

Heikki Rinkinen

KIINTEISTÖMUUNTAMON TYÖOHJE

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma.


toukokuu 2010




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Opinnäytetyön päivämäärä 3.5.2010
Tekijä(t) Heikki Rinkinen		Koulutusohjelma ja suuntautuminen Sähkötekniikan koulutusohjelma
Nimeke Kiinteistömuuntamon työohje		
Tiivistelmä <p>Kiinteistömuuntamo on kaupunkialueen sähkönjakelussa suosittu vaihtoehto. Sillä saadaan sähkönjake- lulaitteisto pois näkyvistä ja arvokasta tonttitilaa jää muuhun rakennuskäyttöön. Kiinteistömuuntamo on määräyksiltään tiukempi kuin missä tahansa muualla sijaitsevat muuntamot. Työni on avuksi vastaavan- laisen kiinteistömuuntamon rakentamisessa.</p> <p>Opinnäytetyön oli tarkoitus koota määräyksiä ja ohjeistuksia koskien kiinteistömuuntamon suunnittelua rakentamista. Kerron myös opinnäytetyökohteen rakentamisesta ja laitteistoista. Opinnäytetyössäni tuo- tin toimeksiantajalle rakentamisen aikaisen ohjeistuksen ja tarvittavien määräysten etsimisen koskien kiinteistömuuntamon rakentamista.</p> <p>Ongelmana oli laitetoimittajan ohjeiden puutteellisuus, jolloin etsin Internetin välityksellä tarvittavan ohjeistuksen asentajille. Yleensä ohjeistus löytyi vain englanninkielellä joten käännöstyötä tarvittiin pal- jon. Hoidin itsenäisesti työmaalla katkaisijoiden releasettelut sekä estokelaparistoiden käyttöönoton. Li- säksi hoidin erinäisiä selvitysasioita pääurakoitsijalle.</p> <p>Opinnäytetyön liitteinä on koottu kuvasarja muuntamon rakentamisen eri vaiheista sekä laitteistosta. Yksi työn liitteistä on luokiteltu salaiseksi eikä sitä julkaista.</p>		
Asiasanat (avainsanat) kiinteistömuuntamon työohje, kiinteistömuuntamon rakentaminen, sähkönkäyttäjän kiinteistömuuntamo.		
Sivumäärä 47+ 11 liitettä	Kieli suomi	URN NBN:fi:mamk-opin201091459
Huomautus (huomautukset liitteistä) Yksi opinnäytetyön liitteistä luokitellaan salaiseksi, eikä sitä julkaista.		
Ohjaavan opettajan nimi Arto Kohvakka		Opinnäytetyön toimeksiantaja Empower Oy

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 3.5.2010
Author(s) Heikki Rinkinen	Degree programme and option Electrical Power Engineering	
Name of the bachelor's thesis Indoor transformer substation manual for contractor.		
Abstract <p>Indoor transformer substation is popular choice in electric distribution of city district. Indoor transformer substation allows valuable building site to be used for other purposes. Also devices will not be visible for public. Indoor transformer substation has more strict specifications and regulations than outdoor transformer substations. My thesis will be useful when building similar transformer substation.</p> <p>The purpose of my bachelor's thesis was to find and gather specification and instructions which are needed in planning and building an indoor transformer substation. I also introduce this construction project step by step. Part of my bachelor's thesis was to advice and guide electrician`s in this construction project.</p> <p>The problem was the lack of switchgear assembling instructions. Missing instructions were found on the Internet. I translated the missing part of assembling instructions for electrician`s. I set the relay protection parameters and deployed the detuned filters. I solved malfunctions in distribution board for the main contractor.</p> <p>This bachelor`s thesis includes pictorial of different stages of this project. One appendix will not be published due to its secret information.</p>		
Subject headings, (keywords) indoor transformer substation manual for contractor, building indoor transformer substation, consumer indoor transformer substation.		
Pages 47+ 11 appendix	Language Finnish	URN NBN:fi:mamk-opin201091459
Remarks, notes on appendices One appendix will not be published		
Tutor Arto Kohvakka	Bachelor's thesis assigned by Empower Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TOIMEKSIANTO.....	2
3	SUUNNITTELU	3
4	MÄÄRÄYKSET JA LUVAT	4
4.1	Tulityöt.....	4
4.2	Rakentaminen katualueella	6
4.3	Merkinnät.....	6
4.4	EMC-häiriöt.....	7
4.5	Tilavaatimukset.....	9
4.5.1	Paloturvallisuus.....	10
4.5.2	Tilantarve	11
4.6	Ilmanvaihto ja Jäähdytys.....	12
5	RAKENTAMINEN.....	14
5.1	Kojeistot.....	15
5.2	Muuntajat.....	18
5.3	Kaapelointi.....	20
5.4	Maadoitukset.....	22
5.5	Kaukokäyttö ja valvonta	24
5.6	Energian mittaus	25
5.6.1	Virtamuuntajat	26
5.6.2	Jännitemuuntajat	28
6	KÄYTTÖÖNOTTO JA LOPPUTOIMET.....	32
6.1	Ilmoitukset rekisteriin	35
6.2	Käytönjohtaja.....	36
6.3	Relesuojaus	38
7	OMA TOTEUTUS.....	41
8	ARVIOINTI	42
9	PÄÄTÄNTÖ	43
	LÄHTEET	44

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni käsittelee sähkökäyttäjän kiinteistömuuntamon rakentamista. Työssäni tarkastellaan yleisiä rakentamismääräyksiä, rakentamista sekä käyttöönottoa ja lopputoimia. Työssä paneudutaan myös siihen, kuinka itse rakentaminen vaikuttaa keskijänniteverkkoon ja sen luotettavuuteen. Kiinteistömuuntamoita rakennetaan pääasiassa kaupunkialueelle, missä tila ja ulkonäköseikoista johtuen muuntamo ei voida sijoittaa muualle. Muuntamo kiinteistössä on aina tiukempien määräysten alla kuin missä tahansa muualla. Muuntamon voi omistaa joko verkonhaltija tai sähkökäyttäjä.

Opinnäytetyöni toimii ohjeena työnjohtajille ja asentajille. Työssä perehdytään suunnitteluvaiheessa huomioon otettaviin seikkoihin. Esimiehille opinnäytetyössäni on tietoa lupa-asioista, jotka tulee ottaa huomioon ennen muuntamon rakentamista ja sen valmistumisen jälkeen. Opinnäytetyö käsittelee yleisesti kiinteistömuuntamon rakentamisessa huomioon otettavia seikkoja sähkö-/verkostourakoitsijan kannalta. Kerron myös, miten asiat on otettu huomioon opinnäytetyön kohteessa ja miten vältetään vastaavilta ongelmakohdilta, joita opinnäytetyökohteessa ilmeni. Opinnäytetyöni tarkoitus on palvella niin ensimmäistä kertaa kiinteistömuuntamon rakentamisessa mukana olevia kuin vähän kokeneempaakin henkilöstöä.

Työni toimeksiantaja on Empower Oy ja yhteyshenkilönä toimii asennuspäällikkö Mikko Romo. Hän tarjosi aihetta tehtäväksi, koska ilmeni tarvetta koota kaikki huomioon otettavat seikat kiinteistöön sijoitettavan muuntamon määräyksistä. Kyseisessä kohteessa Sokoksen kiinteistön pääurakoitsijana toimii mikkeliläinen sähköurakointiyritys Eulux Oy ja muuntamon keskijännitepuolen, kuten muuntajat sekä kojeistot aliurakoi Empower Oy. Kohteen suunnittelusta vastaa suunnittelutoimisto Pöyry Building Services Oy.

Opinnäytetyössäni liite nro 11 (Keskijännitekaapelikartta) on luokiteltu salaiseksi ja sitä ei julkaista.

2 TOIMEKSIANTO

Kohde on osa S-ryhmän rakenteilla olevaa kauppakeskusta. Itse kohteena oleva kiinteistömuuntamo sijaitsee Maaherrankatu 13 pohjakerroksessa Mikkelissä. Muuntamo tulee syöttämään rakenteilla olevaa Pikkutori-kauppakeskusta sekä jo olemassa olevaa Maaherrankatu 13 kiinteistöä. Rakenteilla oleva kauppakeskus tarjoaa liike- ja toimistotiloja yli 18 000 m². Pikkutori rakennusprojekti tulee maksamaan noin 35 miljoonaa euroa. Kokonaisuudessaan Pikkutori projektiin sijoitettu rahamäärä nousee 50 miljoonaan euroon. (Tegelberg 2010.) Kauppakeskus on tarkoitus ottaa käyttöön syksyllä 2011.

Laajennusremontin yhteydessä sähkönkulutus tulee kasvamaan melkoisesti. Kohteessa vaihtoehtoina olivat joko energialaitoksen muuntamo ja pienjänniteliittymä tai kiinteistöyhtiön oma muuntamo ja keskijänniteliittymä. Yleensä sähkökäyttäjälle pienjänniteliittymä on edullisin vaihtoehto aina 500KW:iin asti. Tämä on kuitenkin vain yleinen ohjeistus, ja yli 250KW:n huipputeholla asia pitäisi todeta laskemalla (Roine Raimo 2003, 3). Kun kuormitusvirta on luokkaa 1250A, päädytään usein oman muuntamon hankintaan riippuen paikallisen verkkoyhtiön hinnoittelusta ja tilaajan halusta omistaa muuntamo (Ahorinta 2010).

Kohteen kuormitusvirraksi arvioitiin noin 2400A ja kokonaistehontarpeeksi 1600KVA. Tällä tehonkulutuksella huipputehoksi muodostuisi 0,9 tehokertoimella 1440KW. Näillä arvoilla voidaan olettaa, että keskijänniteliittymä tulee edullisemmaksi kuin pienjänniteliittymä. Kuormitukselle on jätetty kasvunvaraa muuntamotilaan, jossa on laajennusmahdollisuus kolmannelle muuntajalle sekä pienjännitekeskuslaajennukselle.

Toimeksiantaja

Empower on monikansallinen yritys jolla on noin 3000 työntekijää. Empower toimii Suomen lisäksi Ruotsissa, Virossa, Latviassa sekä Liettuassa. Yrityksen toimialueet jakautuvat kolmeen pääalueeseen: energia, tietoliikenne ja teollisuus. Energiapuoli kattaa sähköverkkourakoinnin aina pj- jakeluverkosta siirtoverkkoihin 400Kv. Yri-

tyksen juuret juontavat vuonna 1988 perustettuun Teollisuuden Voimansiirto Oy:öön. Empower syntyi 1998, jolloin Pohjolan Voima eriytti konsernin palvelutoiminnot omaksi alakonsernikseen PVO-Palvelut Oy:ksi. Vuonna 1999 yhtiön nimeksi tuli Empower Oy.

Kansainvälistyminen käynnistyi vuonna 2000, kun Empower hankki osakeenemmistö virolaisesta verkonrakennusyriyksestä Eesti Elektrivõrkude Ehituksesta. Vuonna 2002 yrityksestä tuli Empower Oy:n 100-prosenttisesti omistama tytäryhtiö Empower EEE AS. Vuonna 2001 Vattenfall Oy myi liiketoimintoja Empowerille, ja siitä tuli Empowerin osakas. Samalla Suomen Voimatekniikka Oy:stä tuli Empowerin tytäryhtiö. Vuoden 2003 lopulla konsernin johto sekä pääomasijoittajat 3i Group ja Nordea Capital ostivat Empowerin osakekannan Pohjolan Voimalta ja Vattenfallilta. Vuonna 2008 Empowerin omistus muuttui jälleen, ja omistajiksi tulivat AAC Capital Partners ja Empowerin johto. (Historia 2010.)

Empower Mikkelissä

Mikkelissä Empower Oy urakoi pääasiassa ESE-Verkko Oy:n tilaamia töitä sekä satunnaisesti myös Järvi-Suomen Energian tilaamia töitä, joista se kilpailee Eltel Networksin sekä Suur-Savon Sähkötyön kanssa. Televerkkopuolella Empower tekee kaikki Telia-Soneran rakennus ja huoltopalvelut alueella.

3 SUUNNITTELU

Muuntamon rakentaminen on suuri investointi. Suunnittelun täytyy olla huolellista ja rakentamisen perusteltua. Yleensä suunnittelussa tarve lähtee joko vanhan jo olemassa olevan muuntamon uusimistarpeesta tai kuten kohteessa, täysin uuden muuntamon rakentamista. Kohteen suunnittelu on ollut haastavaa, koska tarkkoja kulutustietoja ei ollut käytettävissä. Kohteeseen valmistuu paljon vuokrattavaa tilaa, joten kulutuksen arvioiminen on erityisen vaikeaa. Vertailukohtina voisi esittää vaikka kirjakauppaa ja ravintolaa, joiden sähkönkulutus on aivan eri luokkaa. Alustava laskelma perustuu neliötehoihin ja LVI-suunnittelijalta saatuun iv-koneluetteloon. (Ahorinta, Arto 2010.)

Suunnitteluvaiheessa sähkösuunnittelija selvittää muuntamoita koskevia rakennusteknisiä seikkoja kuten: käyttöhenkilöstön kulkureitit, muuntajan ja kojeiston kuljetusreitit, muuntamon tilantarve, palotekniset määräykset, ilmanvaihto. Suunnittelijan kuuluu selvittää myös sähköiset arvot kuten: keskijänniteverkon mitoitusosuuksien ja maasulkuvirta, sähkölaskutusmittareiden sijoitus sekä muuntamon sähköiset arvot. Sähkösuunnittelija tulee laatia kiinteistömuuntamosta seuraavat piirustukset: Asemapiirustus, pääkaavio, maadoituskaavio, sähköasennuspiirustus(1:50 muuntamotasosta), muuntamon rakennepiirustukset, johtotiepiirustukset ja kohteen sähköselostus. Näistä verkonhaltijalle lähetetään: Asemapiirustus, pääkaavio, johtotiepiirustus, maadoituskaavio ja mittauspiirikaavio sekä liittymää, mittauksia ja suojausta koskevat kohdat sähköselostuksesta alustavine aikataulutietoineen(Roine Raimo 2003, 3-4.)

Kompensointia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon verkonhaltijan mahdollinen verkkokäskyohjaus. Perinteinen automaattikondensaattoriparisto voi vahvistaa verkossa olevia yliaaltoja. Nykyisin suositellaankin käytettäväksi estokelaparistoja joiden estokelaparistossa kondensaattorin kanssa sarjassa olevat kelat tai estopiirit estävät ohjaussignaalin vaimenemisen(Uusimäki Jari 2004, 4-7.)

4 MÄÄRÄYKSET JA LUVAT

Rakentamista koskevia määräyksiä on todella paljon. Työohjeen kannalta onkin olennaista että erityisesti kiinteistömuuntamoita koskevia määräyksiä käsitellään. Työohjeen määräyksiä valittaessa yritin valita urakoitsijaa koskevia määräyksiä. Muuntamon rakentamista koskevia määräyksiä on toki enemmän, mutta olennaista on ottaa ne tärkeät ohjeet jotka poikkeavat muuntamon rakentamisesta yleensä kiinteistömuuntamon rakentamisessa.

4.1 Tulityöt

Kiinteistömuuntamossa joudutaan rakentamisaikana tekemään tulitöitä. Luvan varaisia töitä ovat esimerkiksi kaapelin jatkamien ja kaapelipäätteiden teko. Edellytys töiden suorittamiselle on tulityölupa. Tulityöluvasta on käytävä ilmi tulityön tekijä ja

työnantaja, tilaaja, työkohde, tulityöluvan voimassaoloaika, työmenetelmä, tulityökortin voimassaoloaika. Tulityövalvontasuunnitelmasta selviää vakituisen tulityöpaikan sijainti, tulityölupakäytäntö, tulityön luvanmyöntäjät, tulityön edellyttämät turvatoimet, työpaikan ja ympäristön erityisriskit, tulityövariointi, Ohjeet tulitöiden katto- ja vedeneristystöiden turvallisesta tekemisestä. (Suomen pelastusalan keskusjärjestö 2007.)

Ongelmakohta on yleensä että työn tilaus on tullut useamman toimijan kautta. Tällöin ei ole itsestään selvää kuka luvan myöntää ja kuinka työmaalla toimitaan tulitöiden kanssa. Tulityökohteet voidaan energia-alan kannalta jakaa kahteen tilanteeseen. Tilanne jossa kohteen omistajalla on velvollisuus laatia tulitöiden valvontasuunnitelman ja kohteet joissa omistajalla ei ole velvollisuutta laatia tulitöiden valvontasuunnitelmaa. Kohteissa kuten rakennustyömaat, teollisuustyömaat sekä yrityksissä tehtävät tulityöt, omistajan täytyy laatia tulitöiden valvontasuunnitelma. (Tulityöluvan myöntäminen 2009.)

Kohteet, joissa kohteen omistaja ei ole velvollinen laatimaan tulityön valvontasuunnitelmaa, noudatetaan tulityön tekevän yhtiön tulityömenettelyä. Työn tilaavan yhtiön on varmistuttava siitä, että työn toteuttavalla yhtiöllä on laadittuna asianmukainen tulityön valvontasuunnitelma. Näitä kohteita ovat yksityisten henkilöiden omistamat kiinteistöt. Mikäli taloyhtiöltä löytyy tulityön valvontasuunnitelma, toimitaan sen mukaisesti. Mikäli taloyhtiöllä ei ole olemassa valvontasuunnitelmaa, toimitaan tulityön tekevän yhtiön tulityömenettelyn mukaisesti. (Tulityöluvan myöntäminen 2009.)

Kun urakoidaan kiinteistömuuntamoita ja omistajana on taloyhtiö, toimitaan taloyhtiön tulitöiden valvontasuunnitelman mukaan. Mikäli taloyhtiöllä ei ole valvontasuunnitelmaa, täytyy toimia urakoitsijan valvontasuunnitelman mukaan. Kun urakoidaan verkonhaltijan omistuksessa olevassa muuntamossa, ja taloyhtiössä ei ole tulitöiden valvontasuunnitelmaa, toimitaan edelleen urakoitsijan valvontasuunnitelman mukaan. Verkonhaltijalla on oltava tieto omistamissaan muuntamoissa käytettävistä olevista lupakäytännöistä ja tiedotettava kohteessa käytössä olevasta käytännöstä urakoitsijalle. (Tulityöluvan myöntäminen 2009.)

4.2 Rakentaminen katualueella

Työstä katualueella esimerkiksi kaapelijatkoskaivannoista, on tehtävä ilmoitus kunnalle. Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 2007 mukaan ilmoituksen on yksilöitävä seuraavat työmaata koskevat tiedot.

- Alueen työnaikainen käyttö
- Milloin työ alkaa/päätyy
- Työssä käytettävien laitteet ja rakenteiden sijoitus
- Tilapäinen liikennejärjestely kaikki liikennemuodot huomioon ottaen
- Työstä vastaava henkilö ja hänen ammattipätevyytensä
- Mahdolliset kuntakohtaiset lisäselvitykset

Kunta voi periä vuokraa katu-alueesta siltä ajalta kun se ei ole kunnan käytettävissä. Maksun voi periä vain kerran yhdestä työmaasta. Työmaalla on oltava taulu josta tulee selvittää työn tekijä sekä työstä vastaavan yhteystiedot. Kunta voi antaa työn suorittamisesta ohjeita. Näillä ohjeilla on tarkoitus minimoida työmaan vaikutuksia esimerkiksi liikenteelle. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 1978.

4.3 Merkinnät

Merkinnät ovat tärkeä osa muuntamon rakentamista. Ne ovat käyttöönottotarkastuksissa huomioon otettavia seikkoja joita ei pidä väheksyä. Merkinnöillä varmistetaan että sähköalan ammattilaiset saavat tarvittavan tiedon sähkölaitteiston turvalliseen käyttöön, ja maallikot osaavat pysyä pois sähkötiloista. Muuntamotilan ulko-oveen tulee tehdä seuraavat merkinnät: Muuntamon yksilöivä tunnus kuten tunnusnumero ja tarvittaessa tilaajan kanssa sovittava katuosoite tai muu nimi. Jos muuntamo sijaitsee vaikeasti löydettävässä paikassa, niin on syytä tehdä reittimerkinnät kulkusuunnassa ulko-ovelta muuntamoon. Tämä tarkoittaa että kiinteistön ulko-oveen ja mahdollisiin välioviin on tehtävä muuntamon yksilöivät tunnukset kuten tunnusnumero ja tarvittaessa tilaajan kanssa sovittava katuosoite tai muu nimi sekä muuntamokilpi. Poistumistiemerkinnet on tehtävä poistumissuunnassa muuntamotilasta ja kiinteistöstä. Muuntajasulakkeiden kokomerkinnet. Tarvittaessa kytkinlaitteiden asennon osoi-

tusmerkinnät on sijoitettava ohjaimien viereen. Muuntamotilan oveen tulee sijoittaa Pääsy kielletty- kyltti. Kaapelikenoissa yksilöivät tiedot liittyvistä kaapeleista kadunnimi, muuntamonumero. (3.MUUNTAMOT 2010.)

Kiinteistömuuntamon kj-kaapelilähtö merkinnät

Kaapelin vaihemerkintä L1-L3, merkintä kaapelipäätteiden alapuolelle johtimiin merkintäteipillä, kaapelin osoitetiedot kuten kytkinasemalähdön tai muuntamon tunnus sekä kaapelin tyyppi ja poikkipinta. Kaapelimerkintä suoritetaan merkintäpannalla tai taskulla. (3.MUUNTAMOT 2010.)

4.4 EMC-häiriöt

EMC (electromagnetic compatibility), lyhenne tarkoittaa sitä, kun sähkölaite toimii sen sähkömagneettisessa ympäristössään aiheuttamatta ympäristölleen sähkömagneettisia häiriöitä. Kyseessä on direktiivi, joka määrittelee sähkömagneettisia häiriöitä. Häiriintyminen arvioidaan usein subjektiivisesti, joten mitään tarkkaa numeroarvoa ei EMC:lle voida antaa. (Björkman ym. 2008, 11.)

Kun rakennetaan kiinteistömuuntamoita rakennukseen jossa on vakituista asutusta, tulee häiriöt ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Oikeilla laitevalinnoilla voidaan merkittävästi pienentää aiheutuvia sähkömagneettisia häiriöitä. Muuntamon sähkölaitteissa kulkeva virta aiheuttaa 50hz:n taajuudella värähtelevän magneettikentän. Näitä häiriöitä kutsutaan pientaajuisiksi häiriöiksi(Björkman ym. 2008,67).

(Björkman ym. 2008) mukaan kiinteistömuuntamon suurimmat häiriönlähteet ovat:

- Virtatie muuntajalta pienjännitepääkeskukselle(Virtakiskot ja kaapelit)
- Muuntaja
- Keskijännitekojeisto
- Epäsymmetrinen kuormitus
- Pitkä etäisyys muuntajalta pienjännitekeskuksella

Voimakkaat magneettikentät huomataan yleensä ensimmäiseksi tietokoneen monitorilla. Niillä voi olla myös terveydellisiä vaikutuksia. Eritajuiset häiriöt vaikuttavat ihmiseen eri tavalla. Alle 100KHz:n häiriöt luokitellaan pientajuisiksi häiriöiksi. On havaittu, että magneettikenttien vaikutuksesta kudoksiin syntyvä sähkövirta vaikuttaa lihas- ja hermosoluihin. Lisäksi ovat mahdollisia näköaistimukset (fosfeenit). Hyvin voimakkaat pientajuiset sähkökentät ilmenevät pinnallisina ihovaikutuksina, jotka aiheutuvat pienistä kipinäpurkauksista ja ihokarvojen liikkeestä. Kansainvälinen syöväntutkimuskeskus IARC (International (Agency for Research on Cancer) luokittelee pientajuiset häiriöt luokkaan 2B. On todettu että luokkaan 2B kuuluvat altisteet aiheuttavat mahdollisesti syöpää. Saman luokituksen on saanut kahvi ja pakokaasut. (Björkman ym. 2008, 207-209.)

Kohteen kuivamuuntajissa on metallinen ulkokuori jolla on saavutettu kosketussuojaus ip 31. Suojakuori ehkäisee myös hyvin sähkömagneettisia häiriöitä.

Kohteen kiskosilloissa on metallinen ulkokuori, joka on maadoitettu. Kiskosillat sijaitsevat asennuslattian alapuolella joten ne eivät ole kosketeltavissa. Tämä lisää etäisyyttä ylempiin kerroksiin ja häiriöt vaimenevat tehokkaasti.

SF6 kaasueristeinen keskijännitekojeisto on pienempi sähkömagneettisten aiheuttaja kuin vastaavan kokoinen avokojeisto. Keskijännitekojeiston ja muuntajan välinen syöttökaapeli on tyyppiä HXCMK 1x35/16 jota suositellaan käytettäväksi koska siitä aiheutuvat häiriöt ovat vähäisiä. (STUL ry 2006, 43.)

Vanhoissa muuntamoissa voidaan eristää koko muuntamo-tila tai häiriöitä tuottavat kohteet 5mm paksuisella alumiinilevyllä joka maadoitetaan päämaadoituskiskoon. Ideana eristämässä on, että jo syntynyt magneettikenttä aiheuttaa pyörrevirtoja induoituessaan alumiinilevyyn. Tämä heikentää magneettikenttää ratkaisevasti. Magneettikenttä vaimenee etäisyyden kasvaessa itsestään. (Björkman ym. 2008, 160)

(Björkman ym. 2008 ,69) mukaan muuntamon magneettisia häiriöitä voidaan vähentää seuraavilla keinoilla

- Pidempi etäisyys häiriökohteeseen
- Pienempien vaihevälien käyttäminen
- Lyhyempi etäisyys muuntajan ja pienjännitekojeiston välillä

- Kiskosilta lattian alle katon sijasta
- Tasataan vaihekuormat symmetrisiksi
- Kiskosillan suojaus
- Muuntamon suojuus
- Kolmannen yliaallon suojaus
- Tehdasvalmisteisten matalakenttäisten muuntamoratkaisuiden käyttäminen

Ennen mahdollisia häiriömittauksia tulee selvittää muuntamon tekniset ominaisuudet, komponenttien sijoitus, virrankulutus ja muut tiedot jotka tukevat oletusta, että magneettivuon tiheys saattaa olla lähellä suositusarvoja. Tällöin aihetta selvittää alituumistaso tarkemmin. Uusissa muuntamoissa laitevalinnoilla ja sijoittelulla voidaan vaikuttaa paljon syntyviin magneettikenttiin. Björkman ym. 2008, 68)

4.5 Tilavaatimukset

Muuntajatilän suunnittelussa on otettava huomioon tiettyjä seikkoja. Jo käytännön asiat, kuten rikkoontuneen muuntajan vaihtaminen, tulee ottaa huomioon. Myös mahdollinen laajennustarve on huomioitava.

Jos rakennukseen tehdään sähkönkäyttäjän muuntamo, rakennuksen sähkösuunnittelija ilmoittaa tilalle asetettavat vaatimukset. Sähkösuunnittelijan tulee selvittää myös verkonhaltijalta myös keskijännitekaapeliverkon ja -kaapelien asettamat vaatimukset. Jos rakennukseen on tehtävä verkonhaltijan muuntamo, ilmoittaa verkonhaltija tilalle asetettavat vaatimukset. Verkonhaltija tekee muuntamotilan työpiirustuksen. Tästä piirustuksesta selviää verkonhaltijan ohjeistuksen mukainen muuntajan paikka. Verkonhaltijan ja kiinteistön omistajan välille tehdään kirjallinen sopimus muuntamon rakentamisesta ja hallinnasta. (MUUNTAMOTILA RAKENNUKSESSA 2002.)

4.5.1 Paloturvallisuus

Jos muuntamotilassa syttyy tulipalo, on rakenteille asetettu tietty paloluokitus. Seinä ja kattorakenteita kutsutaan osastoiviksi rakenteiksi. Osastoiva rakenne tarkoittaa, että palon leviäminen osastoivan rakenteen läpin kestää tietyn ajan. Osastoivan rakenteen ilmoitetaan paloluokkamerkinnällä esim EI60. Rakennusosiin kohdistuvia vaatimuksia kuvataan seuraavilla merkinnöillä: R kantavuus, E tiiviys, I eristävyys.

Merkintäyhdisteiden R, REI, RE, EI, E jälkeen ilmoitetaan palonkestävyysaika minuutteina yhdellä seuraavista luvuista: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240. Näin muodostuva merkintä on rakennusosan paloluokka. (RAKENNUSTEN PALOTURVALLISUUS Määräykset ja ohjeet 2002.)

Osastoivan rakenteen läpi kulkevien asennusten tiivistyksiä kutsutaan palokatkoiksi. Tämä tarkoittaa myös seinän läpi vietäviä kaapeleita. Kaapeliläpiviennit on eristettävä palokatkomassalla. Palokatkoilta edellytetään samaa paloluokkaa kuin sen ympärillä olevalta osastoivalta rakennusosalta. Palokatkomassan ja varauksien asentamisen saa suorittaa vain tyyppihyväksyntäpäätöksessä valtuutettu yritys tai henkilö. (SÄHKÖLÄPIVIEN TIEN PALOERISTÄMINEN 2004.)

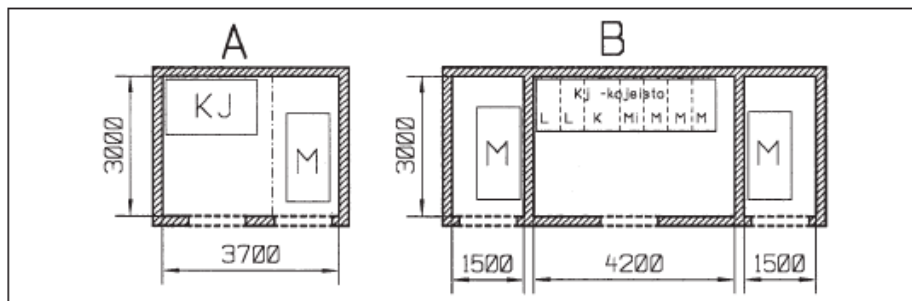
Taulukossa 1 on kerrottu muuntajatilojen paloluokitukset öljyeristeisellä sekä kuivamuuntajalla varustetusta muuntajalla. Liitteessä 2 on kuva muuntamotilan pohjapiirustuksesta jossa näkyvät tilan paloluokitukset.

TAULUKKO 1. Kantavien ja osastoivien rakennusosien luokkavaatimukset (Roine Raimo 2003,4).

Kerroksien lukumäärä	O1-luokan eristysnestettä sisältävän muuntajan tila		F0-luokan kuivamuuntaja- tai kojeistotila	
	Kantavien rakennusosien vaatimukset	Osastoivien rakennusosien vaatimukset	Kantavien rakennusosien vaatimukset	Osastoivien rakennusosien vaatimukset
Enintään 2	R 120	EI 120	R 60	EI 60
3–8 tai 1. kellaritaso	R 180	EI 120	R 60	EI 60
Yli 8 tai 1. kellaritason alapuolella	R 240	EI 120	R 120	EI 120

4.5.2 Tilantarve

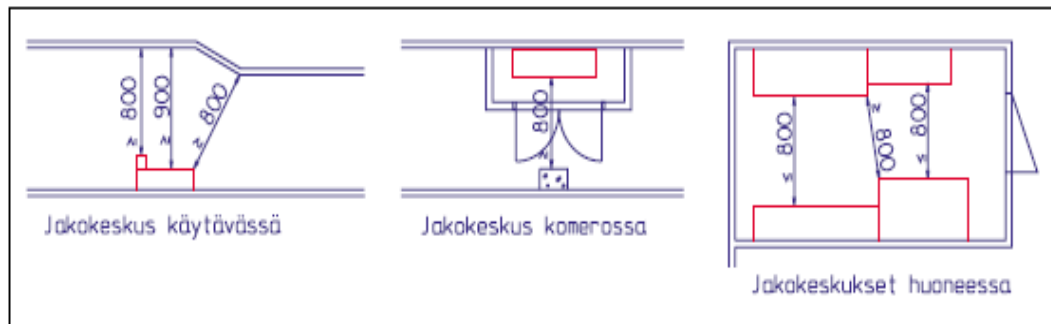
Tilantarve kartoitetaan suunnitteluvaiheessa, jossa määritetään suunnitellun kulutuksen perusteella muuntajan tai muuntajien koko sekä käytettävät kojeistot. Tilantarpeeseen vaikuttaa olennaisesti pienjännitekeskuksen sijoitus. Kohteessa on varauduttu yhden muuntajan lisäämiseen, sekä kolmannen pienjännitekeskuksen rakentamiseen sekä jo olemassa olevan pääkeskuksen laajentamiseen. Laajennusvaran jättäminen on huomioitava erityisesti kiinteistömuuntamossa. Jos laajennusvarat ovat puutteelliset, ei muuntajien ja keskusten lisäykset onnistu ilman rakenteiden muuttamista. Rakenteiden muuttaminen jälkikäteen on hankalaa ja kallista, ja usein myös mahdotonta. Kuvassa 1 on esimerkki sijoittelusta ja mitoista.



KUVA 1. Muuntajien sijoitusmalli.(Roine Raimo 2003, 5.)

Jos muuntajatilassa on ainoastaan yksi enintään 1600KVA:n muuntaja voidaan muuntaja sekä kojeisto sijoittaa samaan tilaan ilman väliseinää. Jos muuntamossa on kaksi yli 1000 KVA:n muuntajaa on ne molemmat sijoitettava omaan palotilaansa.(Roine Raimo 2003, 4-5.) Kohteen kiinteistömuuntamossa on muuntajat sijoitettu omiin palotiloihin vaikka nimellistehon puolesta ne voisivat sijaita samassa palotilassa.

Tilasuunnittelu ei pääty muuntamon ovelle, vaan muuntaja on saatava rakennukseen sisälle, ja kuljetettava mahdollisesti myös hissillä jonka kantavuus tulee varmistaa. Muuntamotilan korkeuden tulee yleisesti olla 2500 mm lisättynä tarvittavilla kanavan tai kaapelihyllyn korkeuksilla. Pienehköillä ja etenkin kosketussuojatuilla muuntajilla sekä SF6-eristeisillä keskijännitekojeistoilla voidaan päästä vähän pienempiinkin huonekorkeuksiin. (Roine Raimo 2003, 6.)



KUVA 2. Hoitokäytäväsuositukset(Pentti Eskelinen 2002,4)

”Nimellisvirraltaan vähintään 63 A:n keskuksen edessä on oltava esteetön hoitokäytävä, jonka leveys on vähintään 0,8 m ja korkeus vähintään 2 m (ks. kuva 2). Tilassa, jossa hoitokäytävän pituus on yli 10 m, on käytävän molemmissa päissä oltava poistumahdollisuus, kummassakin päässä vähintään 0,6 m leveä ja 2,0 m korkea.

Yli 6 m pitkiin käytäviin suositellaan myös järjestettäväksi poistumahdollisuus kumpaankin päähän”. (Pentti Eskelinen 2002,4.)

Kohteessa ongelmakohtaksi jäi muuntajien vaihtomahdollisuus. Vikaantuneen muuntajan vaihtaminen uuteen aiheuttaa aina jonkun verran purkamista, mutta suunnittelupöydällä voidaan vaikuttaa siihen että kuinka paljon. Kohteessa muuntamon vaihtaminen vaatii kiskosiltojen osittaisen purkamisen sekä asennuslattian poistamisen.

4.6 Ilmanvaihto ja Jäähdytys

Kiinteistömuuntamon sisäilman laadulla on suuri merkitys muuntajan ja kojeistojen kestävyteen. Laadulla voidaan käsittää lämpötilaa, likaisuutta ja kosteutta. Muuntaja ja kojeistot pölyntyvät ajan kuluessa. Tämä tapahtuu joka tapauksessa oli muuntamotilassa kuinka laadukkaat laitteet tahansa. Oleellisinta on se, että sisäilman suodatuksella saadaan pidennettyä puhdistuskertojen väliä ja näin säästetään muuntajan huoltokustannuksissa. Ilman lämpötila on pidettävä optimaalisena, jotta muuntajaa voidaan kuormittaa nimellisteho suuremmalla kuormalla. Sisäilman kosteus on myös huomioitava asia. Ilmaa käytetään eristeenä niin pienjännite kuin keskijännite-

puolellakin. Tämä tarkoittaa, että kasvanut ilmankosteus voi aiheuttaa vuotovirtoja eristeisiin ja pahimmassa tapauksessa läpilyöntejä. Molemmissa tapauksissa on yleensä seurauksena omaisuusvahinko. Myös lakipykälä asettaa vaatimuksensa sähkötiloihin ja kiinteistömuuntamoihin.

(Roine Raimo 2005, 2) Mukaan ilmastointilaitoksen on

- poistettava liiallinen lämpö tilasta ilmanvaihdolla ja/tai jäädytyksellä
- pidettävä tila riittävän kuivana ja lämpimänä
- estettävä tarvittavassa määrin tilan likaantuminen
- pidettävä ilman laatu tilan käyttötarkoituksen mukaisena

Kiinteistömuuntamon ilmanvaihto on haasteellisin toteutettava kun verrataan eri muuntamoja keskenään. Ilmanvaihto on yleensä toteutettava koneellisesti jotta kaikki hukkaenergia saadaan johdettua pois muuntamosta. Muuntajan ideaali ympäristön lämpötila on valmistajan mukaan $+20^{\circ}\text{C}$ astetta. Tässä lämpötilassa muuntajaa voidaan kuormittaa nimellistehollaan. Tämän pienikin ylittäminen lyhentää muuntajan taloudellista käyttöikää. Suurin sallittu ympäristön lämpötila on $+40^{\circ}\text{C}$. Muuntaja-valmistaja on määritellyt karkean taulukon jossa ympäristön lämpötila määrittää kuormitusasteen. Taulukossa 2 P tarkoittaa nimelliskuormitusta. (TRIHAL 2007.)

TAULUKKO 2. Muuntajan lämpötila/tehoeroimet (TRIHAL 2007)

Vuosittainen ympäristön keskilämpötila	Kuormitus
20°C	P
25°C	$0.97 \times P$
30°C	$0.94 \times P$
35°C	$0.90 \times P$

Kuivamuuntajat tuottavat yleensä aina enemmän häviötehoa kuin vastaavan kokoiset öljyeristeiset muuntajat. Kokonaishäviöt muodostavat yhdessä ympäristön lämpötilan kanssa kokonaisjäähdytystarpeen. Kokonaishäviöt muodostuvat tyhjäkäyntihäviöistä P_h sekä kuormitushäviöistä P_k ($P = P_h + P_k$). (Roine Raimo 2005, 10)

Kohteen muuntajan kuormitushäviöt ilmoitetaan 120°C kohdalla 11KW. Tyhjäkäyntihäviö P_h on kohteen muuntajalla 1,8KW. Tässä tapauksessa kokonaishäviöt olisivat 12.8KW muuntajaa kohden. Kojestolle mitoitushäviöiksi on laskettu 3 KW. Yhteen-

laskettu jäähdytystehontarve on siis $2 \cdot 12,8 + 3 = 28,6 \text{ kW}$. Kuormitushäviöt pienenevät suhteessa kuormitusvirran neliöön. Toisin sanoen, kun kuormitus putoaa puoleen, pienenevät häviöt neljäsosaan. (Roine Raimo 2005, 7) Kohteen molempien kuiva-muuntajat on koteloitu, joka jo itsessään huonontaa muuntajan jäähtymistä.

Kohteessa muuntajat ovat sijoitettu erillisiin palotiloihin, ja kummassakin palotilassa on oma poisto ja tuloilmakanavat. Näiden lisäksi molemmilla muuntajilla on oma ilmastointilaitteensa. Laitteet on valmistanut Tuusulalainen Chiller Oy. Järjestelmään kuuluu kaksi kiertoilmakojetta (LSD 1300), Jäähdytyspatteri keskijännitekojelussa (BOX 60). Rakennuksen katolla sijaitsee vedenjäähdytin (VGA 120), joka palvelee sähkötilojen kiertoilmakojeita. Vedenjäähdytyskoneen jäähdytyskapasiteetti on 33,6kW. Pienjännitekeskustilassa on oma jäähdytyslaitteistonsa.

5 RAKENTAMINEN

Rakentamisen aikana on syytä olla tiiviissä yhteistyössä verkonhaltijan kanssa. Tämä on itsestään selvää kun rakennetaan verkonhaltijan jakelumuuntamo. Sähkökäyttäjän kiinteistömuuntamon rakentamisessa on kuitenkin kuultava verkonhaltijan ohjeistus koska verkonhaltija on vastuussa energianmittauksesta, sekä keskijänniteverkon suojauksesta.

(Roine Raimo 2003,3-4) mukaan muuntamon rakentamisessa on sovittava verkonhaltijan kanssa sovittava:

- Liittymisjohtojen asentamisen ja jännitteen kytkemisen toteutus.
- Työn suorituksen ajankohta.
- Mittamuuntajien hankinta. Jos rakennuttaja hankkii mittamuuntajat, varmistetaan niiden lajit ja tarkkuusluokat
- Kj-verkon suojausta koskevat tiedot ja releiden asettelut.
- Kompensointilaitteistot
- Verkonhaltijan mahdolliset ohjeet muuntamon rakentamisesta.

Vielä ennen kytkentää verkonhaltijan edustaja muun muassa varmistuu siitä, että liittäjän sähkölaitteiston kunto sallii sen liittämisen verkkoon. Liittäjän on esitettävä

sähkölaitteistoa koskeva tarkastuspöytäkirja verkonhaltijan sitä pyytäessä. Verkonhaltija tarkastajaa suojareleidenasettelut ja mittalaitteiden asennukset. Verkonhaltija kytkee sovittuna ajankohtana jännitteen muuntamoon (Roine Raimo 2003, 4).

Projekti alkoi elokuussa 2009, jolloin verkonhaltija alkoi järjestelemään keskustan keskijännitekaapelointia uusiksi. Tuolloin rakennettiin kaapeliyhteys toriparkin tulevalta kytkinlaitokselta valmistuvaan sokoksen muuntamoon. Eulux Oy:n toimitusjohtaja Tuomas Hynösen mukaan tilojen muutostyöt alkoivat marraskuussa 2009. Muutostöitä jouduttiin tekemään vähän kerrallaan, koska tilaaja halusi pitää kauppakeskuksen täydessä toiminnassa joulun ajan. Helmikuussa s-market siirtyi väliaikaisiin tiloihin ja rakentaminen pääsi vauhtiin. Itse muuntamon keskijännitekojeiden kasaminen päästiin aloittamaan helmikuun alussa. Kojeistot koottiin pala palalta, samalla johdotettiin muuntajat. Samaan aikaan pj-puolella rakennettiin kiskosiltoja muuntajilta pj-keskuksille. Kojeistot saatiin koottua maaliskuun alussa. Vanhalta puistomuuntamolta käännettiin rengassyötön toinen pää kiinteistömuuntamolle. Verkonhaltijan tarkastettua releiden asetteluarvot ja mittalaitteasennukset, kytkettiin kiinteistömuuntamoon sähköt. Rengasverkon toinen pää syötti vielä vanhaa puistomuuntamoaa, koska suurin osa rakennuksesta sai syöttönsä sitä kautta.

Vanhan puistomuuntamon syöttöjen kääntö uudelle pienjännitekeskukselle tehtiin yöaikaan, jottei kiinteistön normaali päivätoiminta häiriintyisi. Kun kaikki syötöt saatiin lopulta kytkettyä pois puistomuuntamolta, käännettiin sitä syöttävä kaapeli kiinteistömuuntamoon. Puistomuuntamo purettiin pois rakennustyömaan tieltä. Opinnäytetyön valmistuessa kiinteistömuuntamo syöttää ainoastaan sokoksen rakennusta ja suurin osa tulevasta kulutuskohteista saa syöttönsä omalta pienjänniteliittymältä. Pikkutoriprojektin edetessä loputkin kohteista tullaan kääntämään kiinteistömuuntamolle. Kun projekti valmistuu 2011 syksyllä, kiinteistömuuntamo syöttää koko pikkutori ostoskeskusta.

5.1 Kojeistot

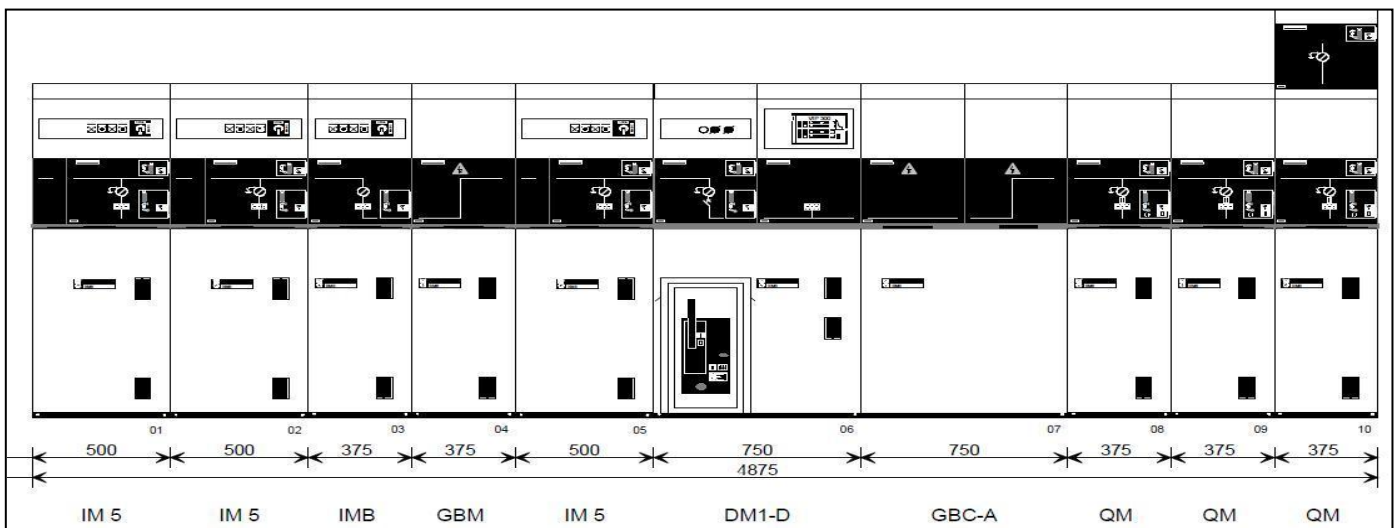
Keskijännitekojeistona kohteessa käytetään Schneiderin valmistamaa Merlin Gerin sm6 sarjan kojeistoa. Sf6 tyyppinen kojeisto on yleinen nykypäivän keskijänni-

teasennuksissa. Sf6 kojeisto vie vähän tilaa vastaavaan avokojeistoon verrattuna. Kojeisto on myös turvallisempi ja luotettavampi.

Sm6 kojeistojen kaasutilat ovat suljettu käyttöäksi ja näin ollen paineenvälvontaa ei käytetä. Virhekytkennät on estetty keskuslukitusjärjestelmällä sekä kolmitoimisilla kolmiasentoisilla kuormanerotimilla. Kaapelitilojen ovet avautuvat vasta kun maadoituserotin on kytketty kiinni. Kojeistossa ei tarvita erillisiä työskentelysuojia ja sulakkeiden vaihto tehdään käsin. Valokaaripaineen purkaus tapahtuu hallitusti alas kojeiston taakse vaarantamatta käyttöhenkilökuntaa. Tämän vuoksi erillisiä purkausluukkuja ei tarvita. (Tekninen erittely 2009). Kuvia kojeiston kokoamisesta liitteessä 7.

Kojeisto koostuu seuraavista osista.

- Kolme varokekuormaerotinta, (QM375),
- Kolme kuormaerotinta (IM500)
- Pitkittäiserotin (IMB375)
- Nousukenno (GBM)
- Pitkittäiskatkaisija (DM1-D)
- Mittauskennosta (GBC-A)
- Kiskomaadoituserotin (EMB)



KUVA 3.Kojeiston profiilikuva(Kojeluettelo 2009)

Kuvassa 3 on kojeiston profiilikuva sekä valmistajan kennotunnukset. Kojeistoon liittyy paikallinen verkonhaltija Ese-verkko omilla liittymiskaapeleillaan. Vanha renkasverkko liitetään kennoihin 01 ja 02. Kenno 03 on pitkittäiserotin. Kenno 04 on

syöttö toriparkin kytkinlaitokselta. Kojeistoa pystytään siis syöttämään kolmesta eri suunnasta mikä tekee sähkösaannista erittäin luotettavaa. Tämä ei ole tietenkään ainutlaatuista kaupunkiverkossa, vaan uudisrakentamisessa pikemminkin käytäntö.

Kuormaerotin (IM5) Näihin kennoihin liitetään verkonhaltijan syöttökaapelit.

Erottimet ovat kauko-ohjattuja ja niitä ohjataan verkonhaltijan valvomosta käsin.

Pitkittäiserotin (IMB375) on verkonhaltijan käytössä. Tällä erottimella verkonhaltija ohjailee eri syöttösuuntia. Erotin on varustettu kaukokäyttömahdollisuudella, jolloin ohjaustoimenpiteet voidaan suorittaa valvomosta käsin.

Nousukenno (GBM) Nousukenno kuormaerotinkennon (IM5) ja katkaisijakennon (DM1-D) toisiinsa.

Pitkittäiskatkaisija(DM1-D) toimii muuntamon pääkytkimenä. Kohteessa on kaksi 1000KVA:n muuntajaa joten pääkytkimenä vaaditaan käytettäväksi katkaisijaa (Roinen Raimo 2003, 11). Katkaisijan käyttö pääkytkimenä on suositeltavaa myös siksi että siinä on pienempi ylimenoresistanssi kuin varokekuormaerottimen sulakkeessa. Katkaisija on ulosvedettävää mallia. Katkaisijan avainlukitusjärjestelmä on liitetty kiskomaadoituserottimeen, joten katkaisijan päälle ohjaaminen kiskomaadoituserottimen ollessa kiinni, ei näin ole mahdollista. Katkaisija varustetaan Schneiderin Vip 300 suojareleellä. Releessä on 3 vaihekohtaista virtamuuntajaa. Se havaitsee maasulun, sekä toimii myös ylivirta/oikosulkusuojana.

Mittauskenno (GBC-A). Tässä kennossa tapahtuu verkonhaltijan energianmittaus. Virtamuuntajat ARM3/N2F. Jännitemuuntajat ovat tyyppiä VRQ2n/S2.

Kuormavaroke-erotin(QM) Nämä ovat nk. lähtökennot. Sulakesuojatut erottimet toimivat ylivirtasuojina muuntajille. Sulakkeiksi on valittu 50A Fusarc tyyppiset sulakkeet. Kuormavaroke-erotin havaitsee myös yhden sulakkeen palamisen, ja osaa avata erottimen tämän tapahtuessa. Näin säästytään laitevauriolta joita voi syntyä vinokuorman johdosta.

Kiskomaadoituserotin (EMB)

Kiskomaadoituserottimella voidaan maadoittaa kojeiston asiakkaan puolen kokoojakiskot. Kiskomaadoituserottimen ja kiinteistön pääkytkimen (DM1-D) välillä on avainlukitus joten virheellisten käyttötoimenpiteiden tekeminen ei ole mahdollista.

Kojeisto koottiin mittatilaustyönä valmistetulle asennustelineelle. Teline on kiinnitettävä huolellisesti lattiaan ja kojeisto telineeseen. Kojeston on pysyttävä varmasti paikoillaan valokaarioikosulun aikana. Metallinen teline on syytä myös maadoittaa.

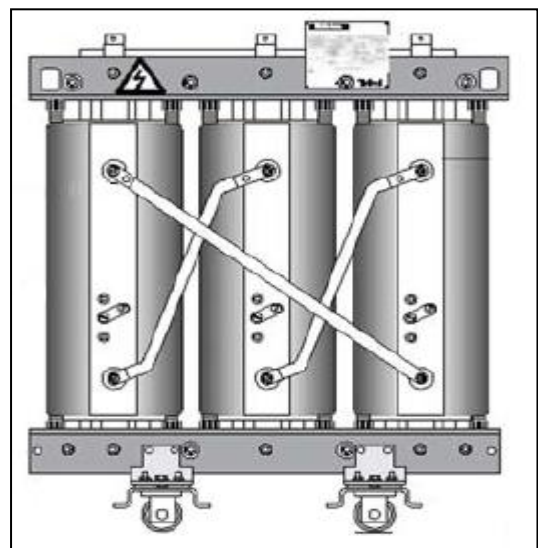
5.2 Muuntajat

Muuntajan valinta on aina laskettava olemassa olevan tehokalkelman perusteella. Kohteessa mitoitustehoksi laskettiin 1600KVA. Kohteeseen olisi siis riittänyt 2 kpl 800KVA:n muuntajaa. Tehokalkelmat eivät ole tarkkoja, vaan perustuvat arvioituihin neliötehoihin. Kuormitukselle ei olisi jäänyt kasvunvaraa ja tämän vuoksi muuntajat valittiin ”pykälää” suuremmaksi. Kohteessa on varaukset myös kolmannelle muuntajalle sekä pienjännitepääkeskukselle. (Ahorinta 2010)

Muuntajiksi valittiin 2kpl France Transfo:n valmistamaa Trihal valuhartsimuuntajaa. Valuhartsimuuntaja on niin sanottu kuivamuuntaja, joka täyttää seuraavat luokitukset (F1) joka on paloluokitus eli tässä tapauksessa itsestään sammuva. (Roine Raimo 2003,9). Kuvassa 4 Trihal valuhartsimuuntaja ilman suojakotelo. Liitteessä 8 muuntaja asennettuna paikoilleen.

Muuntajan sähköiset arvot:

- $S_n = 1000\text{KVA}$
- $U_n = 20\ 500\text{V}$
- $P_0 = 1800\text{W}$
- $P_k(120^\circ) = 11000\text{W}$
- $F = 50\text{Hz}$
- $U_k = 6\%$



KUVA 4.Trihal valuhartsimuuntaja(TRIHAL 2007)

Kohteen muuntajissa on metallinen ulkokuori, jolla on saatu ip 31 kosketussuojaus. Metallikuori vähentää huomattavasti muuntajan aiheuttamia sähkömagneettisia häiriöitä. Kuivamuuntaja on hyvä valinta rakennukseen sijoitettavaan muuntamoon koska se ei sisällä palokuormaa lisäävää eristeöljyä. Kuivamuuntajilla on toki omat huonot puolensa verrattuna vastaavan kokoiseen öljyeristeiseen muuntajaan. (Roine Raimo 2003, 9.) Luettelee kuivamuuntajan huonoja puolia.

- Öljyeristeinen muuntaja on n 2-3 kertaa halvempi kuin kuivamuuntaja.
- Luotettavuus on osoittautunut huonommaksi kuin eristysneste O1 luokan muuntaja. Kuivamuuntajilla on kuitenkin valmistajasta ja rakenteesta johtuvia selviä luotettavuuseroja.
- Ylikuormitettavuus on selvästi huonompi kuin öljyeristeisillä muuntajilla.
- Kosketussuojaus on toteutettavissa koteloinnilla. Tämä kuitenkin vähentää muuntajan ylikuormitettavuutta.
- Joillekin kuivamuuntajille on asetettu pienempiä käyttölämpötila-arvoja kuin O1 luokan muuntajalle.
- Vesisammutuksen käytössä on enemmän rajoituksia kuin öljyeristeisellä muuntajalla.

Muuntajavalinnassa on otettava huomioon mahdollisen varamuuntajan saatavuus.

Mikäli muuntaja vikaantuu käytössä, niin uuden muuntajan tilalle saaminen saattaa kestää kuukausia. On todennäköisempää että paikalliselta verkonhaltijalta löytyy varamuuntajina öljyeristeisiä muuntajia kuin kuivamuuntajia. Kohteen molempia pienjännitekeskuksia pystytään syöttämään yhdellä muuntajalla. Yksi muuntaja ei kuitenkaan riitä koko rakennuksen ylläpitoon vaan kuormia on karsittava.

5.3 Kaapelointi

Kohteen keskijännitekaapelointi on toteutettu kokonaisuudessaan käyttäen AHXCMK-W 3x240+70 kaapelia. Omasta kokemuksesta voin todeta, että nykyisin paikallinen verkkoyhtiö ylimitoittaa kaikki kaapelit, niin pien- kuin keskijännitekaapelit keskustan alueella. Tämä on perusteltua siksi, että keskusta on pitkälti rengasverkossa, joten mitoittaminen pelkästään yksittäisten renkaaseen kytkettyjen kulutus-pisteiden mukaan ei ole järkevää. Kuva kohteen lähellä olevasta keskijännitekaapeloinnista liitteessä 1. Savilahdenkadun varrella olevasta muuntamosta 164 lähtee vanha, kaapeli, joka jatkettiin jatkopaikassa 1 (Katso liite 11) AHXAMK-W kaapeleihin sekajatkolla. Kaapelin toinen pää tulee uudelta kiinteistömuuntamolta. Hallituskadun muuntamolta 164 kaapeli on jatkettu jatkopaikka 2 kohdalla AHXAMK-W kaapeleihin joka on vedetty SOK:n kiinteistömuuntamolle. Toriparkin kytkinlaitokselle on varattu oma kaapelinsa. Kun toriparkin kytkinlaitos otetaan käyttöön, Hallituskadulta tuleva kaapeli katkaistaan toriparkin kytkinlaitoksen kohdalla ja molemmat päät liitetään sinne. Lopullinen yhteys uudelle kiinteistömuuntamolle on yksi kaapeli hallituskadun muuntamolta ja kaksi kaapelia toriparkin kytkinlaitokselta.

”AHXAMK-W on halogeeniton, PEX-eristeinen, alumiininauhalla varustettu, PE-vaippainen 3-johdinkaapeli, jossa on pyöreät, kerratut alumiinijohtimet. Kolme vai-pallista johdinta on kierretty pyöreän, kerratun kuparisen maadoitusjohtimen ympäril-le. SFS 5636 -standardin mukainen kaapeli on kestävä, täysin vesitiivis ja tarkoitettu kiinteästi maahan laskettavaksi. Johtimien lankaluku ja resistanssi ovat IEC 60228 luokan 2 mukaiset. AHXAMK-W ei ole palonkestävä”.(AHXAMK-W 24kV 2008)

AHXAMK-W kaapelin maksimitaivutussäde löytyy yleensä valmistajan Internet si- vuilta. AHXAMK-W 3x240/70 kaapelin pienin taivutussäde valmistajasta riippuen on noin 70 cm. Tämä tuo oman haasteellisuutensa kun kaapeli kun kaapelia tuodaan ahtaaseen kiinteistömuuntamoon(Katso liite 8). Kohteeseen oli suunniteltu asennus- lattia jonka alla kaapelit saatiin tuotua kojeistolle siististi ja lisäksi poissa näkyvistä. Läpiviennit tulee tiivistää huolellisesti jo ulkopuolelta jotta vältetään mahdollisilta vesivahingoilta.

AHXAMK-W kaapelit liitettiin kojeistoon Enston valmistamalla HITW1.2404L sisäpäätteellä. Päätepakkaus sisältää kaapelikengän kokoluokkaan 150-300mm²

Muuntajan ja keskijännitekojeiston väliset kaapelit ovat tyyppiä HXCMK 1x35/16. Kaapelipääteinä käytettiin myös Enston valmistamaa HITW1.2402L sisäpäätetä (Katso liite 8). Kaapelikengän kokoluokka on tässä pakkauksessa 25-95mm². Kyseinen kaapelityyppi on yleisesti käytetty muuntajan liittämiseen keskijännitekojeistoon. Jos etäisyys on pitkä tai muuntaja on suojattu katkaisijalla, tulee mitoitus aina tarkistaa (STUL ry 2006, 10).

Kun kohteessa on muuntaja suojattu katkaisijalla, tarkistin johtimen riittävyyden. Esimerkiksi Prysmian ilmoittaa valmistamalleen kaapelille HXCMK 1x35/16 mitoitusvirraksi jatkuvassa 90°C lämpötilassa 220A 20Kv:n jännitteellä. Valmistajan mukaan kaapelin kuormitettavuuteen vaikuttaa myös onko kosketussuojapiiri eli kaapeleita ympäröivä kuparipunos avoin vai suljettu. Kyseinen 220A arvo on suojapiirin ollessa avoin ja 215A piirin ollessa suljettu. (Hxcmk 1-johtiminen 2008). Tästä voimme tehdä johtopäätöksen että kaapeli kykenee johtamaan muuntajan tarvitseman virran.

Yhden muuntajan kuormitus:

$$S_n = (\sqrt{3} * U * I)$$

Kaavasta muuntamalla saadaan virta I

$$I = \frac{S_n}{\sqrt{3} * U}$$

I = Virta

U= Jännite 20Kv

S_n = Näennäisteho 1000KVA

Yhden muuntajan vaihevirraksi saadaan 28,8A 20Kv jännitteellä.

Matka kojeistolta kauimmaiselle muuntajalle on noin 10 metriä.

Jännitteen alenema saadaan lyhyillä etäisyyksillä, avojohdoilla <100km ja kaapeleilla <20km yhtälöstä

$$U_h = I(R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

U_h	=Vaihejännitteen alenema %
I	= Virta
R	= Johtimen vaihtovirtaresistanssi
X	= Johtimen vaihtovirtareaktanssi
φ	= Vaihejännitteen ja vaihevirran välinen siirtokulma

$$\Delta U_v = 28.87 * ((0,00524 * 0,98) + (0,0065 * 0,1989)) = 0.186V$$

$$U_v = 20KV \div \sqrt{3} = 11,6KV$$

$$p = \left(\frac{U_{\Delta v}}{U_v} \right) \times 100\% = \left(\frac{0,000186KV}{11,6KV} \right) \times 100\% = 0.0016\%$$

(TTT-käsikirja,2000a.)

Yllä olevassa laskutoimituksessa on käytetty kaapelivalmistajan (REKA) antamia resistanssin ja reaktanssin arvoja. $\cos \varphi$ arvona käytetään suunnittelijan määräämää verkon kompensointipariston tavoitearvoa 0,98. Jännitteen alenemaksi muuntajan ja kojeiston välille saadaan 0.0016%. SFS 6000-525 mukaan hyväksyttävä jännitteenalenema on liittymiskohdan ja kulutuslaitteen välillä on <4%. Kaupunki ja taa-jama-alueen suurjännitejohtimissa suositellaan käytettäväksi raja-arvoja 0,5-2%. Molemmat raja-arvot alittuvat joten kyseistä kaapelia voidaan tässä tapauksessa käyttää. (TTT-käsikirja 2000a)

5.4 Maadoitukset

Maadoitusjärjestelmän on täytettävä neljä vaatimusta:

1. Riittävä mekaaninen lujuus ja korroosion kestävyys.
2. Suurimman vikavirran kestävyys termisesti.
3. Omaisuuden ja laitteiden vaurioitumisen estäminen.
4. Henkilöiden turvallisuuden varmistaminen suurimman maasulkuvirran aikana maadoitusjärjestelmissä esiintyvien jännitteiden suhteen.

(Suurjännitesähköasennukset 2005, 77)

Kohteessa käytettiin yhteistä maadoitusta keski- ja pienjännitejärjestelmien välillä. Alkuperäisessä suunnitelmassa muuntajan tähtipisteen maadoitus tapahtui pääkeskuksella. Toteutuneessa johdotuksessa päädyttiin tähtipisteen maadoitus tekemään muuntajatilaa maadoituskiskoon. Maadoituksessa käytetyt johdin poikkipinnat olivat myös standardiin nähden ylimitoitettuja. Pöyryn Building Servicen suunnittelija Arto Ahorinnan mukaan poikkipintoja suurennettiin standardin vaatimasta arvosta mekaanisen kestävyuden parantamiseksi. Pääurakoitsijan päätöksellä siirryimme käyttämään pienempää, standardin mukaista poikkipintaa. Standardin vaatimat johdin poikkipinnat sekä maadoituskaavio esitetty liitteessä 4. Kaikki muuntamon iv-putket ja kaapelihyllyt maadoitettiin pienjännitepuolen-päämaadoituskiskoon.

Suunnittelutoimisto Headpower ohjeistaa seuraavasti maadoitusjärjestelmän rakentamisesta: Muuntamon maadoituskiskosta asennetaan tähtipisteen maadoitusjohdin muuntajan n-navan kautta muuntajan maadoituskohtioon. Rakennukseen sijoitetussa muuntamossa ei tällöin saa asentaa pienjännitekeskuksen PEN-kiskosta maadoitusjohdinta muuntamoon maadoituskiskoon (Katso liite 9), koska se aiheuttaisi hajamagneettikenttiä ja todennäköisesti myös häiriöitä (Katso liite 4). Muuntamon maadoitusjohtimet ovat pääasiassa CU-50 kuparijohtimia joilla kootaan muuntajan johtavat osat muuntamon maadoituskiskoon.

Molemmissa muuntamokopeissa oli omat maadoituskiskot (Katso liite 9), joihin muuntajat maadoitettiin. Nämä kiskot ovat yhteydessä muuntamon päämaadoituskiskoon. Kohde liitettiin nk. laajaan maadoitusverkkoon. Laaja maadoitusverkko tarkoittaa sitä, kun useat muuntopiirit ovat yhdistetty toisiinsa esim kupariköydellä. Laaja maadoitusverkko on yleinen keskustoissa ja taajama-alueella. Laajan maadoitusverkko ”katkaistaan” ja molemmat päät tuodaan muuntamon päämaadoituskiskolle (Katso liite 9). Laajaan maadoitusverkkoon kuulumisen antaa tiettyjä helpotuksia koskien maadoitusjärjestelmän mittaamista ja kunnossapitoa. Laajaan maadoitusjärjestelmän tai potentiaali-ohjaukseen käytetyn elektrodin impedanssia ei tarvitse mitata, vaan maadoituksen riittävyys ja kunto voidaan todeta muulla tavalla. Myös kosketusjännitesuojauksen katsotaan olevan riittävä kun järjestelmä kuuluu laajaan maadoitusverkkoon. (Suurjännitesähköasennukset 2005, 77)

Jos järjestelmä ei olisi osa laajaa maadoitusverkkoa, jouduttaisiin kosketusjännitteet laskemaan ja maadoitusresistanssit mittaamaan. Arvojen riittävyys täytyisi tarkistaa standardin 6001+A1 Suurjännitesähköasennukset 2005, 79 mukaisella kaavalla ja vertaamaan saatujen arvojen riittävyttä standardin 6001+A1 Suurjännitesähköasennukset 2005, 78 kosketusjännitekäyrään.

5.5 Kaukokäyttö ja valvonta

Kaukokäyttö on yleistymässä jakeluverkon tärkeissä solmukohdissa ja haja-asutusalueilla tärkeimmissä erottimissa. Ideana on että valvomosta käsin pystytään suorittamaan käyttötoimenpiteitä sekä suorittamaan valvontaa. (STUL ry 2006, 42) mukaan kaukovalvontaan voidaan sisällyttää esimerkiksi.

- oiko- ja maasulkuilmaisimien toimintaa
- muuntajan ja muuntamon lämpötila
- kytkinlaitteiden tilatietoa
- muuntamon kuormitusta

Kaukovalvontaa käytetään ohjaus- ja tuntoelinten apukoskettimien tilatietojen välittämiseen sekä myös sähköisten suureiden etäluentaan.

Kauko-ohjaus voi kohdistua kaapelilähtöjen, muuntajan kytkinlaitteiden toimintoihin, linjaerottimien toimintaan sekä moneen muuhun. (STUL ry 2006, 42)

Tärkeimpänä hyötynä saavutetaan valvonnan helppous. Normaalitilanteessa voidaan valvoa laajasti verkon toimintaa. Vikatilanteen sattuessa, vikapaikka voidaan paikallistaa nopeasti ja aloittaa sen rajaaminen. Näin viasta aiheutunut sähkökatko saadaan pidettyä mahdollisimman pienenä ja asiakkaat tyytyväisinä. Parhaimmassa tapauksessa vikatilanne voidaan hoitaa yhden ihmisen toimesta jolloin ei tarvitse hälyttää asentajia töihin vian sattuessa työajan ulkopuolella. Näin syntyy myös kustannussäästöä. Toisaalta säästöä syntyy vähentyneiden käyttökeskeytyskorvausten takia.

Apuenergian avulla avatut erottimet, maadoituserottimet, katkaisijat, varokekuormaerottimet ja kytkimet on voitava avata ja sulkea paikallisesti. Kun kauko-ohjaus on käytössä, paikallis-/kauko-ohjauksen valinta on voitava tehdä paikallisohjauspaikassa sekä tarvittaessa kaikilla laitteiden muilla ohjauspaikoilla. (Suurjännitesähköasennukset 2005,66.)

Kohteessa verkkoyhtiö valvoo ainoastaan kennoja joihin se liittyy omilla kaapeleillaan, sekä myös linjaerotinta. Kohteessa olisi mahdollista valvoa myös pääkatkaisijaa ja varokekuormaerottimia, mutta näille ei ole järjestetty valvontaa. Kaukokäyttökeskus on Netcontrol yrityksen valmistama ja sen sähkönsyöttö on ups-varmennettu. Tiedonsiirto tapahtuu GSM-tekniikalla. Kuva kaukokäyttökeskuksesta asennettuna liitteessä 10.

5.6 Energian mittaus

Kohteessa käytetään epäsuoraa energian mittausta. Epäsuoraa energianmittausta käytetään kun mitattavat suureet joko virta tai jännite on liian suuri mittareille. Pienjännitepuolella epäsuoraa energianmittausta käytetään, kun mitattava virta on yli 63A.

Mittamuuntajat sisältyvät yleensä urakoitsijan toimitukseen, mutta niistä on kuitenkin aina sovittava paikallisen verkonhaltijan kanssa. Muutamit verkonhaltijat toimittavat mittamuuntajia. (Roine Raimo 2003, 15.)

Mittamuuntajat suojaavat mittauspiiriä ylikuormitukselta ja erottavat sen päävirtapiiristä. Mittamuuntajat mahdollistavat mittalaitteiden sijoittamisen etäälle mittapaikasta. Virtamuuntaja muuntaa virran sopivaksi toisiopuolelle kytketyille mittareille ja releille tietyn muuntosuhteen mukaan. Jännitemuuntaja muuntaa jännitteen mittareille sopivaksi.

Kohteessa energian mittaus tapahtuu muuntamon keskijännitepuolella mittauskenossa. Kennossa sijaitsevat virtamuuntajat sekä jännitemuuntajat (Katso liite 10). Tavallisimmin verkonhaltijan muuntamossa energian mittaus tapahtuu pienjännitepuolella. Tämä siksi koska asiakas ostaa sähkön pienjännitetariffin mukaan. Kohteen kWh-mittari on merkiltään Actaris ACE6000 Katso. (liite 10 kuva energiamittari).

Mittari on kaukoluettava. Kohteen asiakas vuokraa tiloja osan tiloista eteenpäin, joten lähes kaikki pienjännitekeskuksen lähdöt on varustettu takamittauksella. Takamittauksessa käytettävät mittarit ovat tyyppiä Carlo Gavazzi EM 21.

5.6.1 Virtamuuntajat

Virtamuuntajat ovat tyyppiä Schneider Electric ARM3/N2F. Virtamuuntajassa on yksi ensiöpuolen käämitys, sekä kaksi toisiopuolen käämistä. Kaksoiskäämitykset eroavat toisistaan käyttötarkoituksen perusteella. Ensimmäiset käämit on tarkoitettu mittaukseen ja toiset suojaustarkoitukseen. Kytkettynä oleva mittauskäämitys on tarkkuusluokkaa 0.2S, kun taas suojauskäämitys on luokkaa 5P. P on suojauskäämin tunnus. Molempien käämien toisiovirta on 5A. Toisiovirta viedään KWh mittarille. Suojauskäämitys jätetään pois käytöstä ja toisionavat oikosuljetaan. Taulukossa 3 on eritelty virtamuuntajien sähköiset termit yksityiskohtaisemmin. (TTT-käsikirja 2000b)

TAULUKKO 3. Virtamuuntajan sähköiset arvot (Sm6-24 2008)

		<u>Mittaus</u>	<u>Suojaus</u>
Eristyskoejännite/ensiö	Kv/1min	50	50
Syöksyaaltokoejännite/ensiö	Kv/1,2/50µs	125	125
Dynaaminen kestovirta	I dyn	63kA/125kA	63kA/125kA
Terminen kestovirta	I th	25kA/50kA	25kA/50kA
Nimellisjännite	Un	24Kv	24Kv
Mitoitustaajuus	F	50 Hz	50 Hz
Mitoitus ensiövirta	I pn	100-200A	100-200A
Virta-alueen laajennuskerroin	ext %	120 %	120 %
Mitoitus toisiovirta	I sn	5A	5A
Mitoitustaakka	Sn	10VA	5VA
Tarkkuusluokka		0.2S	5P
Mitoitusvarmuuskerroin	Fs	5	5

Sähköisten termit ovat esillä (TTT-käsikirja 2000b)

Eristyskoejännite: Kuinka suuren jännitteen mittamuuntajan ensiö kestää 1 min ajan.

Syöksyaaltokoejännite: Kuinka suuren pulssimaisen jännitteen mittamuuntajan ensiö kestää.

Dynaaminen kestovirta: Ensiövirran huippuarvo, jonka muuntaja kestää vahingoittumatta.

Terminen kestovirta: Ensiöoikosulkuvirran tehollisarvo jonka virtamuuntaja kestää 1s ajan vahingoittumatta toisiopuoli oikosuljettuna.

Nimellisjännite: Virtamuuntajan mitoitusjännite.

Mitoitustaajuus: Virtamuuntajan mitoitustaajuus.

Mitoitus ensiövirta: Mitattavan kohteen nimellisvirran tulisi olla 5-120 % virtamuuntajan mitoitus ensiövirrasta.

Virta-alueen laajennuskerroin: Arvo ilmoittaa virtamuuntajan jatkuvan kuormitettavuuden. Tämä arvo ilmoitetaan ext-arvon avulla prosentteina mitoitusvirrasta.

Mitoitus toisiovirta: Standardoidut mitoitusarvot ovat 1A, 2A ja 5A. Energiateollisuus ry suosittelee 5A toisiovirtaa sähköenergian mittaukseen.

Mitoitustaakka: Mitoitustaakka on suurin kuormituksen arvo jolla virtamuuntajaa voidaan kuormittaa kyseisessä tarkkuusluokassa. Mitoitustaakka sisältää toisiokojeiden ja johtimien impedanssit. Standardiarvot ovat 2,5.5.10–15 ja 30VA.

Tarkkuusluokka: Tarkkuusluokka määrittelee sallitun virtavirheen prosentteina ja kulmavirheen minuutteineen. 0.2S on Energiateollisuus ry:n suositusarvo. Tarkkuusluokituksista selitetty taulukossa 4.

Virtavirhe on toisiovirran ja toisiopuolelle redusoidun ensiövirran ero prosentteina.

Virtamuuntajan virtavirhe voidaan laskea kaavasta:

$$\text{Virtavirhe} = \frac{K_n \times xL_s - I_p}{I_p} \times 100\%$$

K_n = Todellinen mitoitusmuuntosuhde I_{pn}/I_{sn}

I_p = Todellinen ensiövirta

I_s = Todellinen toisiovirta, kun ensiökäämin virta on I_s

Kulmavirhe on ensiö- ja toisiovirran ajallinen vaihesiirtokulma. Tämä on määritelty positiiviseksi kun jännitteenosoitin on virtaosoitinta edellä.

TAULUKKO 4. Virtamuuntajien tarkkuusluokat(TTT-käsikirja.2000b)

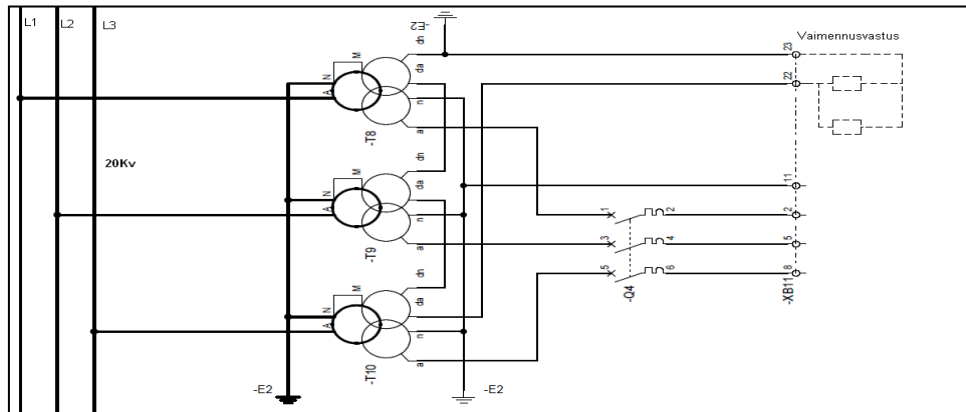
Tarkkuusluok- ka	Virtavirhe [%] virralla I/I_n						Kulmavirhe [°] virralla I/I_n				
	0,01	0,05	0,20	0,50	1,00	1,20	0,01	0,05	0,20	1,00	1,20
0,1		0,4	0,2		0,1	0,1	15	8	5	5	
0,2		0,75	0,35		0,2	0,2	30	15	10	10	
0,2S	0,75	0,35	0,2		0,2	0,2	30	15	10	10	10
0,5		1,5	0,75		0,5	0,5	90	45	30	30	
0,5S	1,5	0,75	0,50		0,5	0,5	90	45	30	30	30
1,0		3,0	1,5		1,0	1,0	180	90	60	60	
3,0				3,0		3,0					
5,0				5,0		5,0					

Mitoitusvarmuuskerroin: Mitoitusvarmuuskerroin F_s kerrottuna nimelliseniövirralla I_{pn} , kertoo sen ensiövirran arvon jolla yhdistetty virhe on vähintään 10%. Virtamuuntaja suojaa siihen kytkettyjä laitteita sitä paremmin mitä pienempi varmuuskerroin on. Mitoitusvarmuuskertoimia ei ole standardisoitu, mutta tavallisimpia arvoja ovat 5 ja 10.

5.6.2 Jännitemuuntajat

Jännitemuuntajat ovat tyyppiä Schneider Electric VRQ2n/S2. Nämä ovat myös varustettu kahdella toisiokäämityksellä. Yleisesti ottaen jännitemuuntajien käämejä on kolmea eri tyyppiä: mittauskäämejä, erillisiä mittaus ja suojauskäämejä sekä avokol-

miokäämejä. Kuvassa 5 ,mittarille menevä jännitetieto otetaan mittauskäämin a ja n napojen väliltä. Mittaria suojaa kolminapainen johdonsuojakatkaisija. Jännitemuuntajan toinen toisiokäämi on kytketty avokolmioon. Taulukossa 5 on kerrottu jännitemuuntajan sähköiset arvot. Tämä käämitys on kippivärähtelyn poistamista varten. Käämien päihin kytketään vaimennusvastus. (TTT-käsikirja 2000b.)



KUVA 5.Jännitemuuntajien kytkentäkuva(Kojeluettelo 2009)

TAULUKKO 5.Jännitemuuntajien sähköiset arvot(Sm6-24 2008)

		<u>Mittaus</u>	<u>Avokolmio</u>
Eristyskoejännite/ensiö	Kv - 1min	50	50
Syöksyaaltokoejännite/ensiö	Kv 50µs	125	125
Mitoitustaajuus	F	50 Hz	50 Hz
Mitoitusensiöjännite	U pn	20Kv:√3	20Kv:√3
Mitoitusjännitekerroin		1,9	1,9
Mitoitustoisiojännite	U sn	100V:√3	100V:3
Mitoitustaakka	Sn	15VA	30VA
Tarkkuusluokka		0.2	3P

Jännitemuuntajien sähköisten termit ovat esillä (TTT-käsikirja 2000b)

Eristyskoejännite: Kuinka suuren jännitteen mittamuuntajan ensiö kestää 1 min ajan.

Syöksyaaltokoejännite: Kuinka suuren pulssimaisen jännitteen mittamuuntajan ensiö kestää.

Mitoitustaajuus: Nimellistaajuus jolle jännitemuuntaja on mitoitettu.

Mitoitusensiöjännite: Upn. Jos jännitemuuntaja on kytkettävä 3-vaiheverkon vaiheiden väliin, ilmoitetaan mitoitusensiöjännite pääjännitteenä, esim. 20000 V. Jos jännitemuuntaja on kytkettävä vaiheen ja tähtipisteen väliin tai verkon tähtipisteen ja maan väliin, ilmoitetaan mitoitusensiöjännite vaihejännitteenä, esim. $20000:\sqrt{3}$ V.

Mitoitusjännitekerroin: Mitoitusjännitekertoimen ja mitoitusensiöjännitteen tulo ilmoittaa suurimman ensiöjännitteen, jolla muuntajaa on voitava käyttää tietyn ajan. Lämpenemä ei tällöin saa ylittää sallittua arvoa ja mittaustarkkuuden on pysyttävä määrätyissä rajoissa. Jännitekertoimen suuruus riippuu verkon maadoituksesta ja siitä, miten muuntajan ensiökäämi on kytketty verkkoon. Kohteessa jännitemuuntajat on kytketty vaiheen ja maan väliin, joten ensiömitoitustasojännite on $20\text{Kv}:\sqrt{3}$. Kohteen jännitemuuntajissa mitoitusjännitekerroin on 1,9, joka määrittää kestoajaksi:

- 30s verkossa jossa on automaattinen maasulkusuojaus.
- 8h sammutetussa verkossa jossa ei ole automaattista maasulkulaukaisua.

Suurin sallittu ensiöjännite on $(20000/\sqrt{3}) \cdot 1,9 \approx 21,9\text{Kv}$

Mitoitustoisiojännite: Toisiopuolen jännitteen merkitsemistapa riippuu siitä miten jännitemuuntaja on kytketty ensiöpuolella. Kohteen jännitemuuntajassa on yksi ensiöpuolen ja kaksi toisiopuolen käämitystä. Toisiopuolen mittauskäämin jännite ilmoitetaan $100\text{V}:\sqrt{3}$. Avokolmiokäämin jännite taas ilmoitetaan $100\text{V}:3$. Toisiojännitteen standardiarvot kun jännitemuuntaja on kytketty kahden vaiheen tai verkon tähtipisteen ja maan väliin: 100V 110V 200V. Kun jännitemuuntajan ensiö on kytketty vaiheen ja maan väliin, toisiojännitteet ovat: $100\text{V}:\sqrt{3}$, $110\text{V}:\sqrt{3}$, $200\text{V}:\sqrt{3}$.

Mitoitustaakka: Määrittää suurimman kuormituksen admittanssin (johtavuus), jolla jännitemuuntajaa voidaan kuormittaa kyseessä olevassa tarkkuusluokassa. Useimmiten mitoitustaakka ilmoitetaan kuitenkin näennäistehona S [VA], joka on mitoitus- taakan admittanssi Y [S] kerrottuna mitoitustoisiojännitteen U [V] neliöllä.

Mitoitustaakan standardiarvot ovat: 10 - 15 - 25 - 30 - 50 - 75 - 100 - 150 - 200 - 300 - 400 - 500 VA. Kohteessa on käytössä mittauskäämitys jonka taakka on 15VA.

Tarkkuusluokka: Tarkkuusluokat määräytyvät suurimpien sallittujen jännite ja kulmavirheiden avulla. Jännitevirhe x määritellään yhtälöllä.

$$x = \frac{K_n \cdot U_s - U_p}{U_p}$$

$$K_n = \text{Mitoitusmuuntosuhde} \frac{U_{pn}}{U_{sn}}$$

U_p = Todellinen ensiöjännite

U_s = Todellinen toisiojännite kun ensiökäämi on kytketty jännitteeseen U_p

Nykyiset elektroniset mittarin muodostavat pienen taakan, verkonhaltijat asettavat toivomuksen jännitemuuntajien mitoitustaakasta, joka olisi enintään 30VA. Avokolmioon kytkettävä käämin mitoitus näennäisteho ilmoitetaan muodossa S:3 jolloin S on kolmen yksivaihemuuntajan yhteinen näennäisteho. (STUL 2006, 181–182).

Kippivärähtely syntyy kun yksinapaisesti maadoitetun induktiivisen jännitemuuntajan ja verkon kapasitanssien kesken esiintyy resonanssivärähtelyä, jolle on ominaista: Värähtely alkaa äkillisesti usein jonkin kytkentätoimenpiteen seurauksena. Värähtely lakkaa kun mukaan kytketään lisää kuormaa. Vaihejännitteet ovat yleensä hyvin vääristyneitä. Pääjännitteet pysyvät sinimuotoisina. Värähtely voi aiheuttaa ylilyöntejä sekä helposti jännitemuuntajien tuhoutumisen liiallisen lämpenemisen vuoksi. (TTT-käsikirja 2000b)

Paras keino kippivärähtelyn vaimentamiseksi on avokolmioon kytkettävä vaimennusvastus. Vaimennusvastusta mitoittaessa tulee huomioida, että jännitemuuntajan termistä kuormitettavuutta ei saa ylittää maasulkutilanteessa. Vastuksen koon määrää käytetty jännitemuuntajatyyppe. Esimerkiksi 12 ja 24 kV jännitemuuntajien kanssa suositellaan käytettävän 450 W:n vaimennustehoa. Avokolmiokäämin jännitteellä 100 : 3 V vaimennusvastus on siis 22 Ω ja 110 : 3 V jännitteellä 27 Ω . (TTT- käsikirja 2000b).

6 KÄYTTÖÖNOTTO JA LOPPUTOIMET

Rakentamisvaiheen jälkeen urakoitsijalla tulee erinäisiä velvoitteita joita sen täytyy hoitaa. Käyttöönottotarkastus sekä varmennustarkastuksen tilaaminen ovat molemmat urakoitsijan vastuulla. Mikäli muuntamossa on keskijännitteen rengasverkon kytkinlaitteet, verkonhaltijalla tulee olla esteetön pääsy muuntamoon kaikkina vuorokauden aikoina. Tarvittaessa on kulkutielle sijoitettava lukittuja avainsäiliöitä joihin sijoitetaan väliovien avaimet. Muuntamotilan lukot ja mahdolliset avainsäiliöt on sijoitettava yhteen verkonhaltijan muuntamoavainsarjan kanssa. Verkonhaltijalle on tiedotettava mahdollisista lukitusmuutoksista sekä avaimien sijainnista. (Roine Raimo 2003,19.)

(Roine Raimo 2003, 19) Mukaan sähkökäyttäjän päämuuntamossa tulisi lisäksi olla kansio, johon kootaan muuntamoon liittyviä tietoja:

- Käytön johtajan yhteystiedot.
- Muuntamon oikosulkuvirta. Kansioista tulisi käydä ilmi suunnitteluvaiheen ja normaalin käyttötilanteen mukainen oikosulkuvirta, joka saadaan pyydettyä verkonhaltijalta. Kansioon merkitään keneltä tieto on saatu ja milloin.
- Maadoitusresistanssin muuntamon valmistuessa sekä varmennus ja määräaikaistarkastuksissa
- Verkonhaltijan ilmoittama vaadittavan maadoitusresistanssinarvo. Kansioon merkitään keneltä tieto on saatu ja milloin.
- Releasettelut: laukaisuvirta ja -aika sekä mahdollinen maasulkusuojauksen asetteluvirta. Kansioon merkitään keneltä asetteluarvot on saatu ja milloin tämä on tapahtunut

Kansioon tulisi sijoittaa myös seuraavat kunnossapidon ja käytön dokumentit:

huolto ja kunnossapito-ohjelma ja kaikki tarkastuspöytäkirjat sekä kaikki vuosittaiset toimenpidemuistiot. (Roine Raimo 2003, 19.)

Kojeiston käyttöohjeet tulisi sijaita muuntamotilassa. Kuten kohteen kojeiston pääkatkaisijan keskuslukituksen käyttöohjeet ovat erityisen tärkeitä sijoittaa lähelle käyttöpistettä.

Käyttöönottotarkastus

Urakoitsijan tulee suorittaa käyttöönottotarkastus ennen laitteiston käyttöönottoa. Käyttöönottotarkastuksen tekijän on oltava tarpeeksi ammattitaitoinen. Hänen tulee olla sähköalan ammattilainen, joka tuntee kyseiseen työhön liittyvät määräykset ja ohjeet. Käytännössä tulisi tarkastava henkilö tai henkilöt nimetä kohteeseen ennen kohteen sähkötyiden aloittamista. Muutoin ei voida varmistua siitä että tarvittavat aistinvaraiset tarkastukset tulee tehtyä. Ei myöskään voida varmistua että henkilö on riittävän ammattitaitoinen tekemään kohteen tarkastuksia. (Saastamoinen, Saarela 2007,9.)

(Saastamoinen, Saarela 2007,11-13.) mukaan seuraavat tarkastuksen kohteet kuuluvat aistinvaraisesti tehtäviin tarkastuksiin:

- Piirustusten, varoituskilpien sekä muiden dokumenttien ja tietojen olemassaolo
- Virtapiirien suojalaitteiden sekä kytkentälaitteiden tunnistettavuus
- Johtimien liitosten poikkipinnat ja kiinnitys
- Suojajohtimien, mukaan luettuna pää- ja lisäpotentiaalintausjohtimien olemassa olo ja sopivuus
- Sähkölaitteiston käytön, tunnistamisen ja huollon vaatima tila
- Erikoistilat
- Johdinmerkinnät
- Suojareleiden, käyttö- ja valvontalaitteiden valinta ja asettelut

Aistinvaraisten tarkastusten tekoa tulisi suorittaa koko työmaan rakentamisen ajan, koska joitakin asennusten osia ei voida valmiina luotettavasti tarkastaa. Näitä kohteita ovat kaikki maan ja rakenteiden sisään tai alle jäävät asennukset. (Saastamoinen, Saarela 2007,14.)

Kojeiston sähkölaitoksen hallinnoimassa osassa on moottoriohjatut kuormanerotitimet. Kuormanerottimien toiminta todettiin käsiohjauksella, sekä kaukokäytöllä sähkölaitoksen valvomosta. Edellä mainittujen asioiden ohella tarkastusta tekevä henkilö tarkastaa piirustusten paikkansapitävyyden, käytetyt poikkipinnat, maadoitusjohtimien kiinnitykset, työmaadoituspaikat, laajan maadoitusverkon liitäntä, läpivientien palosuojaukset, paloilmaisimien paikat, työmaadoitusvälineet, jännitteenkoettimet.

Tämän jälkeen päästään mittauksiin. Jännitteettömät mittaukset kuten eristysvastusmittaus kannattaa suorittaa työn tekemisen ohessa. Kojeistossa on kohteita kuten muuntajan syöttökaapelit sekä kojeiston kokoojakiskosto joihin on vaikea päästä käsiksi kun ne on koottu. Liitteessä 1 on puisto-/kiinteistömuuntamon tarkastuspöytäkirja, josta selviää tarkemmin tarkastuksessa huomioitavat kohteet ja mitattava suureet.

Varmennustarkastus

Urakoitsijan on huolehdittava siitä, että muuntamolle suoritetaan säännösten mukainen varmennustarkastus. Varmennustarkastuksen varmistua pistokokein siitä, että laitteistolle on järjestetty asianmukainen käyttöönottotarkastus. Varmennustarkastus on yleensä tehtävä ennen laitteiston varsinaista käyttöönottoa. Tietyissä laitteistoissa, kuten kohteessa, varmennustarkastus voidaan tehdä kolmen kuukauden päästä käyttöönotosta. (Roine Raimo 2003, 19)

Tarkastuksen voi suorittaa myös urakoitsija jolla on varmennusoikeus. Mikäli sähkölaitteiston rakentajina on useampi urakoitsija, kannattaa tarkastus suorittaa kuitenkin yhtenä kokonaisuutena. Tarkastusdokumenteista tulee ilmetä, mitä ohjeita, säädöksiä ja määräyksiä on käytetty sähkölaitteistossa, sen tarkastuksissa ja vaatimustenmukaisuuden arvioinneissa. (Saastamoinen, Saarelainen 2007, 46.)

Määräaikaistarkastus

Vastuu sähkölaitteiston määräaikaistarkastuksesta on laitteiston haltijalla. Vastuuhuolehtimisesta jää käytännössä kiinteistön omistajalle, jos omistaja ei nimeä tästä vastuussa olevaa muuta haltijaa. (S4-04 Sähkölaitteistot ja käytön johtajat 2004.)

Tämän ohje oli viimeisin käytössä oleva, mutta se vanhentui 15.6.2009.

Käytönjohtaja on velvollinen huolehtimaan määräaikaistarkastuksista silloin kun siitä on sopimuksessa erikseen sovittu, muussa tapauksessa se jää kiinteistön omistajan huolehdittavaksi (Rinkinen 2010).

Kohteessa olevalle muuntamolle ja sen syöttämälle laitteistolle on suoritettava määräaikaistarkastus kymmenen vuoden välein. Määräaikaistarkastuksen suorittaa ylen-

sä valtuutettu tarkastuslaitos tai sitten valtuutettu tarkastaja. Muuntamolle ja sen syöttämälle verkolle tulee laatia huolto- ja kunnossapitosuunnitelma Turvatekniikan keskuksen ohjeiden mukaisesti. Käytön virheettömän jatkumisen edellytyksenä on, että käytön johtaja suorittaa huoltotarkastuksia säännöllisesti. Kaikki toimenpiteet ja tarkastuskäynnit tulee dokumentoida. (Roine Raimo 2003, 19)

Määräaikaistarkastuksessa varmistaudutaan siitä, että sähkölaitteistolle on tehty huolto ja kunnossapitosuunnitelman mukaiset toimenpiteet. Tarkastuksessa varmistutaan, että sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet ovat asianmukaisessa kunnossa ja ne ovat käytettävissä. Kohteesta tulee löytyä ajan tasalla olevat piirustukset ja ohjeet. Tarkastuksessa myös varmistutaan siitä, että suoritetuista laajennus- ja muutostöistä on tehty asianmukaiset käyttöönottotarkastuspöytäkirjat.

Määräaikaistarkastuksesta on laadittava haltijan käyttöön tarkastuspöytäkirja (Katso liite 6). Tarkastuspöytäkirjaan on merkittävä tarkastusta koskevat tiedot ja havaitut sähköturvallisuuteen liittyvät puutteet. Tarkastaja tulee myös allekirjoittaa tarkastuspöytäkirja. Tarkastaja tekee suoritetusta määräaikaistarkastuksesta rekisteri-ilmoituksen jakeluverkonhaltijalle. Vaativimmissa kohteissa ilmoitus tehdään suoraan TUKESille. (Sähköasennusten määräaikaistarkastukset 2006).

6.1 Ilmoitukset rekisteriin

Sähkölaitteiston käyttöönotosta tulee tehdä ilmoitus Tukesin rekisteriin. Liite 5 on Tukesin oma kaavake jolla ilmoituksen sähkölaitteiston käyttöönotosta voi tehdä. Siitä ilmenee sähkölaitteiston käyttöönottopäivämäärä, sähkölaitteiston nimellistiedot, kuten jännite, teho, muuntamoiden lukumäärä. Myös käytönjohtajan ja haltijan tiedot tulee löytyä tästä kaavakkeesta. Sähkölaitteiston haltija tekee ilmoituksen sähkölaitteiston käyttöönotosta.

Varmennus ja määräaikaistarkastuksista ilmoitusvelvollisuus on tarkastuksen tekijällä. Ilmoitus on tehtävä kolmen kuukauden sisällä suoritetusta tarkastuksesta.

Ainoastaan säädösten edellyttämistä varmennus- ja määräaikaistarkastuksista tulee tehdä rekisteri-ilmoitukset. Vapaaehtoinen tarkastus on dokumentoitava siten ettei

siitä synny sekaannusta varmennus- ja määräaikaistarkastusten kanssa. (S4-04 Sähkölaitteistot ja käytön johtajat 2004).

Jakeluverkonhaltijalla on rekisteri alueensa liittymistä. Rekistereihin talletetaan tiedot sähkölaitteiston tyypistä, haltijasta, rakentajasta ja tarkastajasta. Tieto liittymän sähköasennusten rakentajasta on luontevinta pyytää liittämisen ja mittarointivaiheessa käyttäen jakeluverkkoyhtiön yleistietolomaketta tms. Lomakkeessa tulisi olla kohta, josta selviää jatkaako sama sähköurakoitsija kohteen sähköasennustöitä vielä liittymän asentamisen jälkeenkin. Jokaisella jakeluverkonhaltijalla on yksityiskohtaisempia ohjeita heille tehtävistä ilmoituksista. (S4-04 Sähkölaitteistot ja käytön johtaja 2004).

6.2 Käytönjohtaja

Haltija vastaa aina muuntamon turvallisesta käytöstä. Sähköturvallisuussäädäntö asettaa haltijalle erilaisia vastuita ja velvoitteita. Näitä ovat mm. ammattitaitoisen, päteväksi todetun käytönjohtajan nimeäminen muuntamolle, muuntamon huollosta ja tarkastuksista huolehtiminen. Kohteen käytön johtajalla on oltava sähköpätevyys S1. Käytönjohtajana voi toimia ainoastaan luonnollinen henkilö, esimerkiksi yritys ei voi toimia käytönjohtajana. (Sähkölaitteiston käytön johtaja 2008.) Käytön johtaja on nimettävä seuraavissa tilanteissa:

- ”1) Jos sähkölaitteistoon kuuluu yli 1 000 voltin nimellisjännitteisiä osia, lukuun ottamatta enintään 1 000 voltin nimellisjännitteellä syötettyjä yli 1 000 voltin sähkölaitteita tai niihin verrattavia laitteistoja, tai
- 2) Jos sähkölaitteiston liittymisteho, jolla tarkoitetaan sähkölaitteiston haltijan kiinteistölle tai yhtenäiselle kiinteistöryhmälle rakennettujen liittymien liittymistehojen summaa, on yli 1 600 kilovoltiampeeria.” (Sähkölaitteiston käytön johtaja 2008.)

Sähkölaitteiston haltijan tulee nimetä käytönjohtaja kolmen kuukauden kuluessa sähkölaitteiston käyttöönotosta tai siitä, kun käytön johtaja vaihtuu tai on estynyt hoitamasta tehtäväänsä. Käytönjohtajan vuosiloma tai muu lyhytaikainen poissaolon vuoksi ei tarvitse nimetä uutta käytönjohtajaa. Sähkölaitteiston haltijan tulee ilmoit-

taa nimitystä käytön johtajasta Tukesille kolmen kuukauden kuluessa sähkölaitteiston käyttöönotosta. Ilmoituksen tulee sisältää käytönjohtajaa ja laitteistoa koskevat tiedot sekä käytönjohtajan suostumus. Sähkölaitteiston haltijan ja käytön johtajan muutoksista on ilmoitettava Tukesille kuukauden kuluessa muutoksesta. Ilmoitukset voidaan tehdä lomakkeella SL 2 A (Katso liite 5). Tämän lisäksi kannattaa paikalliselle verkkoyhtiölle ilmoittaa käytönjohtajan yhteystiedot. (Sähkölaitteiston käytön johtaja 2008)

(Sähkölaitteiston käytön johtaja 2008) mukaan käytön johtaja huolehtii tai valvoo omasta ja haltijan puolesta mm. seuraavaa:

- Sähkölaitteiston kuntoa valvotaan riittävästi esim. säännöllisillä huoltoon ja kunnossapitoon kuuluvilla katselmuksilla. Sähkölaitteistossa havaitut puutteet ja viat poistetaan riittävän nopeasti.
- Sähkölaitteiston käyttötöitä itsenäisesti tekevillä ja valvovilla henkilöillä on riittävä pätevyys ja ammattitaito. Käytönjohtaja huolehtii myös että
- Sähkölaitteistolle on olemassa sähköturvallisuuden ylläpitävä kalenteriaikaan sidottu kunnossapito-ohjelma.
- Sähkölaitteiston käyttö on turvallista ja laitteistolle tehdään huolto- ja kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet. Ohjelman mukaiset huoltotyöt on dokumentoitava.
- Sähkölaitteistolle suoritetaan säädösten edellyttämät määräaikaistarkastukset. Pöytäkirjoissa mahdollisesti todetut puutteet korjataan.
- Muutos- ja laajennustöille on tehty säännösten edellyttämät käyttöönotto ja varmennustarkastukset. Haltijalle on luovutettu tarkastuspöytäkirjat ja havaitut puutteet on korjattu.
- Haltijan velvoitteisiin kuuluvat ilmoitukset tehdään, mikäli niistä on sovittu.
- Sähkölaitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat käytettävissä ja ajan tasalla. Käytössä on töiden tekemisen kannalta tarpeelliset tilat.

Sähkölaitteiston haltijan ja käytönjohtajan välillä tulisi olla kirjallinen sopimus, jossa sovitaan käytönjohtajan tehtävistä. Sopimukseen on merkittävä selkeästi, kummalle

sopijapuolelle kuuluu käytännön toimet, kuten määräaikaistarkastusten järjestäminen. Mikäli samaan sähkölaitteistoon kuuluu enemmän kuin 3 enintään 20kV jännitteistä muuntamoita tai muuntamoon rinnastettavaa yli 1000V kytkinlaitosta, on käytön johtajan oltava sähkölaitteiston haltijan palveluksessa tai haltijan ja käytönjohtajan työnantajan välillä täytyy olla sähkölaitteistoa koskeva kunnossapitosopimus. (Sähkölaitteiston käytön johtaja 2008.)

Käytön johtajan palveluita tarjoaa myös paikallinen verkkoyhtiö yhdessä huoltosopimuksen kanssa. Kohteessa käytön johtaja on verkonhaltijan puolella Jussi Malkamäki, joka on Ese-Verkon toimitusjohtaja. Kiinteistöosan käytönjohtajaa ei ollut vielä valittu opinnäytetyön valmistuessa.

6.3 Relesuojaus

Keskijännitteellä verkot rakennetaan rengasmaisiksi verkoiksi. Nimitys on hivenen harhaanjohtava, koska verkkoja käytetään säteittäisesti. Säteittäisen verkon etuihin lukeutuvat: selkeä rakenne, suojauksen toteuttaminen ja käytön yksinkertaisuus. Huonona puolena voidaan mainita huollon vaatimat käyttökeskeytykset. Säteittäistä verkostorakennetta käytetään yleisesti keski- ja pienjännitteellä. (TTT-käsikirja 2000c).

Relesuojaus toteutetaan siten, että pien- ja keskijännitekatkaisijan välillä on porrastus. Suojauksessa käytetään VIP-300 ylivirtarelettä. Releessä voidaan valita käytettäväksi 4 eri käänteisäikatoimintakäyrää, sekä DT=define time, joka on 2 portainen vakioaikatoiminto. Releen asetteluarvoksi valittiin DT (katso liite 3) jossa suojauksen ensimmäinen porras tarkoittaa ylivirtasuojaukselta, eli rele havahtuu asetusarvon ylittyessä. Jos vika häviää ennen toimintahidastusajan loppumista rele palaa normaaliin tilaan. Toinen porras on oikosulkusuojaukseen, toimintaperiaate on sama mutta virta-arvo on suurempi ja toimintahidastusaika on lyhyempi. Suunnittelutoimisto Pöyryn Building Servicen suunnittelija Arto Ahorinta laati katkaisijoiden laukaisukäyrä ehdotuksen (Katso liite 3). Ese Verkon käyttöpäällikkö Pasi Luukkonen muokkasi ensimmäisen portaan laukaisuaikaa pienemmäksi, koska oli vaarana, että

selektiivisyys vaarantuu keskijänniteverkon puolella. Syöttävän sähköaseman suoja-releen havahtumisaika oli pienempi kuin mitä suunnittelija esitti.

Asetusarvojen muutos merkitsee sitä että pienjännitekatkaisija toisen portaan ja keskijännitekatkaisijan ensimmäisen portaan laukaisukäyrät risteävät. Tämä johtuu siitä ,että keskijännitekatkaisijan laukaisuvirta on pienempi kuin pienjännitekatkaisijan laukaisuvirta. Pienjännitekatkaisijan laukaisu tapahtuu kuitenkin nopeammin kuin keskijännitekatkaisijan joten tästä ei aiheudu suurempaa vaaraa. Jotta tällainen vika pääsisi sattumaan, täytyisi oikosulun tapahtua pienjännitekeskuksen virtakiskoilla missä ei ole sulakesuojausta. Suunnitteluarvoista jouduttiin poikkeamaan jonkun verran, koska arvoja ei voinut asettaa portaattomasti. Poikkeamat olivat kuitenkin niin pieniä että niillä ei ole merkitystä suojauksen toimivuuteen.

Yksinkertaisin tapa toteuttaa selektiivinen suojaus on käyttää aikaselektiivisyyttä. Periaatteena on porrastaa suojauksen toiminta-aikoja siten, että aina lähimpänä vika-kohtaa oleva rele ehtii toimia ensin. Aikaselektiivinen suojaus toteutetaan ylivirtareleillä, jotka toimivat joko vakioaikaisina, jolloin toimintanopeus ei ole riippuvainen mitatun virran suuruudesta, tai käänteisaikaisina, jolloin toiminta on sitä nopeampaa mitä suurempi mitattu virta on. Aikaselektiivinen suojaus soveltuu parhaiten säteittäisverkkoihin. (TTT-käsikirja 2000c.)

Hoidin releasettelut työmaalla yhteistyössä Ese-Verkon käyttöpäällikön Pasi Luukkosien ja Pöyryn Building Servicen suunnittelijan Arto Ahorinnan kanssa. Releasettelu oli haastavaa kun aihe oli minulle uusi ja kaikki ohjeistus oli englanniksi. Keski- ja pienjännite releissä oli yhdistetty ylivirta/oikosulku ja maasulkusuojaus. Maasulkusuojaus jätettiin molemmissa jänniteportaissa kokonaan pois. Kuva keskijännitesuojareleestä liitteessä 10.

Sammutetussa verkossa käytetyssä maasulkusuojuuksessa asetellaan maasulkuvirran arvo hyvin pieneksi ja releen havahtumisaika pitkäksi. Maasta erotetussa verkossa maasulkuvirtojen arvot asetellaan suuremmiksi ja havahtumisajat lyhyemmiksi. Koska kohdetta voidaan syöttää sekä sammutetusta että maasta erotetusta verkosta, maasulkusuojuukseen tarvittaisiin kahdet eri asetteluarvot. Tämän takia sammutetussa

verkossa ei yleensä ole maasulkusuojausta asiakkaan keskijännitelaitteistossa. (Luukkonen 2010.)

Sammutettu verkko

Sammutettu verkko tarkoittaa sitä, kun verkon tähtipiste kytketään sammutuskelan kautta maahan. Maadoitusinduktanssin kautta kulkeva virta aiheuttaa 180° vaihesiirtokulmassa olevan nollavirran. Nollavirran tarkoitus on kumota maakapasitanssin kautta kulkeva virta. Maadoitusinduktanssi onkin siis aina mitoitettava ottaen huomioon maakapasitanssin suuruus. Sammutetun verkon ongelmana on se, että galvaanisesti yhteen kytketyn johtopituuden muuttuessa myös sen maakapasitanssiarvo muuttuu. Tämä tarkoittaa että induktanssin arvoa täytyy muuttaa johtopituuden muuttuessa. (Mörsky Jorma 1992, 314)

Maasta erotettu verkko

Maasta erotetussa verkossa johtava yhteys puuttuu kokonaan. Ainoastaan jännitemuuntajan kautta syntyy yhteys maahan. Kun maasta erotettu verkko on terveessä tilassa, vaihejohtimien maakapasitanssien kautta kulkevien varausvirtojen summa on nolla. Mikäli vaihejohdin joutuu kosketuksiin maan kanssa, joko suoraan tai vikaimpedanssin kautta, tapahtuu yksivaiheinen maasulku. Tällöin viallisen vaiheen varausvirta ja jännite pienenee. Terveiden vaiheiden varausvirrat ja jännitteet maata vasten kasvavat. Vaiheiden väliset jännitteet pysyvät muuttumattomina.

(Mörsky Jorma 1992, 298)

Kun suunnittelija suunnittelee katkaisijoiden releasetteluarvot niin ne täytyy hyväksyttää verkkoyhtiöllä. Vain tällä tavalla varmistetaan selektiivisyys jokaisessa jänniteportaassa.

7 OMA TOTEUTUS

Opinnäytetyöni käytännön osuus oli laatia ja opastaa asentajia kiinteistömuuntamon rakentamiseen liittyvissä määräyksissä ja ohjeistuksissa. Tilanne oli myös toimeksiantajalle Mikko Romolle (Empower) uusi, joten hän ei voinut asentajiaan opastaa. Työn alkuvaiheessa kävimme työmaalla lähinnä tarkastamassa läpivientien ja kaapeleiden asennettavuutta. Teimme myös alustavaa aikatauluarviota yhdessä pääurakoitsija Tuomas Hynösen kanssa milloin mikin vaihe työmaalla tulee ajankohtaiseksi. Ennen kojeistojen kokoamisen aloittamista otin selvää johtimien poikkipintojen riittävyksistä, ja maadoituksista. Kun muuntamotilat ja keskijännitekojeistotilat saatiin valmiiksi, alkoi kojeiston kokoaminen. Etsin kaikkiin 7 eri kojeeseen käyttö ja kokoamisohjeet. Opastin asentajia kasauksessa sekä valvoin että kaikki vaiheet tuli suoritettua. Opastin asentajia kaukokäytön ja kojeiston apujännitteiden kytkemisessä. Schneiderin kojeisto oli asentajille täysin uusi ja ohjeet pääosin englannin kielellä. Tämä vei suurimman osan opinnäytetyöhön käytetystä ajasta. Epäselvissä tilanteissa olin yhteydessä suoraan suunnittelijoihin ja pääurakoitsijan. Työ vaati kymmeniä puhelinsoittoja paljon englanninkielen taitoa sekä malttia.

Aina kun piirustuksissa ilmeni epäselvyyksiä, niin olin suoraan yhteydessä verkkoyhtiöön tai suunnittelijoihin. Otin myös selvää kojeiston tarvittavista käyttötoimenpiteistä ja opastin ne asentajille. Jos en itse ollut työmaalla, asentajat ottivat ongelmatilanteessa minuun yhteyttä. Sovimme jo alussa Romon kanssa, että teen kohteen keskijännitteen releasettelut suunniteltujen arvojen perusteella. Hynönen toivoi että asetelen myös pj-katkaisijan relesuojaukset.

Etsin suojareleiden ohjeistukset ja otin selvää niiden toiminnasta. Varmistin vielä Pasi Luukkoselta maasulun toteutuksen kohteessa, joka jätettiin pois lopulta. Lisää haastetta pj-puolen releasetteluun lisäsi se, että suunnittelija oli tehnyt arvot ABB:n pienjännitekatkaisijalle ja kohteessa oli General Electricin katkaisija. Tietenkin käyttöliittymät olivat täysin erilaiset näissä katkaisijoissa, ja jouduin tarkastamaan kaikki arvot suunnittelijalta.

Olin myös ongelmanselvitystehtävissä opinnäytetyöni ulkopuolella kun selvitimme pj-keskuksen takamittareiden toimimattomuutta. Vika selvisi lopulta, kun kojeisto-

valmistajan asentaja tuli paikalle, etsi vikaa lähes päivän ja totesi noin 300 piuhaa olevan väärin johdotettu. Lopuksi kävin käyttöönottamassa kohteen estokelaparistot ja asettelemassa niiden aloitusparametrit. Käyttöönotossa ilmeni pieniä ongelmia, koska suunnittelijalta tulleet parametrit eivät olleet laitteistolle sopivat. Laittevalmistajan kanssa yhteistyössä estokelaparistot saatiin kuitenkin toimintaan. Otin kaikki ylimääräiset työtehtävät mielelläni vastaan koska näistä tehtävistä jäi talteen arvokasta tietoa tulevaisuutta ajatellen.

8 ARVIOINTI

Mielestäni vaikutin omalla työskentelylläni muuntamon valmistumiseen ja käyttöönottoon. Työ eteni melko mallikkaasti, vaikka muutamia yllätyksiä koettiin työn edetessä. Kohteen valmistumisajankohta oli opinnäytetyölleni eduksi, koska ehdin osallistumaan kaikkiin muuntamon rakennusvaiheisiin. Kohde valmistui suunnitellun aikataulun mukaisesti. Työpanokseni kohteessa käsitteli käyttöohjeiden etsimistä, asentajien opastamista, ongelmanratkaisua, suunnittelua sekä yhteydenpitoa pääura-koitsijan, suunnittelijoiden ja verkonhaltijan kanssa.

Koen, että opinnäytetyöni tekeminen edisti kohteen valmistumista. Esimerkiksi kojeistovalmistajan ohjeet olivat erittäin puutteellisia, joihin etsinkin useita kertoja kohteen valmistumista edistäviä käyttöohjeita. Päädyin ajoittain tekemään jopa käännöstyötä, koska kaikkia ohjeita ei ollut ollenkaan suomeksi. Lisäksi selvitin myös epäselvyyksiä suunnitelmissa, jolloin asentajilta ei kulunut aikaa ”oikean työn” kannalta olevien epäolennaisuuksien selvittämiseen, ja työ jatkui lähes keskeytyksettä. Hoidin myös muutamia asioita itsenäisesti kuten katkaisijoiden releasettelut. Olin myös mukana käyttöönottamassa estokelaparistoja. Toimeksiantajalla ei ollut kokemusta vastaavanlaisen muuntamon rakentamisesta, joten standardien selvitystyö ja ohjeistuksen etsiminen ja kokoaminen oli tarpeellista.

Toimeksiantajan mielestä opinnäytetyö tulee olemaan hyödyllinen jatkossa rakennettavissa vastaavanlaisissa muuntamoissa. Toimeksiantajan mukaan tein paljon selvitystyötä yksityiskohdista, jotka tulevat olemaan hyödyllisiä samankaltaisissa tulevilla kohteissa. Selvittämäni asiat säästivät toimeksiantajan aikaa: häneltä ei kulunut aikaa selvittää ja opiskella uutta asiaa vaan hän pystyi keskittymään muihin työmaihin.

9 PÄÄTÄNTÖ

Opinnäytetyökohde oli mielenkiintoinen ja haastava. Osa kohteessa tarvittavista määräyksistä ja direktiiveistä oli ennestään tuttuja, mutta suurin osa oli uutta. Työuraa ajatellen sain arvokasta tietoa siitä mistä kannattaa mitäkin teknistä tietoa etsiä.

Pikkutori-projektin kiinteistömuuntamon rakentaminen ajoittui opinnäytetyöni kannalta hyvin. Sain toimeksiannon opinnäytetyölle joulukuussa 2009. Ehdin kerätä teorian materiaalia tammikuussa 2010. Rakentaminen alkoi helmikuussa. Edistin opinnäytetyön tekstiosiota käytännön töiden ohessa. Oma käytännön osuuteni päättyi huhtikuun alussa, jonka jälkeen jäi hyvin aikaa hioa opinnäytetyötä.

Jälkeenpäin ajateltuna olisin koonnut asentajille kojeiston kokoamisohjeet riittävän ajoissa ennen työn alkamista. Koska ohjeistuksen kokoaminen tapahtui työn edetessä, tuli asentajille väistämättä taukoa työn tekemiseen kun etsin ja kokosin ohjeita Internetistä.

Jatkoa ajatellen opinnäytetyöhöni voisi toimia pohjana yhtiökohtaiselle ohjeelle johon koottaisiin muidenkin alojen kuin sähkö-/verkostourakoitsijoiden ohjeistus kiinteistömuuntamon rakentamisesta. Jos kaikki huomioon otettavat seikat kiinteistömuuntamon rakentamisessa olisi otettu huomioon opinnäytetyössäni, olisi työohje kasvanut selkeästi yli ammattikorkeakoulun opinnäytetyön laajuuden.

LÄHTEET

Ahorinta, Arto 2010. Haastattelu 18.2.2010. Suunnittelija. Pöyry Building Services.

AHXAMK-W 24 kV 2008. PDF-dokumentti. http://www.nexans-fi.com/eservice/Finland-fi_FI/pdf-family_3558/AHXAMK_W_24_kV.pdf. Ei Päivitystietoa. (Luettu 17.3.2010)

Björkman, Michael, Honkala, Ari, Marttila, Heikki, Kettunen, Lauri, Koivisto, Pekka Konttinen, Arto, Korpinen, Leena, Mustonen, Hanna Taimisto, Samuli Ylinen, Timo 2008. EMC JA RAKENNUSTEN SÄHKÖTEKNIikka. Tampere:Tammer-Paino

Historia 2010. Empower. WWW-sivut. <http://www.empower.fi/index.php?page=151&>. Ei päivitystietoa. Luettu 6.4.2010.

Hxcmk 1-johtiminen 2008. Prysmian. PDF-dokumentti. http://www.prysmian.fi/export/sites/prysmian-fiFI/attach/pdf/Powercables/hxcmk1_20_fi.pdf. Päivitetty 3.8.2008. Luettu 6.4.2010

Kojeluettelo 2009. Schneider Electric. MIKKELIN PIKKUTORI. Moniste.

Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 1978. Edilex. WWW-dokumentti. <http://www.edilex.fi/headpower/fi/lainsaadanto/19780669/>. Päivitetty. 15.7.2005. Luettu 15.4.2010

Luukkonen, Pasi 2010. Puhelinhaastattelu. 24.3.2010. käyttöpäällikkö. Ese-Verkko.

MUUNTAMOTILA RAKENNUKSESSA 2002. Rakennustieto.

3.MUUNTAMOT 2010. Headpower. WWW-dokumentti. <https://www.headpower.fi>. Ei päivitystietoa. Luettu 13.4.2010.

Mörsky Jorma 1992. Relesuojaustekniikka. Hämeenlinna: Karisto.

Pentti Eskelinen 2002. SÄHKÖTEKNISTEN JÄRJESTELMIEN TILANTARPEET. Espoo: Sähköinfo

Uusimäki Jari 2004. KOMPENSOINTI- JA YLIAALTOSUODATINLAITTEET JA NIIDEN SIJOITUS PIENJÄNNITEVERKOSSA. Espoo: Sähköinfo.

Rinkinen, Mika 2010. Haastattelu. 28.3.2010. aluepäällikkö. Ht-sähköpalvelu.

Roine Raimo 2003. Kaapeliliitännäiset sähkönkäyttäjän muuntamot. Espoo: Sähköinfo.

Roine Raimo 2005. Sähkötilojen ilmanvaihto ja jäähdytys. Espoo: Sähköinfo

Saastamoinen, Arto, Saarelainen, Kimmo 2007. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. Espoo: Sähköinfo.

Sm6-24 2008. Schneider Electric. PDF-dokumentti.

<http://194.2.77.62/navdocschneider/AMTED398078EN/download.asp?file=pdf/SC/AMTED398078EN.pdf>. Päivitetty 29.9.2008. Luettu 25.3.2010

Suomen pelastusalan keskusjärjestö 2007. Tulityöt hanskassa. Helsinki: Savion kirjapaino.

Suurjännitesähköasennukset 2005. SUOMEN STANDARDOIMISLIITTO SFS. Helsinki: SESKO

STUL ry 2006. Sähköasennukset 2. Tampere: Tammerpaino.

Sähköasennusten määräaikaistarkastukset 2006. TUKES. WWW-dokumentti. http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/ohjeet/maara_aikaistarkastukset.pdf. Päivitetty 21.6.2006. Luettu 25.3.2010.

Sähkölaitteiston käytön johtaja 2008. TUKES. WWW-dokumentti. <http://94.199.118.145/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkoalan-vastuuhenkilot-ja-urakointi/Sahkolaitteiston-kayton-johtaja/#tehtavat> Päivitetty 18.2.2009. Luettu 30.3.2010

SÄHKÖLÄPIVIENTIEN PALOERISTÄMINEN 2004. Espoo: Sähköinfo

S4-04 Sähkölaitteistot ja käytön johtajat 2004. TUKES. www-dokumentti. /.
13.2.2007. Luettu 27.3.2010

Tegelberg, Kari 2010. Mittava kaupan alan investointi liikkeellä Mikkelissä. Suur-Saimaa 3.4.2010, 9.

Tekninen erittely 2009. KOY Mikkelin Maaherrankatu 13.Mikkelin Pikkutori. Moniste.

TRIHAL 2007.France Transfo. PDF-dokumentti.
<http://www.francetransfo.com/fichiers/TRIHAL%20technical%20leaflet%20GEa17j.pdf>. Päivitetty 19.3.2007 Luettu 17.3.2010

TTT-käsikirja 2000a. ABB. PDF-dokumentti.
[http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/99ad595c32e0c2d9c12566e1000a4540/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/\\$FILE/191_0007.pdf](http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/99ad595c32e0c2d9c12566e1000a4540/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/$FILE/191_0007.pdf). Päivitetty 13.9.2000.
Luettu: 22.3.2010

TTT-käsikirja.2000b. ABB. PDF-dokumentti.
[http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/bf177942f19f4a98c1257148003b7a0a/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/\\$FILE/101_0007.pdf](http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/bf177942f19f4a98c1257148003b7a0a/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/$FILE/101_0007.pdf). Päivitetty 13.9.2000. Luettu 19.3.2010.

TTT-käsikirja.2000c. ABB. PDF-dokumentti.
[http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/99ad595c32e0c2d9c12566e1000a4540/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/\\$FILE/075_0007.pdf](http://www02.abb.com/global/fiabb/fiabb255.nsf/99ad595c32e0c2d9c12566e1000a4540/c46d5509d325d21ac225695b002fb07b/$FILE/075_0007.pdf). Päivitetty 24.10.2010. Luettu 19.3.2010.

Tulityöluvan myöntäminen 2009. Headpower. WWW-dokumentti.
https://www.headpower.fi/document/document.asp?DOCUMENT_UID=1331&CATEGORY_UID=19365&HEADER=3.7.14&SEARCHTEXT=kiinteistömuuntamo. Ei päivitystietoa. Luettu 15.4.2010.

LIITTEET

1. Käyttöönottotarkastuspöytäkirja Suurjännite.
2. Muuntamon ja sähkötilojen pohjapiirustus.
3. Katkaisijoiden laukaisukäyrät.
4. Maadoituskaavio.
5. Sähkölaitteiston ilmoituslomake
6. Määräaikaistarkastuslomake
7. Kojeiston kokoaminen
8. Kaapelointi ja kiskoliitokset
9. Maadoitukset
10. Apulaitteet
11. Keskijännitekaapelikartta

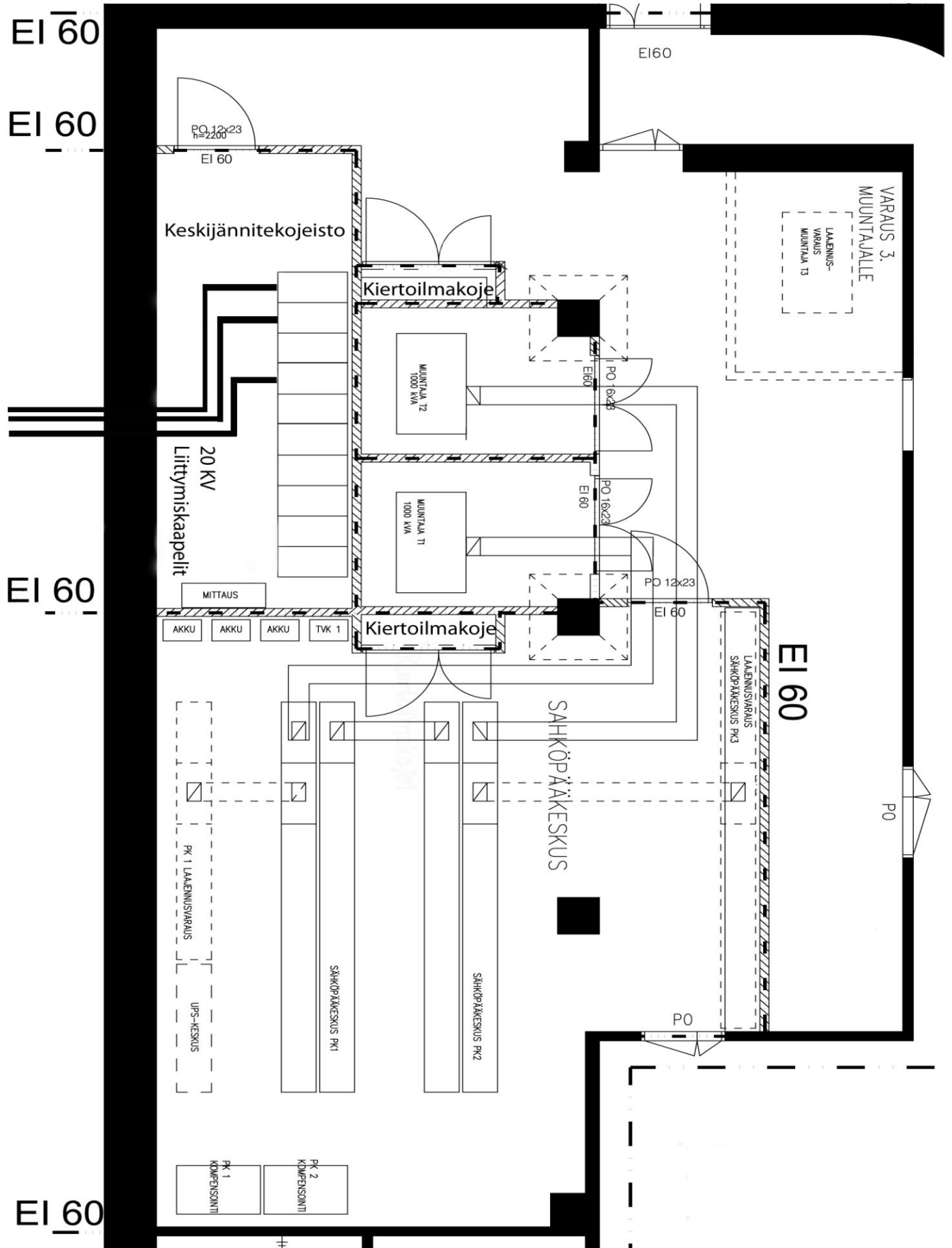
LIITE 1.1 Kiinteistömuuntamon tarkastuspöytäkirja

PUISTO- JA KIINTEISTÖMUUNTAMON KÄYTTÖÖNOTTOTARKASTUSPÖYTÄKIRJA TP05				
URAKOITSIJA OY				
Tarkastuskohde				
Työn nimi		Tilaaajan viite		
Muuntopiirin nimi / n:o		Muuntopiirin osoite		
Tarkastuskohteen työlaji		<input type="checkbox"/> 20 / 0,4 kv <input type="checkbox"/> 10 / 0,4 kv <input type="checkbox"/> MUU	kV	
Käyttöönottotarkastus toteutetaan KTM:n päätöksen 517/1996 edellyttämällä tavalla				
Rakentamisessa ja tarkastuksessa on käytetty seuraavia standardeja:				
<input type="checkbox"/> SFS 6000 <input type="checkbox"/> SFS 6001 <input type="checkbox"/> SFS 6002 <input type="checkbox"/> SFS 6003 <input type="checkbox"/> SFS-EN 50423 / 50341 <input type="checkbox"/> Muu: _____				
Turvallisuustasot saavutettu <input type="checkbox"/>				
Turvallisuustasoja ei saavutettu <input type="checkbox"/>				
Tarkastuksen suorittaja				
Allekirjoitus		Pvm.		
Selvennys				
TARKASTUSMERKINNÄT				
X Kunnossa – Ei kunnossa O Ei kuulu rakenteeseen				
A Yleistä		Vian tai puutteen kuvaus	Korj. pvm.	Nimi
1		Kulkureitit, reittiavain		
2		Laitteiden ominaisarvot		
3		Vähimmäisetäisyydet		
4		Kaaviot		
5		Dokumentointi / muutokset		
6		Käyttö- ja huolto-ohjeet./ Valmist. ohjeet		
7		Johdinliitokset, liittimet, kiristykset		
8		Asetusarvot		
9		Muuntamon ja laitteiden tunnuksat		
10		Hengenvaara -kilvet		
11		Ovet ja ovien lukitus		
12		Muuntamokoppi / muuntamotila		
13		Valaistus		
14		Akusto / akuston ilmastointi		
15		Ilmastointi / ilmanvaihto		
16		Työmaadoitusten liitännäkohdat		
17		Sijainti ja turvallisuus		
18		Kaivujäljet, pinnoitteet		
19		Työkohteen siisteys		
B Keskiännittelaitteet		Vian tai puutteen kuvaus	Korj. pvm.	Nimi
1		Kj-kojeistot		
2		Kaap.päätteet ja kiinnitykset		
3		Ylijännitesuojat		
4		Kaap.taivutussäteet ja läpiviennit		
5		Tukieristimet		
6		Eroittimet		
7		Katkaisijat		
8		SF6 kaasunpaine		
9		SF6 jännitteennilmaisim / testaus		
10		Sulakkeet / sulaketoiminnan testaus		
11		Kj -lähtöjen merkinnät		

LIITE 1.2 Kiinteistömuuntamon tarkastuspöytäkirja

C Muuntaja		Vian tai puutteen kuvaus										Korj. pvm.	Nimi
1	Muuntajan runko, öljysäiliö												
2	Muunt. väliottokytkimen asento (esim. 3)												
3	Muunt. väliottoa. portaiden lkm (esim. 5)												
4	Muuntajan eristimet												
5	Öljyvuodot												
6	Ominaistiedot												
7	Muuntajan sarjanumero												
8	Lämpömittari												
D Pienjännitelaitteet		Vian tai puutteen kuvaus										Korj. pvm.	Nimi
1	PJ-kojeisto												
2	Pj.keskuksen syöttöjohdot												
3	Kaapelilähdöt ja varokeyktykimet												
4	Kaapeli- ja varokeytkinmerkinnät												
5	Pj- sulakkeet												
6	Virtamuuntajat												
7	Mittarit												
E Turvavälineet		Vian tai puutteen kuvaus										Korj. pvm.	Nimi
1	Ensiapuohjeet												
2	Kiinteät ja siirrettävät varoituskilvet												
3	Työskentelysuojat												
4	Työmaadoituslaitteet												
5	Jännitteenkoettimet												
6	Muut työ- ja turvavälineet												
F Maadoitukset		Vian tai puutteen kuvaus										Korj. pvm.	Nimi
1	Kj-kojeistojen maadoitus												
2	Muuntajan runko												
3	Pj-keskuksen maadoitus												
4	Maadoituskiskon maadoitus												
5	PEN -maadoitus												
6	Potentiaalintasausrenkaat												
7	Maadoituselektrodit												
8	Maadoitusjohtimet / liitokset												
G Mittaukset													
1	Virrat	L1		A	L2		A	L3		A			
2a	Vikavirtasuojat	In / IΔn		mA	In / IΔn		mA	In / IΔn		mA			
2b	Laukaisuaika	Aika		ms	Aika		ms	Aika		ms			
3	Suoja- ja PEN-johtimien jatkuvuus											Ω	
4	Laajan maadoitusverkon jatkuvuus											Ω	
5	Potentiaalintasausrenkaan jatkuvuus											Ω	
6	Muuntajan T _{max} °C											°C	
7	Jännitteet / V	L1-L2		L1-L3		L2-L3		L1-PEN		V			
8	Maadoitukset	Yhdis.		Ω	PEN		Ω	S		Ω			
9	Eristysvastus											MΩ	
10	Kiertosuunta ja vaiheistus												
Mittalaitteen tyyppi												Mittalaitteen numero	
Huomautukset, lisäselvitykset, poikkeamat suunnitelmista yms.													
w													

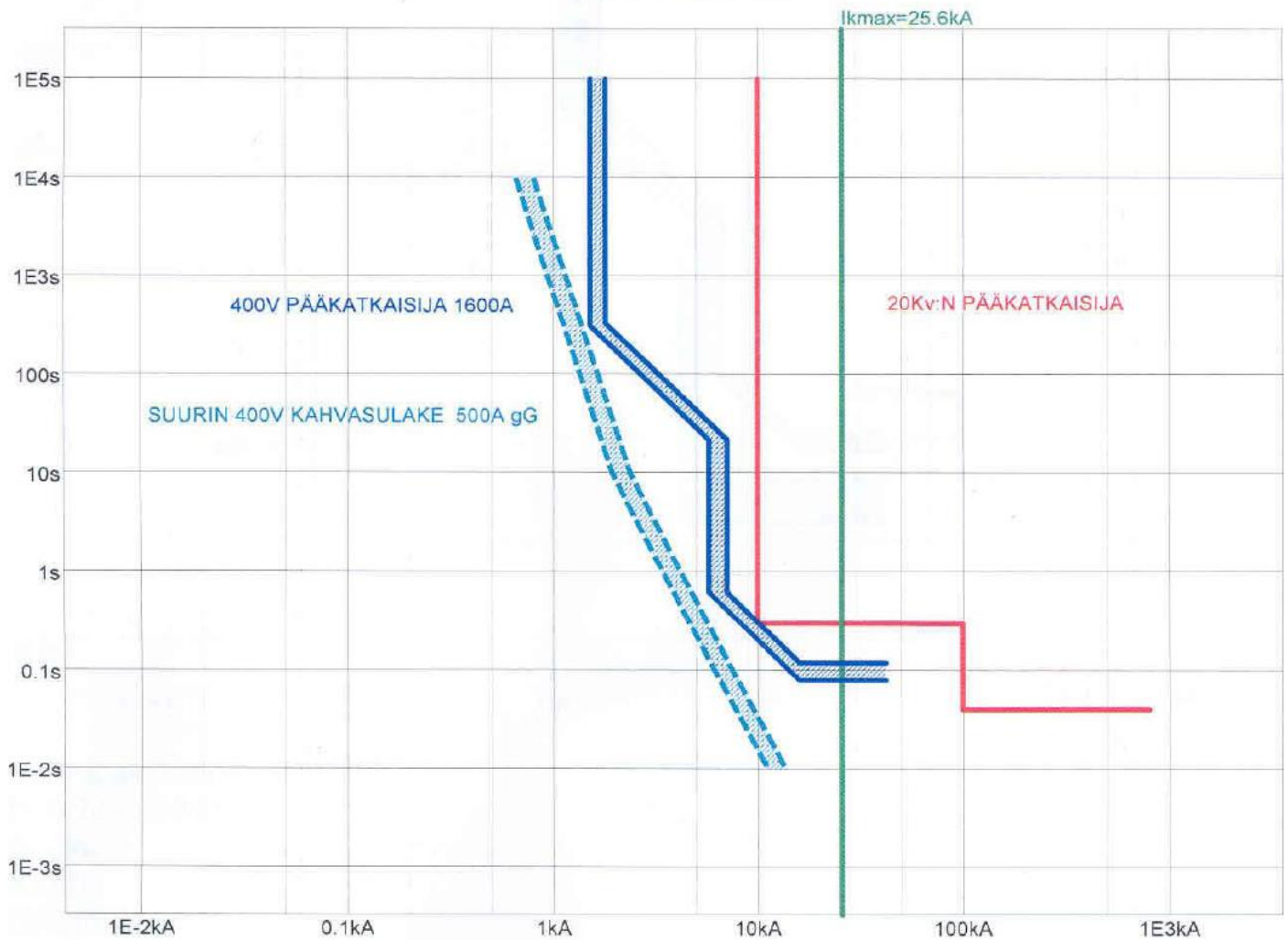
LIITE 2 Muuntamon ja sähkötilojen pohjapiirustus



LIITE 3 Katkaisijoiden laukaisukäyrät

Katkaisija-asettelut

Time-Current curve LLL

**20 kV:n pääkatkaisija**

I> DT

I> 200A

I> 0.3s

I>>

I>> 2000A

I>> 0.04 s

400V pääkatkaisijat 1600A

I1: 0.90 (1440A)

t1: 48s

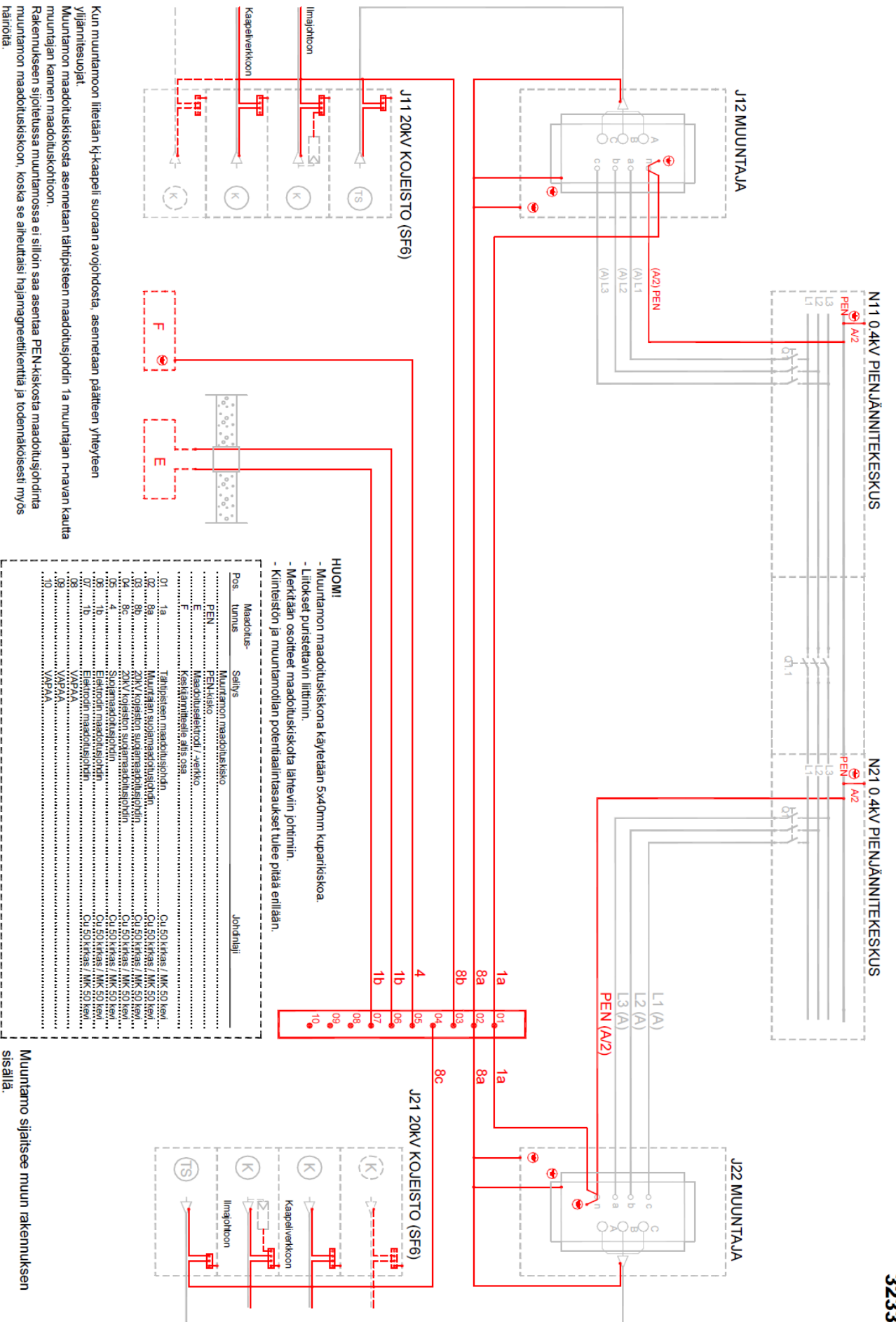
S function on $I^2t = \text{const.}$

I2: 4.00 (6400A)

t2: 0.10s

I – off

LIITE 4 Maadoituskaavio



LIITE 5 Sähkölaitteiston ilmoituslomake


ILMOITUS SÄHKÖLAITTEISTO- SL 2A
REKISTERIIN
 Päivämäärä

110 Ilmoituksen aihe	<input type="checkbox"/> Uusi sähkölaitteisto rekisteriin	<input type="checkbox"/> Käytön johtaja	Sähkölaitteiston käyttöönotto-päivämäärä tai muutosten ajankohta	
	<input type="checkbox"/> Muutettu/laajennettu sähkölaitteisto	<input type="checkbox"/> Muutos muihin rekisteritietoihin		
120 Tekniset tiedot	Muuntamoiden määrä	Laitteiston suurin jännite	Sähkölaitteiston luokka	
	kpl	kV	<input type="checkbox"/> 2C <input type="checkbox"/> 2D	<input type="checkbox"/> 3A <input type="checkbox"/> 3B <input type="checkbox"/> 3C
130 Haltijan tiedot	Nimi	Y-tunnus	Puhelin (myös suuntanro)	Telekopio (myös suuntanro)
	Jakeluosoite	Postinumero		Postitoimipaikka
	Laskutusosoite	Verkkolaskuosoite		
	Yhteyshenkilö (puhelin suuntanumerolla ja sähköposti)			
140 Laitteiston tiedot	Toimintayksikkö			Tukes rekisterinro
	Käyntiosoite	Postinumero		Postitoimipaikka
	Jakeluverkko-yhtiö, jonka verkkoon laitteisto liittyy		Luokan 2C tai 2D liittymän verkko-yhtiön muuntamotunnus	
	Sähkölaitteiston rakentajan nimi			Puhelin (myös suuntanro)
150 Käytön johtajan tiedot	Nimi	Henkilötunnus (Henkilötietolaki 13§)		
	Yhteystiedot (osoite ja puhelin suuntanumerolla, sähköposti)	Kyllä Ei <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Käytön johtaja on haltijan palveluksessa <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Haltija ja käytön johtajan työnantaja ovat tehneet laitteiston kunnossapitosopimuksen (kts. täyttöohje) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Koskeeko käytönjohtajuus koko laitteistoa? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Onko muut käytön johtajat nimetty?		
	Käytön johtajan työnantaja ja yhteystiedot			
Vaihtoehdot	<input type="checkbox"/> Tehtävien hoitamisen lopetuspäivämäärä (allekirjoitus kohtaan 163)		<input type="checkbox"/> Tehtävien hoitamisen aloituspäivämäärä	

160 Allekirjoitukset (vrt. täyttöohje)

161 Käytön johtajalle on annettu tarvittavat toimintavaltuudet huolehtia tehtävästä. Päiväys ja sähkölaitteiston haltijan allekirjoitus, nimenselvennys	162 Olen suostunut toimimaan sähkölaitteiston käytön johtajana ja sitoudun huolehtimaan käytön johtajan tehtävistä. Päiväys ja käytön johtajan allekirjoitus, nimenselvennys
163 Ilmoittajan allekirjoitus, nimenselvennys	

170 Aiemmat tiedot

Tukes rekisterinro	Haltijan nimi / laitteiston nimi	Käytön johtaja
Laitteiston käyntiosoite		

LIITTEET

<input type="checkbox"/> Käytön johtajan pätevyystodistus	<input type="checkbox"/> Selvitys käytön johtajista ja heidän vastuurajoistaan
<input type="checkbox"/>	

LIITE 6.1 Sähkölaitteiston määräaikaistarkastuslomake



ST 51.23.01

MÄÄRÄAIKAISTARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Nro

1 (3)

1. TARKASTETTU SÄHKÖLAITTEISTO

Haltija/ omistaja	Nimi				
	Postiosoite				
	Yhteyshenkilö	Puhelin	Faksi	Matkapuhelin	Sähköposti
	Käytön johtaja tai huollosta vastaava				
Kohde	Nimi				
	Sijaintiosoite				
	Kaupunginosa/kylä		Kortteli	Tontti	
	Liittyy sähköverkkoon		Sähkökäyttäjaluokitus	Sähkölaiteluokka	
Sähkölaitteis- ton rakentajat	Nimi				
	Osoite				
Tarkastukset	Otettu käyttöön/peruskorjattu	Edellinen määräaikaistarkastus			Tämä tarkastus
	Tarkastuksessa mukana olleet				
Tarkastettu alue	Kuvataan ja rajataan tarkastettu alue:				

2. TARKASTUKSEN KUVAUS JA LAAJUUS

Tarkastus- menetelmä	Merkitään normiasiakirjat, joiden perusteella sähköturvallisuuden taso on arvioitu:				
	<input type="checkbox"/>	A1 Sähköturvallisuusmääräykset	<input type="checkbox"/>	A2 tai SFS 6000 sarja	
	<input type="checkbox"/>	A4 Vahvavirtailmajohdantomääräykset	<input type="checkbox"/>	SFS-EN 60204 Koneiden sähkölaitteisto	
	<input type="checkbox"/>	KTMP 517/96	<input type="checkbox"/>	SFS-EN 60079-14 Räjähdyksenvaarallisten tilojen sähkölaitteisto	
	<input type="checkbox"/>	SFS 6001	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
	Kuvataan tarkastuksen suoritus:				

LIITE 6.2 Sähkölaitteiston määräaikaistarkastuslomake

ST 51.23.01

2 (3)

3. LAUSUNTO SÄHKÖLAITTEISTOJEN KÄYTÖN SÄHKÖTURVALLISUUDEN VAATIMUSTENMUKAISUUDESTA

	Kunnossa	Puutteita
1 Sähkölaitteiston käytön turvallisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Hoito- ja kunnossapito-ohjelman/-ohjeiden asianmukaisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Hoito-ohjelman noudattaminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Hoito- ja käyttövälineiden asianmukaisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Piirustuksien ja ohjeiden asianmukaisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Suoritetut tarkastukset ja niiden dokumentaatio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.1 Käyttöönottotarkastukset, vaatimuksenmukaisuusvakuutukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 Varmennustarkastukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 Määräaikaistarkastukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4 Viranomaisilmoitukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Sähkölaitteiston teknisen sähköturvallisuuden taso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Huomautukset yksilöity tarkastusselosteessa.

Tarkastuksesta on tarkastajan toimesta toimitettu ilmoitus tarkastusrekisterin pitäjälle.

Tarkastustodistuksen yhtä kopiota säilytetään tarkastajalla.

Tarkastajan allekirjoitus

Päiväys	Tarkastuksen suorittamisen oikeutus
Suorittajan allekirjoitus	Vastuuhenkilön allekirjoitus

Jakelu:

- Omistaja
- Haltija
- Käyttöorganisaatio
- Jakeluverkkoyhtiö _____
- Turvatekniikan keskus
- _____
- _____

MUUTOKSEN HAKEMINEN VALTUUTETUN TARKASTAJAN PÄÄTÖKSEEN

Muutoksenhaku

Asianosainen voi hakea muutosta valtuutetun tarkastajan päätöksen oikaisuvaatimuksella valtuutetulta tarkastajalta.

Muutoksenhaku aika

Oikaisuvaatimus ja alla mainittu valitus on tehtävä kolmenkymmenen (30) päivän kuluessa päätöksen tiedoksisaannista.

Oikaisuvaatimuksen sisältö

Oikaisuvaatimus on tehtävä kirjallisesti. Siinä on ilmoitettava muutoksenhakijan nimi ja kotikunta, miten päätöstä vaaditaan muutettavaksi sekä perusteet, joilla muutosta vaaditaan.

Asiakirjat, joihin muutoksenhakija vetoaa, on liitettävä mukaan, jollei niitä ole aikaisemmin toimitettu valtuutetulle tarkastajalle.

Asiakirjojen toimittaminen

Oikaisuvaatimus on jätettävä yllä mainitussa määräajassa valtuutetulle tarkastajalle. Asiakirjat voi lähettää valtuutetulle tarkastajalle myös postitse. Postiin asiakirjat on jätettävä niin ajoissa, että ne ovat valtuutetulla tarkastajalla viimeistään muutoksenhakuajan viimeisenä päivänä.

Valitus

Oikaisuvaatimuksesta annettuun päätökseen haetaan muutosta valittamalla hallinto-oikeuteen, jonka tuomiopiirissä päätöksen kohteena oleva sähkölaite tai -laitteisto sijaitsee.

Valituksen sisältö

Muutoksenhaku on tehtävä kirjallisesti. Siinä on ilmoitettava, miten päätöstä vaaditaan muutettavaksi sekä perusteet, joilla muutosta vaaditaan. Muutosvaatimus on allekirjoitettava ja lisäksi siinä on mainittava muutoksenhakijan tai muun allekirjoittajan ammatti, kotipaikka ja postiosoite.

Muutosvaatimukseen on liitettävä päätös, josta valitetaan sekä muut asiakirjat, joihin muutoksenhakija vetoaa.

Asiakirjojen toimittaminen

Muutosvaatimus on jätettävä määräajan kuluessa hallinto-oikeuteen. Asiakirjat voidaan lähettää myös postitse. Postiin asiakirjat on jätettävä niin ajoissa, että ne ovat perillä viimeistään muutoksenhakuajan viimeisenä päivänä.

Päätöksen noudattaminen

Valtuutetun tarkastajan päätöstä on noudatettava oikaisuvaatimuksesta tai valituksesta huolimatta, ellei muutoksenhakuviranomainen toisin määrää.

LIITE 7. KOJEISTON KOKOAMINEN



Kojeiston jalustateline.



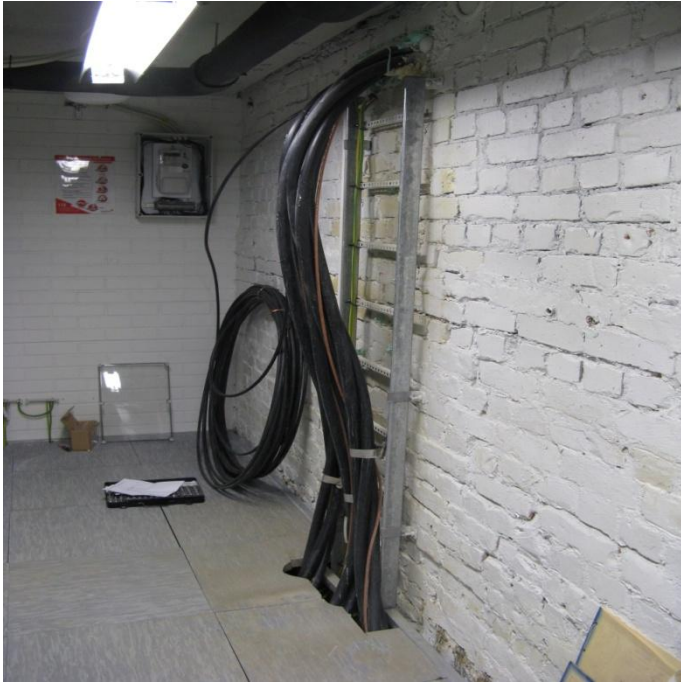
Kenno (QM) jalustatelineen päällä.



Kokoojakiskot.



Kennojen liittokset.

LIITE 8. KAAPELOINTI JA KISKOLIITOKSET

20Kv:n liittymiskaapelit



Enston 20Kv:n sisäpäätteet



Muuntaja sekä pienjännitekiskosilta

LIITE 9. MAADOITUKSET



Liitäntä laajaan maadoitusverkkoon



Muuntamon päämaadoituskisko.



Muuntajan maadoituskisko.



Kaapelipäätteen maadoitus kennossa.

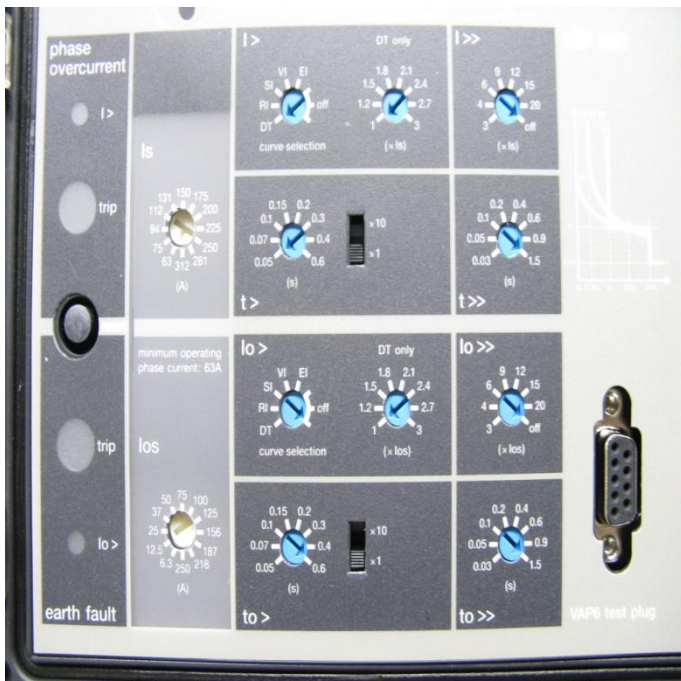
LIITE 10 APULAITTEET



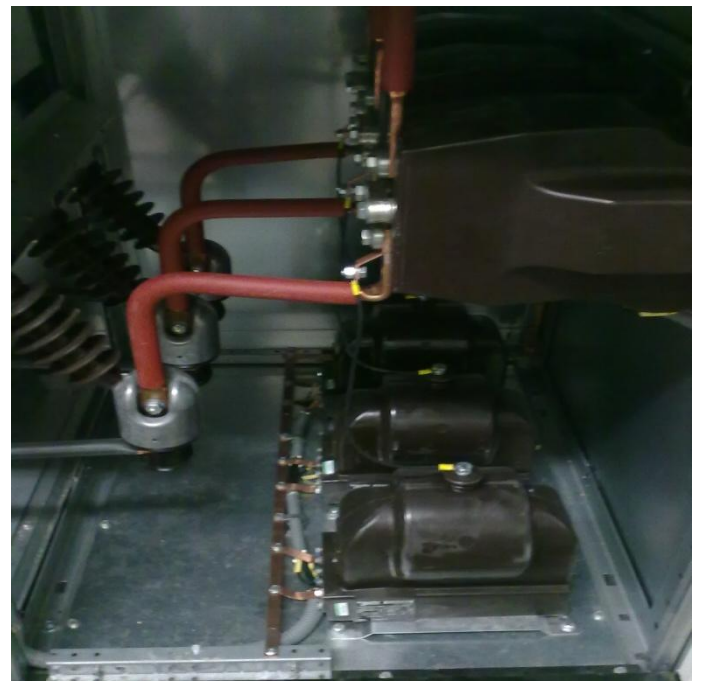
Kaukokäyttökeskus



Energiamittari



VIP 300 suojarele



Virta- ja jännitemuuntajat