskijännitekaapelin vaihetta. Viimeiseen osioon nostettiin vielä muuntajan välikaapelit, jotka tulevat muuntajalta kojeistolle. Kun ne oli asetettu, voitiin keskijännitekojeisto sulkea. Keskijännitekojeistoon voitiin nyt kytkeä jännite, kunhan käyttökeskus antoi siihen luvan. Näin kojeistoon saatiin jännitteet. Muuntajaerotin oli vielä auki, eli muuntaja itse ei saanut vielä jännitettä. Kuvassa 23 on valmis ja jännitteinen keskijännitekojeisto.



*KUVA 23 Keskijännitekojeisto suljettuna*

Muuntajalta meni nyt kaapelit pienjännitekeskukseen ja keskijännitekojeistoon. Ennen kuin jännitteitä muuntajalle voitiin kytkeä päälle, asennettiin muuntajan pienjännitteenapoihin kosketussuoja pleksistä. Kuvassa 24 on havainnollistettu muuntajan napojen kosketussuojaus.



*KUVA 24 Muuntajan pienjännitenapojen kosketussuojaus*

Välikaapelit olivat nyt kiinni ja kosketussuojattu. Ne vaiheistettiin yleismittarilla. Vaiheistuksessa tarkistetaan vaihejohtimien oikea pyörimissuunta. Keskijännitepuolelta kaapelit olivat eristysvastusmitattu, joten keskijännitekojeiston muuntajan maadoituserottimet voitiin aukaista, kunhan asiasta ensin ilmoitettiin käyttökeskukseen ja pyydettiin lupa toimia. Luvan saatua muuntajan maadoituserotin aukaistiin ja muuntajaerotin suljettiin. Muuntajasta tuli jännitteinen. Keskijännitepuolella ja muuntajalla oli nyt jännite. Pienjännitekeskuksen pääkytkin oli auki, joten siellä ei ollut vielä jännitettä. Muuntamon pienjännitekeskukseen asennettiin verkonhaltijan etäluettava keskitin. Keskitimen tehtävä on kerätä rakennuksen asukkaiden sähkömittareiden dataa ja lähettää se sähkölaitokselle. Kuvassa 25 on sähkölaitoksen keskitin pienjännitekeskuksessa.



*KUVA 25 Etäluettavan keskittimen asennus*

Säästetty ilmanvaihtokone asennettiin paikoilleen, jotta kovan kuormituksen aikana huoneen lämpötila ei nouse liian kuumaksi. Ilmanvaihtokone on yhdistetty muuntajan öljyn lämpömittariin. Jos lämpötila ylittää asetetun rajan, menee ilmanvaihtokone päälle. Ilmanvaihtokoneelle asennettiin myös turvakytkin. Kuvassa 26 on ilmanvaihtokone ja sen turvakytkin



*KUVA 26 Ilmanvaihtokone ja turvakytkin*

Katosta oli aikaisemmin poistettu asbestia sisältävät eristelevyt. Tilalle tuli asentaa vastaavan eristyksen tarjoava korvaava eriste. Kattoon asennettiin betoniruuveilla puinen koolaus, johon eriste asennettiin. Puukoolaus näkyy kuvassa 27.



*KUVA 27 Katto eristeen puukoolaus*

Koolauksen päälle asennettiin lämpöä ja ääntä eristäviä villaisia levyjä. Kun levyt oli kiinnitetty, asennettiin seinästä kaapelikiskoon menevä valaistuskisko. Kiskolle kiinnitettiin pari loisteputkivalaisinta. Valaisimille asennettiin myös kytkin oven vasemmalle puolelle sekä läsnäolotunnistin muuntajan pienjännitekaapelikiskoon. Kuvassa 28 näkyy uudet eristelevyt.



*KUVA 28 Eristelevyt sekä valaistuskisko*

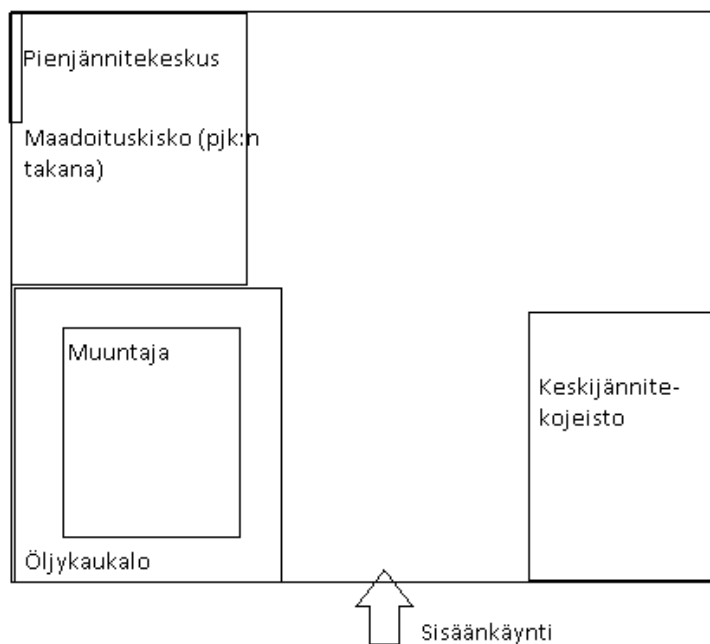


Seuraavaksi käännettiin pienjännitekaapelit uuteen pienjännitekeskukseen. Talojohdon kääntäminen aiheutti hetkellisen sähkökatkon muuntamokiinteistöön. Muut kaapelit voitiin kääntää ilman sähkökatkoa uuteen pienjännitekeskukseen. Kuvassa 29 on kaapeleita uudessa pienjännitekeskuksessa.



*KUVA 29 Pienjännitekaapeleiden kääntö*

Kuvassa 30 näkyy millainen pohjapiirustus muuntamotilassa on, kun uudet osat oli saatu paikoilleen.



*KUVA 30 Muuntamon uusi pohjapiirustus*

#### 4.2.4 Lopputoimet

Asennustoimien ja kaapeleiden käännön jälkeen siirryttiin viimeistelyvaiheeseen. Kaapeleille ja maadoituksille tehtiin osoitteet. Näistä ilmenee kaapelin tyyppi, poikkipinta-ala ja määränpää. Keskijännitekojeistolle asennettiin myös merkinnät mihin muuntamoihin siitä on yhteys. Kuvassa 31 on kaapeleiden osoitteita.



*KUVA 31 Kaapeleiden osoitteet*

Muuntamolle uusittiin myös kyltit uusien standardien mukaisiksi. Kuvassa 32 on näkyvillä uudet ja vanhat muuntamon kyltit. Muuntajan öljykaukalo sinetöitiin tässä vaiheessa.



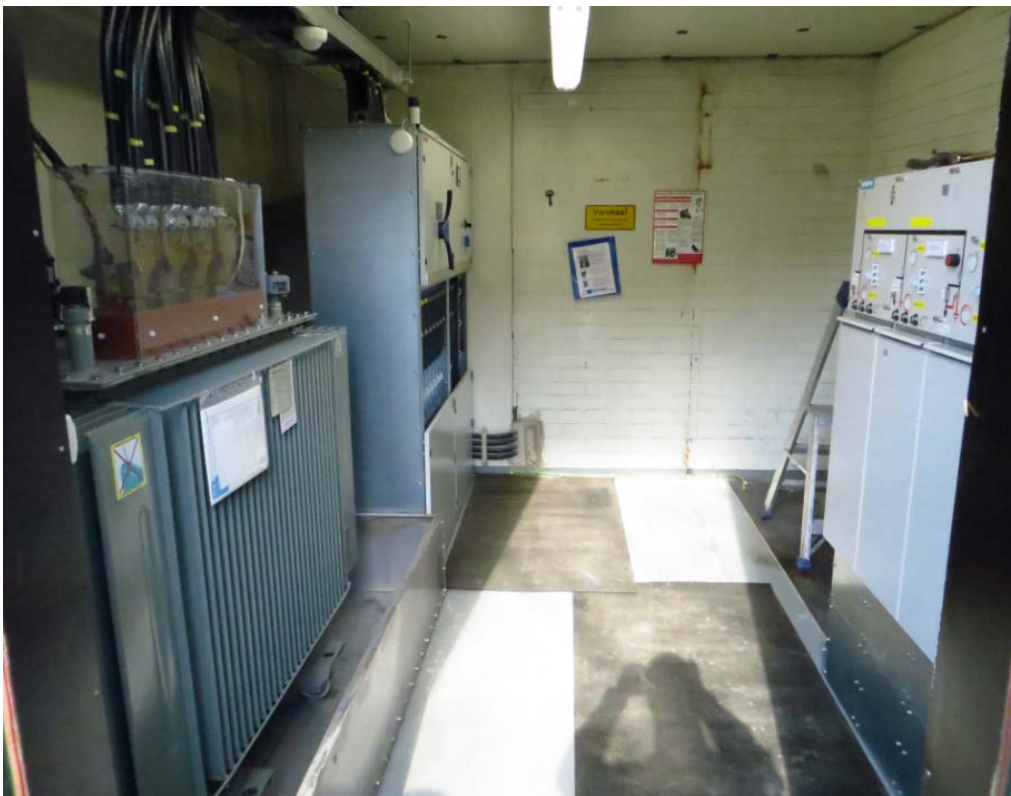
*KUVA 32 Uudet merkinnät*

Kuvassa 33 näkyy keskijännitekojeiston merkinnät.



*KUVA 33 Valmiin keskijännitekojeiston merkinnät*

Tila vielä siivottiin ja sieltä otettiin loppukuvat. Muuntamolle tilattiin lopputarkastus verkonhaltijan puolesta. Tehdystä muuntamotyöstä täytettiin vielä sähköinen pöytäkirja. Saneerattu kiinteistömuuntamo näkyy kuvassa 34.



*KUVA 34 Valmis saneerattu kiinteistömuuntamo*

## 5 LOPPUSANAT

Opinnäytetyön päätarkoitus oli muuntamon M516:n saneeraustyö turvallisesti ja sen pohjalta muuntamosaneerauksen työohjeen kirjoitus. Opinnäytetyön tuloksena valmistui yleinen työohje muuntamotyöhön. Työohjeen tarkoitus on käydä läpi ja opastaa muuntamotyö alusta loppuun. Työohje on tiivis paketti, joka on havainnollistettu läpi käydyn työn ja kuvien avulla. Työhön sisältyy myös muuntamotilan suunnitteluperusteita.

Työlle asetettuihin tavoitteisiin päästiin ja työ onnistui lähes ongelmitta. Työssä ei päästy paneutumaan juurikaan ongelmatilanteisiin, joita muuntamosaneeraustyössä voi ilmetä. Tästä syystä mahdollisia ongelmia ja niiden ratkaisuja ei ole sisällytetty opinnäytetyöhön. Siitä huolimatta aiheeseen ollenkaan perehtymätön, ja miksei perehtynytkin henkilö voi käyttää tätä työtä hyvänä perustana muuntamosaneeraustyöhön perehtymiseen.

Opinnäytetyö on pyritty pitämään mahdollisimman tiiviinä pakettina, jotta työ olisi mielekkäämpi käydä läpi. Painotus on työohjeella ja itse saneerauksella. Työstä syntynyt työohje on opinnäytetyön liitteenä.



## LÄHTEET

1. Oulun Energia -konserni. 2017. Oulun Energia Oy. Saatavissa: [https://www.oulunenergia.fi/sites/default/files/konserni\\_0.jpg](https://www.oulunenergia.fi/sites/default/files/konserni_0.jpg). Hakupäivä 8.6.2017.
2. Korpinen, Leena 2017. Sähkön siirto ja jakeluverkot. Saatavissa: [http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt\\_opus/3sahkon\\_siirto\\_ja\\_jakeluverkot.pdf](http://www.leenakorpinen.fi/archive/svt_opus/3sahkon_siirto_ja_jakeluverkot.pdf) Hakupäivä 4.9.2017.
3. Aura, Lauri – Tonteri, Antti 2002. Teoreettinen sähkötekniikka ja sähkökoneiden perusteet. Vantaa: WSOY.
4. Energian elinkaari. 2017. Caruna Oy. Saatavissa: <https://www.caruna.fi/sahkoverkko/energian-elinkaari>. Hakupäivä 16.3.2017.
5. Energian elinkaari. 2017. Caruna Oy. Saatavissa: [https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/styles/full/s3/key\\_net-works.jpg?DNCKIQg4ISNpnm3PpFZWM4mKtpGUseA2&itok=WsQtynmr](https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/styles/full/s3/key_net-works.jpg?DNCKIQg4ISNpnm3PpFZWM4mKtpGUseA2&itok=WsQtynmr). Hakupäivä 16.3.2017.
6. Verkostosuositus YA 5:97 Sähkönjakeluverkon rakennustavan valinta kaa-voitetuilla alueilla. 1997. Sähköenergialiitto ry.
7. Anjala, Risto. 2016. Verkostosuositus RM 3:16 Kaapeliliitännäinen verkonhaltijan muuntamo. Energiateollisuus ry.
8. Ryhdyttäessä tulityöhön. 2012. Suomen pelastusalan keskusjärjestö.
9. E1. 2011. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1\\_2011-fi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf). Hakupäivä 26.10.2017.
10. Kiinteistömuuntamo-ohje. Headpower Oy. Saatavissa: [https://portal.headpower.fi/classic/cms/default.asp?op=NaytaDokumentti&id=87&tunniste=323\\_OHJE](https://portal.headpower.fi/classic/cms/default.asp?op=NaytaDokumentti&id=87&tunniste=323_OHJE), Hakupäivä 12.3.2017.

11. Asbesti. 2017. Työsuojeluhallinto. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/rakennusala/asbesti>, Hakupäivä 22.2.2017.
12. Asbestikuitu. 2017. Työsuojeluhallinto. Saatavissa: <http://www.asbestikartoitus.info/wp-content/uploads/2016/03/Asbestikuitua.jpg>, Hakupäivä 22.2.2017.

## Kiinteistömuuntamosaneerauksen työohje

Jokainen kiinteistömuuntamo on erilainen, vaikka niissä lähtökohtaisesti on samat osat. Tilavaatimukset, standardit ja muut ohjeet antavat suuntaa mitä muuntamoihin kuuluu. Miten itse saneeraus suoritetaan, on hyvin työmaakohtaista. Mitä voidaan tehdä missäkin järjestyksessä, riippuu monesta tekijästä.

### 1. Alkutoimet

Ennen kuin muuntamotiloihin tehdään yhtään mitään, tilataan sinne asbestikartoitus. Kartoituksessa erillinen ammattilainen käy tarkistamassa ja mittaamassa tilat mahdollisen asbestin varalta. Kartoitukset tehdään usealle saneerattavalle muuntamotilalle kerralla, jotta ajan käyttö olisi mahdollisimman tehokasta ja kustannukset pysyisivät pienempinä. Jos asbestia on, siihen osataan varautua työmaata suunniteltaessa.

Työmaa alkaa valmistautumisella. Työmaalle tilataan uudet osat vanhojen tilalle, jotka poistetaan saneerauksessa. Joskus uusitaan vain muuntaja, joskus tilasta poistetaan kaikki osat ja vaihdetaan uusiin. Työryhmä varmistuu, että kaikki työkalut ja välineet ovat kunnossa, jotta vältetään turhilta viivästymisiltä. Monesti voidaan valmistella myös erilaisia välikaapeleita valmiiksi, jolloin työnteko nopeutuu. Näitä välikaapeleita ovat muun muassa keskijännitekojeiston ja muuntajan välille tulevat kaapelit. Työmaalle käydään myös tutustumassa ennen työmaan aloitusta. Näin voidaan suunnitella tulevia työvaiheita ja varautua mahdollisiin ongelmatilanteisiin, joita voi olla esimerkiksi tilan ahtaus.

Tärkeää on asukkaiden informointi. Muuntamotila sijaitsee monesti asuinkiinteistössä, tai aivan sellaisen lähetyvillä. Työ voi aiheuttaa muun muassa meluja ja kulkuhaittoja, jotka voivat olla monen mielestä hyvinkin epämiellyttäviä. Kun asukkaita informoidaan, he voivat varautua siihen, että lähetyvillä työskennellään, eivätkä näin ollen ihmettele, jos kellarikerroksesta alkaa kuulua kovaäänistä poraamista. Tärkeintä on ilmoittaa sähkökatkoista, joita saneeraus aiheuttaa. Ilmoitus tehdään kirjeitse postin kautta muutamaa arkipäivää ennen suunniteltua sähkökatkosta.

Kaivulupa tarvitaan, jos keskijännitekaapeleita joudutaan katkomaan tai uusiin kokonaan. Keskijännitekaapelit kulkevat maan alla. Kaivuluvan myöntää kaupunki. Kiinteistön omistajalta tarvitaan tulityölupa. Työ sisältää päätteiden ja joissain tapauksissa jatkojen tekoa, mitkä ovat tulitöitä. Myös kulmahiomakoneen käyttö lasketaan tulityöksi. Kun kohde on tiedossa, työvälit ja luvat kunnossa voi itse työnteko alkaa.

## 2. Korvaavan syötön järjestäminen

Itse saneerausvaiheessa ensimmäinen askel on korvaavan syötön järjestäminen. Saneerauksen ajaksi muuntamo pitää tehdä jännitteettömäksi, joten sen syöttämää sähköverkkoa pitää syöttää työn aikana jostain toista kautta.

Verkkoyhtiön käyttökeskus on mukana työskentelyssä. Käyttökeskus valvoo ja ohjaa työskentelyn suoritusta ja myöntää luvat verkon muutoksien tekoon. Jokainen työvaihe, joka vaikuttaa sähkönjakeluun, tulee ilmoittaa käyttökeskulle. Vasta kun käyttökeskus myöntää luvan, voidaan työvaiheet aloittaa. Käyttökeskus myös ohjaa toimintaa. Se teettää sähköasentajille kytkentäsuunnitelmat verkonmuutostöistä. Kytkeäsuunnitelma on tukena asentajilla työskentelyn aikana, ja siitä ei saa normaalitapauksissa poiketa. Kytkeäsuunnitelmassa on eritelty työvaiheet, niiden suorittajat sekä missä työvaihe suoritetaan. Kytkeäsuunnitelma ei ole ohje, vaan se on erittäin tekninen toimenpideluettelo.

Käyttökeskus päättää mitä korvaavaa syöttöä työmaalla käytetään. Ensimmäinen vaihtoehto korvaavan syötön toteuttamiseksi on verkon syöttö pienjänniteverkkoa pitkin. Verkkoa syöttää usea eri muuntamo samalla alueella ja niiden tehoa voidaan käyttää syöttämään saneerattavan muuntamon osaa, jos pienjänniteverkko sen kestää. Syöttämällä aluetta kauempaa voi jännitteenalenema tulla liian suureksi. Jos jännitteenalenema on liian suuri tai pienjänniteverkko ei sitä muista syistä kestä, on käytettävä muita keinoja syötön järjestämiseksi.

Toinen vaihtoehto on aggregaattiauton käyttö. Aggregaattiauto on kuorma-auton tai henkilöauton perässä oleva varavoimakone, jolla voidaan syöttää verkkoa muuntamon tilalla. Kaupunkialueella tämä voi olla hankala järjestää, sillä varavoimakone tuo meluhaittoja ja sitä tulisi pitää päällä koko työmaan ajan,

mikä yleensä on maksimissaan pari päivää. Aggregaattiautoa käytettäessä kutsutaan paikalle useampi työryhmä tai tehdään pidempää päivää, jotta työmaa ja meluhaitat kestäisivät mahdollisimman vähän aikaa. Auto voi olla myös hankala sijoittaa kokonsa vuoksi kaupunkialueella. Aggregaattiautoa ei voida käyttää, jos tilasta pitää poistaa asbesti, tämä johtuen juuri edellä mainitusta auton käytöstä päivin ja öin. Jos muita vaihtoehtoja ei ole ja aggregaattiautoa on pakko käyttää, joutuu työryhmä usein tekemään pitkää päivää. Yli- ja iltatyöt lisäävät työmaakustannuksia.

Kolmas ja viimeinen vaihtoehto on työmaamuuntamon käyttö. Tässä vaihtoehdossa rakennetaan erillinen ja väliaikainen muuntamorakennelma, yleensä piha-alueelle, jottei se ole työnteen tiellä. Työmaamuuntamolle tuodaan saneerattavan muuntamon yksi keskijännitekaapeli, jota käytetään syöttämään työmaamuuntajaa saneerauksen ajan. Työmaamuuntaja puolestaan syöttää verkkoa työmaan ollessa käynnissä. Tämä vaihtoehto vaatii yleensä kaapelijatkon tekemistä ja pihamaan aukaisemista, mikä nostaa kustannuksia ja vie enemmän aikaa kuin mikään aikaisemmista vaihtoehdoista.

### 3. Vanhojen osien purkaminen

Työmaalle valitaan sinne soveltuvin ratkaisu. Kun korvaava syöttö on hoidettu, alkaa saneeraus. Se mitä uusitaan, on työmaakohtaista. Hyväkuntoisia tai mahdollisesti vasta uusittuja osia voidaan säästää. Yleensä muuntamosaneeraus järjestetään siten, että muuntamosta uusitaan muuntaja, keskijännitekojeisto ja pienjännitekeskus samalla kertaa. Saneerattava muuntamo saadaan jännitteettömäksi irrottamalla se pois keskijänniterenkaasta. Tyypillisesti muuntamolle on yhteys keskijännitepuolella ainakin kahdelta muulta muuntamolta. Kun näiltä muuntamoilta aukaistaan erottimet saneerattavalle muuntamolle, katkeaa sieltä sähköt. Tällöin muuntamo on jännitteetön ja juuri sen takia jouduttiin järjestämään korvaava syöttö. Varmistutaan että tila on jännitteetön, minkä jälkeen purkutyöt voivat alkaa. Varmistus tapahtuu koestuksella ja maadoituksella. Jännitteettömyys todetaan jännitetyösauvalla kokeilemalla keskijännitekojeiston syöttökaapeleita ja lisävarmuus saadaan työmaamaadoituksia käyttämällä. Kun jännitteettömyys on todettu, on työskentely turvallista. Tässä vaiheessa tilasta

poistetaan kaikki saneerattavat osat, esimerkiksi: muuntaja, keskijännitekojeisto, pienjännitekeskus, valaistus ja kiskostot. Tarkoitus on saada tila tyhjäksi kaapelikaivantoja lukuun ottamatta. Kun tila on tyhjä, sinne voidaan tilata asbestin poisto, jos se on kartoituksessa havaittu tarpeelliseksi. Tässä vaiheessa täytyy ottaa huomioon asbestityöntekijät. He ovat usein maallikkoja sähköalalla, eli heillä ei ole alan koulutusta. Tästä syystä tilasta on suojattava kaikki mahdolliset sähköiskun vaaraa aiheuttavat tekijät.

#### 4. Muuntamon uudet osat ja maadoitukset

Kun tila on tyhjennetty vanhoista muuntamon osista ja mahdollisesta asbestista, alkaa työmaan seuraava vaihe. Tilaa siistitään, jotta siellä on mahdollisimman paljon tilaa uusille osille eikä mitään ylimääräistä. Riippuen tilan muotoilusta uusia tavaroita nostetaan sisälle siinä järjestyksessä, että ne eivät ole toisten tiellä. Tavarat voidaan nostaa sisälle nosturiautolla, tai jos muuntamo on esimerkiksi parkkihallissa pumppukärryllä. Tavaroiden paikalleen nostaminen ja siirtely ovat vaativia toimenpiteitä ja niistä tulee vielä haastavampia, jos työmaalla tarvitsee purkaa väliseiniä tai muita kiinteitä osia. Purkamistarpeen voi aiheuttaa rakenteisiin tehdyt muutokset, esimerkiksi nostettu lattia tai myöhemmin lisätty väliseinä.

Kun tavarat on nostettu sisälle omille paikoilleen, valmistellaan niille maadoitukset. Maadoituskisko on monesti yksi ainoista osista, mitä tilaan jätetään, jos se on hyvässä kunnossa. Maadoituskiskolta vedetään suorat maadoitukset 50 mm poikkipinta-alaisella kuparijohtimella muuntajalle, pienjännitekeskukselle ja kojeistolle. Muut osat maadoitetaan myös, mutta niille ei tarvitse tuoda noin paksua kuparijohdinta kiskolta asti, vaan siihen voidaan käyttää ohuempaa kuparia, joka yhdistetään kiskoon menevään kuparijohtimeen maadoitusliittimellä. Pienemmän kuparijohtimen riittävä poikkipinta-ala on yleensä 16 mm<sup>2</sup>. Ohuempaa kuparijohdinta voidaan käyttää muun muassa valaisinkiskon, oven, ilmanvaihtokoneen ja öljykaukalon maadoituksessa. Maadoitukset asennetaan sitä mukaa kun maadoitusta tarvitsevia osia asennetaan.

## 5. Kaapeleiden veto ja valmistelu kojeistolle ja muuntajalle

Samalla kun maadoituksia tehdään, voi osa työporukasta aloittaa keskijännitekaapeleiden valmistelun. Keskijännitekaapelit tulevat toisilta muuntamoilta ja ne muodostavat tämän muuntamon kanssa osan keskijänniterengasta, jolla sähköä jaetaan. Kaapelit tuodaan keskijännitekojeiston alta tai takaa kaivannosta ja lyhennetään oikean pituisiksi. Kun pituus on oikea, niihin tehdään kojeistoon sopivat päätteet ja asetetaan paikoilleen. Päätteet asennetaan päätevalmistajan ohjeiden mukaan. Kun kaikki keskijännitekaapelit on valmisteltu ja kytketty paikoilleen keskijännitekojeistoon, tehdään kaapeleille vielä eristysvastusmittaus ennen kuin jännitteitä voidaan laittaa päälle.

Tässä vaiheessa soitetaan käyttökeskukseen ja pyydetään lupa aukaista keskijännitekojeiston maadoituserotin ja sulkea keskijännitekojeiston erotin. Kun lupa saadaan, ensimmäisen keskijännitetulon maadoituserotin aukaistaan ja erotin suljetaan. Tällöin yhteys maahan on poissa ja yhteys toiselle muuntamolle on päällä saneerattavan muuntamon suunnasta. Maadoituserottimen ja erottimen toimenpiteet toistetaan tarpeen mukaan riippuen siitä, kuinka monelle muuntamolle saneerattava muuntamo on yhteydessä. Esimerkiksi jos muuntamo on yhteydessä kahteen muuhun muuntamoon, tehdään toimenpiteet molempien muuntamoiden erottimille. Lisäksi samat toimenpiteet pitää tehdä vielä niillä muuntamoilla, joilta on yhteys saneerattavaan muuntamoon. Kun toimenpiteet on tehty saneerattavalle muuntamolle ja siihen yhteydessä oleville muuntamoille, saadaan saneerattavan muuntamon keskijännitekojeisto jännitteiseksi. Kaapelit vaiheistetaan, kun jännitteet on saatu päälle. Vaiheistus tapahtuu jännitemittarilla, ja siinä tarkistetaan kaapelin vaiheiden oikea pyörimissuunta.

Tilaan tulee asentaa kaapelihyllyä, jotta kaapelit saadaan vedettyä siististi muuntajalta keskijännitekojeistolle ja pienjännitekeskukselle. Se miten hyllyt kannattaa asentaa riippuu tilan muodosta ja muuntamon osien asettelusta, kuitenkin mahdollisimman yksinkertaisesti ja siististi. Hyllyjä pitkin viedään muuntajan välikaapelit keskijännitekojeistolle, välikaapelit muuntajalta myös pienjännitekeskukseen sekä pienemmät kaapelit, muun muassa ilmanvaihtokoneelle, valaisimille ja kytkimelle. Nämä kaapelit voidaan vetää paikoilleen heti kun kaapelihyllyt ovat valmiit. Muuntamoon tulevia välikaapeleita voidaan tehdä valmiiksi

jo ennen työmaan alkua. Kaapeleiden mitoitus tehdään kokemuksen perusteella ja arvioimalla. Kaapeleille tehdään valmiiksi pääte toiseen päähän. Jos kaapeleihin on esivalmisteltu pääte, niiden asennus paikoilleen nopeutuu. Kaapelit tulee viedä hyllyjä pitkin omille paikoilleen, pultata kiinni ja lyhentää oikean pituisiksi. Lyhennyksen jälkeen tehdään toinen pääte ja kaapeli asennetaan kiinni.

Välikaapeleiden liittimet kosketussuojataan pienjännitekeskuksen puolelta ja muuntajan navoista. Molempiin paikkoihin asennetaan pleksistä suojus, jotta sähköiskun vaaraa ei synny, kun muuntajaan laitetaan jännitteet päälle. Kun kaapelit ovat vedetty ja kosketussuojattu, voidaan muuntajalle tuoda jännite keskijännitekojeistolta, kunhan siihen pyydetään ensin lupa käyttökeskukselta. Kun käyttökeskus myöntää luvan, saadaan muuntajaerotin sulkea ja sen maadoitus aukaista.

Tässä vaiheessa keskijännitekojeisto ja muuntaja ovat jännitteisiä. Pienjännitekeskuksessa pääkytkin on vielä auki, joten pienjännitekeskuksessa ei ole jännitettä. Tällöin sähköiskun vaaraa ei ole, vaikka pienjännitekeskuksen kaapeleita tullaan vielä käsittelemään.

## 6. Pienjännitekeskus

Seuraavaksi siirrytään pienjännitekeskukselle. Keskukseen asennetaan etäluettava verkonhaltijan keskitin, jolla kerätään tietoa asiakkaiden sähkön kulutuksesta. Tieto siirtyy keskittimestä verkonhaltijan käyttökeskukseen. Pienjännitekeskukseen voidaan kääntää kaikki muut kaapelit pois lukien ne, jotka syöttävät verkkoa saneeraustöiden aikana, jos sellainen järjestely on käytössä.

Kaapelit lyhennetään ja niille tehdään päätteet. Jos muuntamolla on talokaapeleita kiinteistöön, jossa muuntamo sijaitsee, syntyy työn ajaksi hetkellinen sähkökatkos, josta asiakkaille ilmoitetaan etukäteen. Katkon aikana taloa syöttävät kaapelit käännetään uuteen pienjännitekeskukseen. Kun kaapelit ovat käännetty pienjännitekeskukseen, käännetään verkon osa uuden muuntajan alle. Ensimmäiseksi sovitetaan käyttökeskukseen ja pyydetään lupa kääntää verkko



uuden muuntajan kautta. Kun vahvistus on saatu, verkko vaiheistetaan jännitemittarilla ja pääkytkin voidaan laittaa kiinni pienjännitekeskuksesta, jos vaiheiden pyörimissuunta on oikea. Nyt uusi muuntaja syöttää verkkoa.

Pienjännitekeskuksen jälkeen aletaan asentaa muuntamon muita osia. Kattoon asennetaan villa/akustiikkalevyt, jos sieltä on pitänyt poistaa asbestia. Levyillä on samat eristävät ominaisuudet kuin asbestilla, karsinogeenisyyttä lukuun ottamatta. Ilmanvaihtokone asennetaan seinälle turvakytkimen kanssa ja siihen asennetaan maadoitus. Valaisinkisko, valaisimet ja liiketunnistin asennetaan ja valaistukselle tuodaan maadoitus. Asennuksen jälkeen valaistukselle, ilmanvaihtokoneelle ja liiketunnistimelle tuodaan sähköt pienjännitekeskuksesta. Ovelle asennetaan myös maadoitus.

## 7. Lopputoimenpiteet

Lopuksi vielä sinetöidään öljykaukalo, jotta mahdollinen muuntajasta vuotava öljy ei pääse sotkemaan tai hajottamaan muita laitteita. Mahdollisesti vanhentuneet sähkökytöt uusitaan ja tarkistetaan, löytyykö tilasta vaaditut ohjeet, muun muassa ensiapuohje sähkötapaturman varalle ja yleinen hätänumero. Kaapeleille, kytkimille, maadoituksille ja kojeistolle tehdään omat osoitteet standardien tai yrityksen omien ohjeiden mukaan. Tämä helpottaa jatkotyöskentelyä ja vian etsintää jatkossa, jos vikoja myöhemmin ilmenee. Tila vielä siistitään lopuksi ja sieltä poistetaan kaikki ylimääräinen. Muuntamosta otetaan loppukuvat ja tehdystä työstä täytetään pöytäkirja, joka palautetaan tilaajalle. Pöytäkirja toimii dokumentointina tehdystä työstä. Siinä käydään läpi mitä verkonmuutos- tai sähkötöitä on suoritettu ja kuka ne on suorittanut. Tilaaja teettää lopputarkastuksen muuntamotilaan työn päättymisen jälkeen. Tarkastuksen tarkoitus on työn laadun varmistus ja mahdollisten virheiden minimointi.

## Työn kiteytys

Aluksi työmaalle hoidetaan asbestin kartoitus. Työntekijät myös valmistautuvat työntekoon. Työmaalle valmistellaan kaapeleita, jos se on mahdollista. Muuntamokiinteistön asukkaita informoidaan tulevista sähkökatkoista ja muista haitoista. Työmaalle hankitaan tarvittavat luvat työskentelyä varten.

Työmaan ajaksi järjestetään korvaava syöttö. Syöttötavan määrää verkkoyhtiön käyttökeskus. Käyttökeskus ohjaa työskentelyä ja myöntää luvat verkonmuutostöihin.

Saneeraus alkaa jännitteiden katkaisulla. Kun tila on jännitteetön, sieltä poistetaan saneerattavat osat. Kun osat ovat poissa, poistetaan tilasta mahdollinen asbesti.

Kun mahdollinen asbesti on poissa, alkaa uuden muuntamon rakennus. Uudet muuntamon osat nostetaan sisään. Nosto tapahtuu yleensä nosturiauton avustuksella. Kun uudet osat ovat sisällä, asennetaan niille maadoitus.

Keskijännitekojeistolle tuleviin kaapeleihin tehdään päätteet. Kun päätteet ovat valmiit, pyydetään käyttökeskuksen lupa laittaa kaapelit paikalleen ja tehdä kojeisto jännitteiseksi. Kun kojeisto on suljettu ja jännitteinen, asennetaan tilaan kaapelihyllyjä. Hyllyjä pitkin vedetään muuntamon välikaapelit. Välikaapelit tulevat väleille keskijännitekojeisto - muuntaja ja muuntaja - pienjännitekeskus. Välikaapelit kosketussuojataan. Käyttökeskukselta pyydetään lupa tuoda muuntajalle jännite. Pienjännitekeskuksen pääkytkin on auki, joten siellä ei ole jännitettä, vaikka se tuodaan muuntajalle.

Pienjännitekeskukseen asennetaan verkonhaltijan keskitin. Pienjännitekeskukseen käännetään kaikki jännitteettömät kaapelit. Jännitteiset kaapelit tehdään jännitteettömäksi sähkökatkon aikana ja käännetään sitten uuteen pienjännitekeskukseen. Kun kaapelit on käännetty, pyydetään käyttökeskuksen lupa ottaa uusi muuntaja käyttöön. Tämän jälkeen uusi muuntaja syöttää verkkoa. Siirrytään työstämään muuntamon muita osia. Katto, valaistus ja ilmanvaihtokone asennetaan paikoilleen maadoituksineen. Kaapeleihin lisätään merkinnät ja osoitteet.

Lopuksi sinetöidään öljykaukalo, siivotaan tila ja lisätään tilaan standardin mukaiset ohjeet, jos niitä puuttuu. Muuntamotyöstä täytetään pöytäkirja ja sinnetetään lopputarkastus

## KytKentäsuunnitelma



Oulun Energia Siirto ja Jakelu Oy

KytKentämääräys

NRO 16436

Mistä  
Käyttöosasto

Sivu 1 (7)

Jakelu toimenpiteitä varten	<b>Huomautukset</b>
Tiedoksi	Versio 13
	Suunnittelija 
	Tarkastaja 
	KytKennänjohtaja Käyttökeskus

## Nimi ja laji

M516 saneeraus

KJ | S1 Oman verkon suunniteltu keskeytys

## KytKentäalue

## Keskeytysaika



## Vahvistus

## Yleistä

## Puhelinnumerot

## Työt



osasto			Sivu 2 (7)
Laajuus			
Työskentelyaika		-	
Työnjohtaja			
Laajuus			
Työskentelyaika		-	
Kytkenäjohtaja	Käyttökeskus		

## Esivaatimukset

Toteutus	Nro	Kytjä	Toimenpiteet	Osoite
Aika Nimikirjaimet				
	1	Työryhmä	SULJE 3 (673) M516 ja M472 vastakkain JK673:lla. 250A sulakkeet.	M 472 Tuirantie 13
	2	Työryhmä	AVAA 7 (673) Muuntopiirit erilleen.	MUUNT. 561 KUIVASTIE 12
	3	Työryhmä	AVAA 7 (P516) Kaapeli jännitteetön. Kaapelin M516 päähän työmaakeskus.	JK 673 KANGASPUISTO
	4	Työryhmä	SULJE 7 (673) Työmaakeskukseen jännite.	MUUNT. 561 KUIVASTIE 12
	5	Työryhmä	SULJE 4 (550) M516 ja M472 vastakkain JK550:lla. 250A sulakkeet.	JK 1268 Tuirantie 15
	6	Työryhmä	AVAA 2 (550) Muuntopiirit erilleen.	M516 Kuivastie 12
	7	Työryhmä	AVAA 6 (P516) Kaapeli jännitteetön väli JK3092 -M516	JAKOK. 3092 KUIVASTIE 17
	8	Työryhmä	AVAA 9 (P516) Keskeytys alkaa Kuivastie 12.	TJ. KUIVASTIE 12
	9	Työryhmä	KATKAISE PJ-JOHTO/KAPELI	
	10	Työryhmä	KATKAISE PJ-JOHTO/KAPELI	
	11	Työryhmä	SULJE	
	12	Työryhmä	SULJE Kapulointi TJ kuivastie 12 käännetty JK3092 perään.	
	13	Työryhmä	SULJE 3 (3092) Keskeytys ohi Kuivastie 12. 250A sulakkeet.	MUUNT. 516 KUIVASTIE 12

Osasto					Sivu 3 (7)
Luokitus	Nro	KytKijä	Toimenpiteet	Osoite	
Aika	Nimikirjaimet				
		14	Työryhmä AVAA 4 (P516) Kaapeli jännitteettömäksi	JK 550 KUIVASTIE 10-12	
		15	Työryhmä AVAA 5 (P516) Kaapeli jännitteettömäksi	JK 550 KUIVASTIE 10-12	
		16	Työryhmä AVAA 00 (P516)	Keskitin (omk)	
		17	Työryhmä AVAA PJ-pääkytkin M516 PJ-pääkytkin auki.		
		18	Työryhmä AVAA M516_E10 Muuntaja jännitteetön.		
		19	Käyttökeskus Remark RengaskytKentä MER PM5 TUIRAN RISTEYS omaan renkaaseen.		
		20	Työryhmä SULJE M1266_E3 Rengas kiinni	Rajakaltionkatu 6	
		21	Työryhmä AVAA M472_E3 rengas auki	Tuirantie 13	
		22	Työryhmä LISÄÄ Käyttökielto työ M472 E3 lukitus ja kieltokilpi. Työt M516:lla, työssä Kokko Erkka, Hepola Ari.		
		23	Työryhmä AVAA M757_E1 M516 Jännitteetön	Kuivastie 19	
		24	Työryhmä Remark Mittaus Jännitteettömyyden toteaminen M757 E1.		
		25	Työryhmä SULJE M757_E91 Päätyömaadoitus		
		26	Työryhmä LISÄÄ Käyttökielto työ M757 E1 lukitus ja kieltokilpi. Työt M516:lla, työssä Kokko Erkka, Hepola Ari.		
		27	Työryhmä Remark Mittaus Jännitteettömyyden toteaminen M472 E3.		
		28	Työryhmä SULJE M472_E93 Päätyömaadoitus		
		29	Työryhmä AVAA M516_E1 Erotin auki		

Osasto					Sivu 4 (7)
Autus	Nro	KytKijä	Toimenpiteet	Osoite	
Aika	Nimikirjaimet				
	30	Työryhmä	LISÄÄ Käyttökielto työ M516 E1 lukitus ja kieltokilpi.		
	31	Työryhmä	AVAA M516_E2 Erotin auki.		
	32	Työryhmä	LISÄÄ Käyttökielto työ M516 E2 lukitus ja kieltokilpi.		
	33	Työryhmä	Remark Mittaus M516 kiskosto jännitteettömyyden toteaminen.		
	34	Työryhmä	KYTKE TM53 M516 kiskosto päätyömaadoitus		
	35		TYÖNVALMISTELULUVAN ANTO 516 M516 sj-saaneraus.	Kuivastie 12	
			TYÖLUPA Keneltä: Käyttökeskus Kenelle: [REDACTED]		
			_____		
			_____		
			_____		
			Vaihdettu _____		
	36	Käyttökeskus	POISTA TM53 M516 kiskosto päätyömaadoitus poistuu.		
	37	Käyttökeskus	SULJE M516_E910 Muuntajamaadoituserotin kiinni uusi kojeisto.		
	38	Käyttökeskus	SULJE M516_E92 Maadoituserotin kiinni uusi kojeisto.		
	39	Käyttökeskus	SULJE M516_E91 Maadoituserotin kiinni uusi kojeisto.		
	40		KÄYTTÖÖNOTTOLUVAN VASTAANOTTO 516 OHJAUSLUPA	Kuivastie 12	
			Keneltä: [REDACTED] Kenelle: Käyttökeskus		
			_____		
			_____		
			_____		
			Vaihdettu _____		

Osasto					Sivu 5 (7)
Autus	Nro	KytKijä	Toimenpiteet	Osoite	
Aika	Nimikirjaimet				
	41	Työryhmä	<b>AVAA M472_E93</b> Poista päätyömaadoitus		
	42	Työryhmä	<b>AVAA M516_E91</b> Poista päätyömaadoitus		
	43	Työryhmä	<b>Remark Mittaus</b> Kaapelin eristysvastusmittaus väli M472 E3 - M516 E1		
	44	Työryhmä	<b>POISTA Käyttökielto työ</b> M472 E3 poista lukitus ja kieltokilpi.		
	45	Työryhmä	<b>SULJE M472_E3</b> Kaapeli jännitteinen		
	46	Työryhmä	<b>AVAA M757_E91</b> Poista päätyömaadoitus		
	47	Työryhmä	<b>AVAA M516_E92</b> Poista päätyömaadoitus		
	48	Työryhmä	<b>Remark Mittaus</b> Kaapelin eristysvastusmittaus väli M757 E1 - M516 E2		
	49	Työryhmä	<b>POISTA Käyttökielto työ</b> M757 E1 poista lukitus ja kieltokilpi.		
	50	Työryhmä	<b>SULJE M757_E1</b> Kaapeli jännitteinen		
	51	Työryhmä	<b>Remark Mittaus</b> Vaiheistus M516		
	52	Työryhmä	<b>POISTA Käyttökielto työ</b> M516 E2 poista lukitus ja kieltokilpi.		
	53	Työryhmä	<b>POISTA Käyttökielto työ</b> M516 E1 poista lukitus ja kieltokilpi.		
	54	Työryhmä	<b>SULJE M516_E1</b> M516 kojeisto jätteen		
	55	Työryhmä	<b>AVAA M516_E910</b> Muuntajan maadoituserotin auki		
	56	Työryhmä	<b>SULJE M516_E10</b> Muuntajaerotin kiinni		

Osasto					Sivu 6 (7)
Seutus	Nro	KytKijä	Toimenpiteet	Osoite	
Aika	Nimikirjaimet				
		57	Työryhmä SULJE 2 (550) Kaapelit jännitteisiä väli M516 - JK550	M516 Kuivastie 12	
		58	Työryhmä SULJE 4 (P516) PJ-taulun kiskostoon jännite	JK 550 KUIVASTIE 10-12	
		59	Työryhmä SULJE 5 (P516) PJ-taulun kiskostoon jännite	JK 550 KUIVASTIE 10-12	
		60	Työryhmä Remark Mittaus Vaiheistus pj-pääkytkimellä		
		61	Työryhmä SULJE Pj-pääkytkin Pj-pääkytkin kiinni. M516 ja M472 vastakkain.		
		62	Työryhmä AVAA 4 (550) Muuntopiirit erilleen.	JK 1268 Tuirantie 15	
		63	Työryhmä AVAA 7 (673) Kaapeli jännitteetön väli M516 työmaakeskus - JK673. Työmaakeskus pois ja kaapeli kiinni uuteen pj-tauluun.	MUUNT. 561 KUIVASTIE 12	
		64	Työryhmä SULJE 7 (P516) Kaapeli jännitteinen väli M516-JK673	JK 673 KANGASPUISTO	
		65	Työryhmä SULJE 7 (673) M516 ja M472 vastakkain.	MUUNT. 561 KUIVASTIE 12	
		66	Työryhmä AVAA 3 (673) Muuntopiirit erilleen.	M 472 Tuirantie 13	
		67	Työryhmä AVAA 3 (3092) Keskeytys alkaa Kuivastie 12. Kieltokilpi.	MUUNT. 516 KUIVASTIE 12	
		68	Työryhmä AVAA		
		69	Työryhmä AVAA		
		70	Työryhmä KIINNITÄ PJ-JOHTO/KAAPELI		
		71	Työryhmä KIINNITÄ PJ-JOHTO/KAAPELI		
		72	Työryhmä SULJE 9 (P516) Keskeytys ohi. Kaapeli käännetty uudelle pj-keskukselle.	T.J. KUIVASTIE 12	
		73	Työryhmä SULJE 6 (P516) Kaapeli jännitteinen väli M516 - JK3092. Poistetaan kieltokilpi JK3092_3:lta.	JAKOK. 3092 KUIVASTIE 17	



Osasto					Sivu 7 (7)
Luokitus	Nro	Kytkejä	Toimenpiteet	Osoite	
Aika	Nimikirjaimet				
		74	Työryhmä SULJE 00 (P516)	Keskittin (omk)	

Oulun Energia\ Siirto ja Jakelu Oy