



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Syöttö- ja muuntoasemien rakentaminen kaupunkiympäristöön

Tomi Mielityinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikka
Sähkövoimatekniikka

MIELITYINEN, TOMI:

Syöttö- ja muuntoasemien rakentaminen kaupunkiympäristöön

Opinnäytetyö 67 sivua, joista liitteitä 14 sivua
Toukokuu 2017

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia syöttö- ja muuntoasemien rakentamista kaupunkiympäristössä VR Track Oy:lle ja luoda samalla yritykselle ohjeistava dokumentti vaatimuksista, jotka on otettava huomioon perinteisen toimintaympäristön ulkopuolella. Sähkötilojen suunnittelu ja rakentaminen ovat hyvin tarkkaan säännösten, lakien ja määräysten ohjaamia, ja nämä samat vaatimukset dominoivat myös kaupunkiympäristössä toimimista.

Sähkötilat ovat monimutkaisia teknisiä tiloja, joiden suunnittelu sisältää myös paljon sähkötekniikan ulkopuolisia vaatimuksia. Sähkösuunnittelun tulee varmistaa, että syöttö- tai muuntoasema toimii sähköisesti oikein ja vikatilanteen sattuessa se kytetään erottamaan ympäröivästä sähköverkosta. Lisäksi sähkösuunnittelun tulee taata sähköturvallisuus. Sähkötilan paloturvallisuus varmistetaan rakentamalla tarvittavat palo-osastoinnit, käyttämällä riittävän palokestoisia rakennusmateriaaleja ja huolehtimalla ilmanvaihdon asianmukaisesta toiminnasta palotilanteessa. Poistumisturvallisuus taataan riittävän leveällä kulkureittien mitoituksella, opasteilla ja hätävalaistuksella. Sähköturvallisuus- ja pelastuslaki vaatii sähkötiloilta huolto- ja kunnossapito-ohjelmat, joiden avulla suunnitteluvaiheessa täytetyt vaatimukset ovat kunnossa tilan eliniän ajan. Suunnitelmien ja kunnossapidon täytäntöönpanoa seurataan käyttöönotto-, varmennus ja määräaikaistarkastusten avulla.

Kaupunkiympäristöön siirryttäessä edellä mainittujen vaatimusten lisäksi yhteistyön määrä paikallisten toimijoiden, kuten sähköverkkoyhtiön ja kunnan virkamiesten kanssa, lisääntyy merkittävästi. Sähköverkkoyhtiöllä on oma protokollansa paikalliseen sähköverkkoon liittyessä ja yhtiöllä on ennalta määritetyt vaatimukset, jotka liittyjän tulee täyttää. Kunnan virkamiesten kautta tulee vaatimuksia ulkonäön ja melun suhteen.

Tämä tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, ja lisäksi aineistoa kerättiin haastatteleamalla paikallisia asiantuntijoita. Ohjeistava dokumentti luotiin kirjallisuuskatsauksen ja haastattelujen perusteella, ja se sisältää vähimmäisvaatimukset kaupunkiympäristöön rakennettaessa. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että kaupunkiympäristö aiheuttaa tarvetta lisäsuunnittelulle ja lisäkustannuksille. Lisäksi yhteistyön teollisen yrityksen ja virkamiesten välillä tulee olla tiivistä ja laadukasta, jotta aikaa ja resursseja saadaan hyödynnettyksi mahdollisimman tehokkaasti. Tiiviillä yhteistyöllä pienennetään työkuultuurien välisiä eroja, kun kysymyksessä on teollisen yrityksen ja kunnallisen toimijan organisoima projekti.

Asiasanat: syöttöasemat, muuntoasemat, sähkörakentaminen

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Electrical Engineering
Electrical Power Engineering

MIELITYINEN, TOMI:

Building of Feeder and Transformer Stations in a City Environment

Bachelor's thesis 67 pages, appendices 14 pages
May 2017

The purpose of this thesis was to research building of feeder and transformer stations in a city environment for VR Track Oy and to create a guiding document for operation outside the company's traditional work environment. The designing and construction of electrical compartments are very strictly guided by regulations, laws and orders and these same requirements also dominate in a city environment.

Electrical compartments are complicated technical compartments; their design includes several requirements outside the electrical engineering. Electrical design must ensure that the feeder or transformer stations operate electrically correct and in case of a fault it is possible to separate them from the surrounding power grid. Electrical design must also guarantee electrical safety. Fire safety of the electrical compartment is ensured by building the necessary fire compartments, choosing materials with sufficient fire resistance and taking care of proper air conditioning in case of fire. In case of an emergency a safe exit is guaranteed with proper passage width, exit guidance and emergency illumination. Finnish electrical safety and rescue laws require that electrical compartments have a service and maintenance programs so that the requirements of the design phase are upheld also during the lifecycle of the compartment. The implementation of design and maintenance are monitored via implementation, verification and fixed inspections.

When moving towards city environment the aforementioned requirements are incremented with the need of co-operation with local parties such as power grid companies and municipal officials. Power grid companies have their own protocols and requirements for plugging in with their power grid, which need to be fulfilled. Municipal officials have requirements for the exterior look and noise production of the electrical stations.

This research is conducted via literature review and interviewing local experts. Based on this research, it is arguable to say that the city environment requires careful designing. In addition, the co-operation between the industrial company and municipal officials needs to be tight and of good quality so that time and resources are exploited efficiently. With tight co-operation one can also minimize the differences in working culture between these parties in a large project.

Key words: feeder station, transformer station, electrical construction

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYS.....	8
3	YLEISET VAATIMUKSET SYÖTTÖ- JA MUUNTOASEMILLE	9
3.1	Sähkösuunnittelu.....	9
3.1.1	Tilavaraukset	11
3.1.2	Muuntajat	12
3.1.3	Kojeisto	14
3.1.4	Valokaari sähkölaitteistossa	18
3.1.5	Kosketussuojaus	20
3.1.6	Maadoitus	21
3.1.7	Kaapelointi	22
3.1.8	EMC	22
3.1.9	Ilanvaihdon mitoitus sähkötilan käyttöä varten	23
3.2	Poistumissuunnittelu	25
3.2.1	Poistumis- ja pelastustiet.....	26
3.2.2	Poistumisopastus	27
3.2.3	Poistumisvalaistus	29
3.2.4	Pelastussuunnitelma	29
3.3	Paloturvallisuus.....	30
3.3.1	Muuntajat	30
3.3.2	Rakennukset ja rakennusosat	30
3.3.3	Ilanvaihto tulipalon sattuessa	31
3.4	Huolto- ja kunnossapito-ohjelmat.....	31
3.4.1	Poistumisreitti ja -valaistus	32
3.4.2	Sähkölaitteiston huolto ja kunnossapito.....	32
3.5	Tarkastukset	32
3.5.1	Käyttöönottotarkastus	32
3.5.2	Varmennustarkastus	34
3.5.3	Määräaikaistarkastus	36
4	TOTEUTTAMINEN KAUPUNKIYMPÄRISTÖÖN	38
4.1	Sähköverkkoon liittyminen	38
4.2	Kaapelointi.....	40
4.3	Maadoitus.....	41
4.4	Kunnossapito ja asiakasmuuntamot.....	42
4.5	Yhteistyö rakennusvaiheessa	44
4.6	Ulkoasu	44

4.7 Sähkömagnetismi.....	45
4.8 Melu.....	46
4.9 Tampereen raitiotiehanke.....	46
5 POHDINTA.....	48
5.1 Tulosten tarkastelu.....	48
5.2 Ehdotuksia.....	49
LÄHTEET.....	51
LIITTEET.....	53
Liite 1. Tampereen Sähköverkko Oy:n haastattelun 5.5.2017 purku.....	54
Liite 2. Tilapäisen sähköliittymän tilauslomake.....	61
Liite 3. Tampereen Sähköverkko Oy:n yleistietolomake.....	62
Liite 4. Urakoitsijan tarkistuslista.....	63
Liite 5. Tampereen kaupungin haastattelun 17.5.2017 purku.....	64

LYHENTEET JA TERMIT

TAMK	Tampereen ammattikorkeakoulu
VDC	Tasavirtajännite
VAC	Vaihtovirtajännite
EMC	Electromagnetic compability = Sähkömagneettinen yhteensopivuus
V	Voltti
A	Ampeeri
J	Joule

Aloita kirjoittaminen yllä olevien esimerkkien paikalta. Poista tämä sivu, mikäli opin-
näytetyössäsi ei tarvita erityissanastoa, lyhenteitä tai termejä.

1 JOHDANTO

VR Track Oy on osa VR Groupia, ja se vastaa emoyhtiön osalta raideliikenteen suunnittelemisesta, raide- ja sähkörakentamisesta sekä niiden kunnossapidosta. Raideliikenteen ohella VR Track Oy toimii myös sähköalan urakoitsijana sähköasemilla ympäri Suomea.

VR Track Oy pyrkii kasvamaan yrityksenä laajentamalla palveluitaan kaupunkien lähiliikenne- ja joukkoliikenteen kehittämiseen, ja se pyrkii olemaan merkittävä tekijä Suomen kaupungistumisen ja joukkoliikenteen kehittämisessä kohti sähköistä käyttövoimaa.

Hyvänä esimerkkinä uusista palveluista tällä hetkellä on Tampereen Raitiotieallianssi, jonka yhtenä osapuolena VR Track Oy toimii. Raitiotieallianssi rakentaa Tampereelle lähivuosisen kuluessa uuden joukkoliikennemuodon ja VR Track Oy vastaa tässä allianssissa päällysrakenteesta eli kiskoista ja sähköjärjestelmistä. VR Track Oy toimii projektin päätoteuttajana. Muita Tampereen Raitiotieallianssin päätoimijoita ovat Pöyry sekä YIT, jotka vastaavat mm. maarakentamisesta ja johtosiirroista. Tämän projektin myötä VR Track Oy tulee olemaan merkittävä osaja raitiotieliikenteen saralla.

Lähitulevaisuudessa myös pääkaupunkiseudulla todennäköisesti toteutetaan Raide-Jokeri-projekti, joka on noin 25 kilometriä pitkä pikaraitiotie. VR Track Oy on mukana yhdessä kolmesta allianssiryhmittymästä, jotka kilpailevat projektin toteuttamisesta.

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia syöttö- ja muuntoasemien rakentamista kaupunkiympäristössä VR Track Oy:lle ja luoda samalla yritykselle ohjeistava dokumentti vaatimuksista, jotka on otettava huomioon perinteisen toimintaympäristön ulkopuolella. Tätä opinnäytetyötä voidaan hyödyntää edellä mainitun kaltaisissa projekteissa ohjeellisenä tarkistuslistana ja työ toimii myös vastavalmistuneen insinöörin perehdytysmateriaalina suunniteltaessa ja rakennettaessa vastaavanlaisia laajoja projekteja.

2 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYS

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia keskijännitetaso- syöttö- ja muunto-
asemien rakentamista kaupunkiympäristössä VR Track Oy:lle.

Tutkimuskysymys on:

Mitä asioita tulee huomioida keskijännitetaso- syöttö- ja muuntoasemien suunnittelussa
ja rakentamisessa kaupunkiympäristössä?

Tämän opinnäytetyön tavoite on toimia ohjeistavana dokumenttina VR Track Oy:lle sen
aiemman ja perinteisen toimintaympäristön ulkopuolella. Tässä opinnäytetyössä keski-
tytään Tampereen kaupunkiympäristöön. Oletuksena on, että suurena infra-alan yrityk-
senä VR Track Oy tulee olemaan merkittävä tekijä etenkin joukkoliikenteen parissa
myös kaupunkiympäristöissä.

VR Track Oy toimii jo tällä hetkellä osana Tampereen Raitiotieallianssia, joka rakentaa
Tampereelle lähivuosien kuluessa uuden joukkoliikennemuodon ja vastaa tässä allians-
sista päällysrakenteesta eli kiskoista ja sähköjärjestelmistä. Muita Tampereen Raitiotie-
allianssin päätoimijoita ovat Pöyry sekä YIT, jotka vastaavat mm. maarakentamisesta ja
johtosiirroista.

3 YLEISET VAATIMUKSET SYÖTTÖ- JA MUUNTOASEMILLE

Tässä luvussa käsitellään sähkötilojen yleisiä vaatimuksia, jotka pätevät myös VR Track Oy:n aiemmassa toimintaympäristössä eli kaupunkialueiden ulkopuolella.

Sähkötilojen suunnittelu ja rakentaminen lähtevät liikkeelle aihekohtaisten lakien, määräysten, asetusten ja päätösten määritelmistä. Tämän työn osalta sisätiloihin rakennettavien sähkötilojen osalta läpikäytäviä dokumentteja ovat:

- Sähköturvallisuuslain luvut 1 ja 3
- Pelastuslain luvut 1 ja 3
- E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma rakennusten paloturvallisuuden osalta
- Sähköalan standardit SFS 6001 (suurjännitesähköasennukset) ja SFS-EN 1838 (turvavalaistus)
- ST-kortti 53.61 ja ST-käsikirjat 35-37
- Sähköenergialiiton verkostosuositus RM 2:02

Näitä yllä mainittuja dokumentteja huomioidaan sähkötiloja suunniteltaessa ja rakennettaessa seuraavien tarkastelujen kautta:

- Poistumissuunnittelu
- Sähkösuunnittelu
- Paloturvallisuus
- Huolto- ja kunnossapitosuunnitelma
- Tarkastukset

3.1 Sähkösuunnittelu

Sähkösuunnittelun voidaan sanoa lähtevän liikkeelle Sähköturvallisuuslain 6§:stä, joka määrittelee yleiset vaatimukset sähkölaitteille ja –laitteistoille. Yllämainitun pykälän mukaan edellä mainitut tulee suunnitella, rakentaa, valmistaa, huoltaa ja käyttää niitä niin, että ne eivät aiheuta vaaraa hengelle tai omaisuudelle. Lisäksi niiden aiheuttamien sähkömagneettisten tai sähköisten häiriöiden on oltava kohtuullisia eivätkä ne saa häiriintyä helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. Mikäli pykälän ensimmäisen momentin edellytykset eivät täyty, niiden markkinoille, toiselle luovutus tai käyttöönotto on kielletty. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/6§.)

Sähkölaitteistot luokitellaan sähköturvallisuuslain 44§:n mukaan varmennus- ja määräaikaistarkastusten sekä kunnossapito-ohjelmaa koskevien vaatimusten mukaan seuraavasti:

1. luokan sähkölaitteisto
 - a. useamman kuin kahden asuinhuoneiston rakennuksen sähkölaitteisto
 - b. muu kuin asuinrakennuksen sähkölaitteisto, jonka ylivirtasuojan nimellisvirta ylittää 35 ampeeria, eikä se kuulu luokkiin 2 tai 3
2. luokan sähkölaitteisto
 - c. sähkölaitteisto, joka sisältää yli 1000 voltin nimellisjännitteisiä osia, pois lukien sähkölaitteisto, jota syötetään enintään 1000 voltin nimellisjännitteellä, mutta sen sähkölaitteet tai niihin verrattavat laitteet käyttävät yli 1000 voltia
 - d. sähkölaitteisto, joka ylittää 1600 kilovolttiampeerin liittymistehon kiinteistön tai kiinteistöryhmän liittymistehojen summan mukaan
3. luokan sähkölaitteisto
 - c. verkonhaltijan sähköverkko

Yllä mainittu luokitus ei ole käytössä, kun kyseessä on viestintäverkon, hissien, ilma-aluksen tai maa- ja vesikulkuneuvon sähkölaitteisto (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/44§).

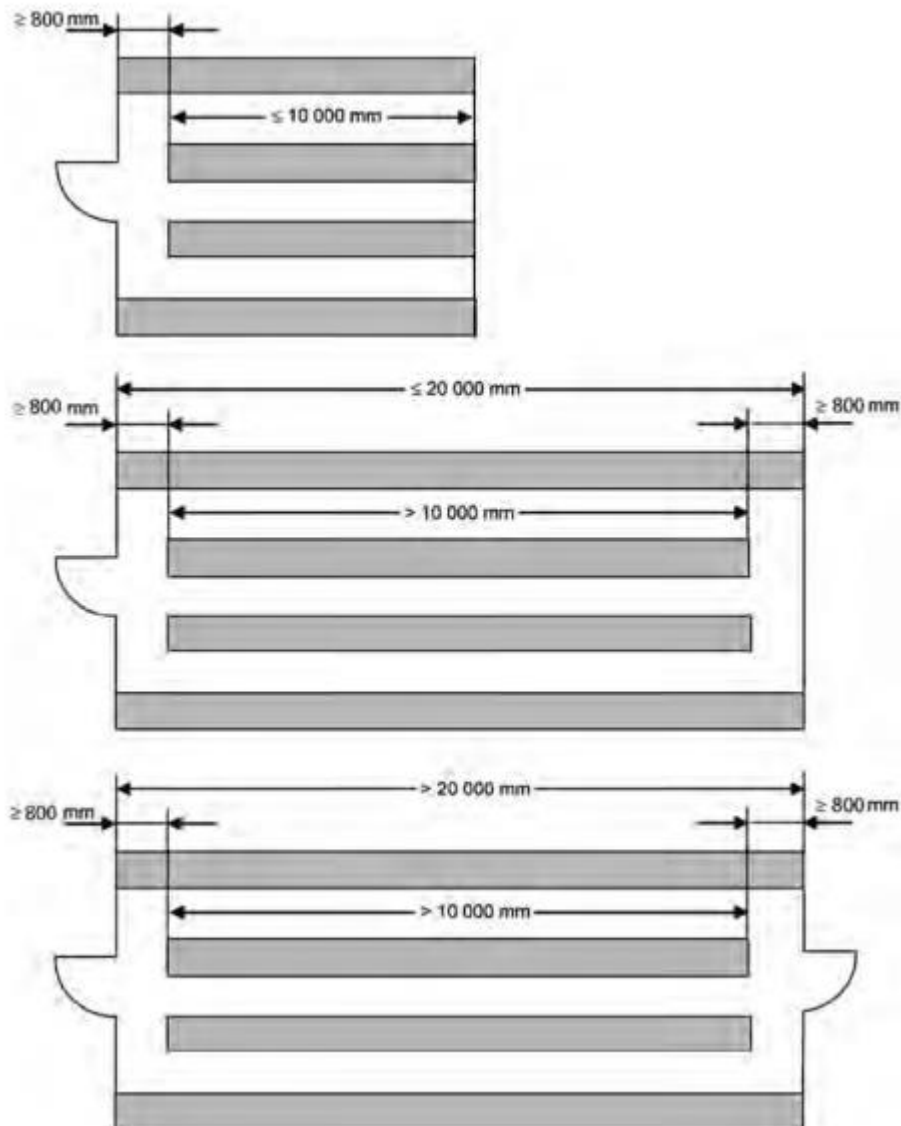
Aiemmin voimassa ollut Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös 517/96 luokitteli sähkötilat tarkemmin, mutta se on sittemmin kumottu ja korvattu Tukes-ohjeella 16/2017. Tämä nykyään voimassa oleva luokitus koskee lähinnä jännitetasoa.

Sähkötilan suunnittelu riippuu muuntajien lukumäärästä ja tyypistä, laitteiston kuljetusmahdollisuuksista, sähkötilan sijainnista verkonhaltijan verkon suhteen, ilmanvaihdon toteutuksesta sekä kojeiston rakenteesta eli onko kyseessä ilma- vai kaasueristeinen kojeisto. Lisäksi tulee ottaa huomioon, onko kyseessä sähköverkkoyhtiön oma vai asiakasmuuntamo sekä se onko rakennuksella, johon sähkötila tulee, muita käyttäjiä. (ST-käsikirja 35.)

3.1.1 Tilavaraukset

Sähkötila on määritelty alueeksi tai huoneeksi, jonne pääsy on sallittu ainoastaan sähköalan ammattilaisilla tai opastetuilla henkilöillä. Tämän lisäksi sähkötila tulee merkitä selvästi ja näkyvästi asianmukaisilla kilvillä. (SFS 6001.)

Sähkötiloihin tulee tehdä tilavarauksia kulkutilojen suhteen, esimerkiksi yli 10 metriä pitkien sähkötilojen käytävät tulee olla käytettävissä molemmista päistä ja tämä voidaan toteuttaa 800 mm:n kulkuvälillä kojeiston ja päätyseinän välissä. Tämän lisäksi yli 20 metriä pitkässä sähkötilassa kulkuovi täytyy olla molemmissa päissä tilaa. Kulkutilan tilavaraukset on esitetty kuvassa 1. (ST-käsikirja 35.)



Kuva 1 Esimerkki kulkureiteistä ja ovista erilaisissa sähkötiloissa (ST-käsikirja 35)

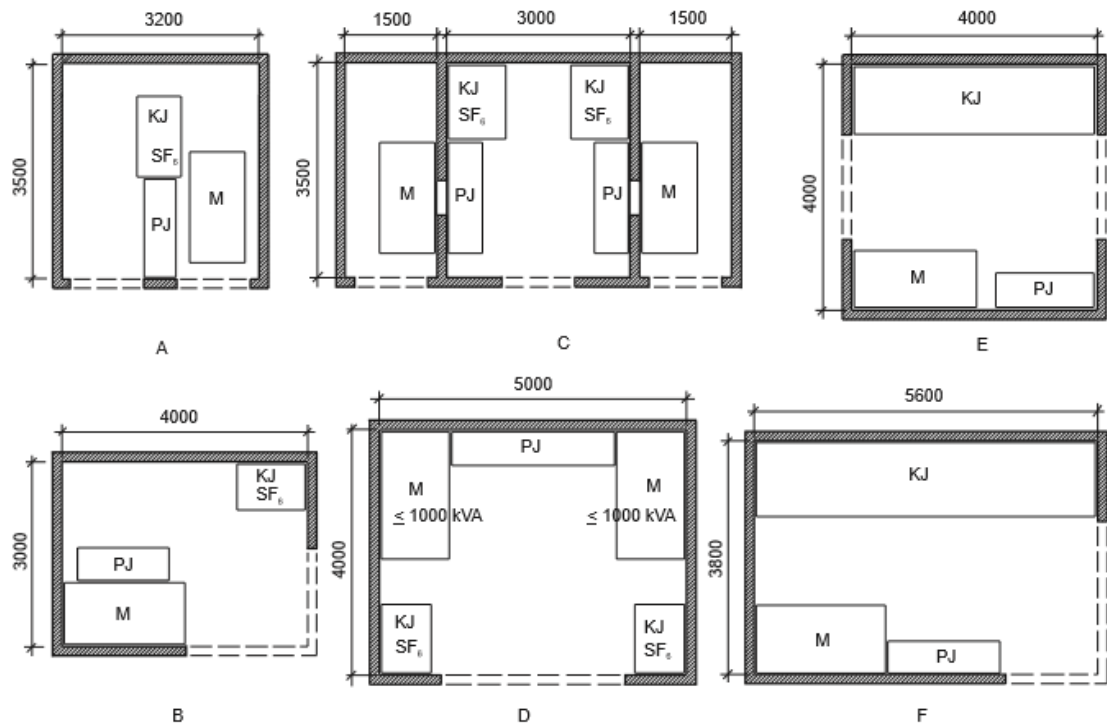
3.1.2 Muuntajat

Muuntajat jaetaan perinteisesti kuiva- ja öljymuuntajiin, joiden erot ovat pääasiassa hinnassa, lämpöhäviöissä, melussa (Liite 1) ja niiden välittömässä läheisyydessä olevan tilan suunnittelussa. Öljyeristeistä muuntajaa käytettäessä tulee varautua ympäristövaingin ehkäisyyn käyttämällä vuotoa varten tarkoitettua keruullasta. Vähimmäisnestemäärä on yleensä määritetty paikallisissa tai kansallisissa määräyksissä. Mikäli nämä määräykset puuttuvat, yleisohjeena on, että allas pitää olla kaikilla laitteilla, joiden nestemäärä ylittää 1000 litraa. (SFS 6001.) Lämpöhäviöiden eroja on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Öljy- ja kuivamuuntajien lämpöhäviöitä tyhjäkäynnissä ja nimellisessä kuormitustilanteessa (ST-käsikirja 35)

Eristysneste O1 (mineraaliöljy)			Kuivamuuntajat	
kVA	P0 kW	Pk kW	P0 kW	Pk kW
315	460	3550	1000–1150	4200–4600
400	560	4300	1150–1200	4700–5500
500	700	5000	1400–1500	6300–7000
630	820	5900	1600–1650	7000–7800
800	1020	7150	1900–2100	9350–9400
1000	1130	8650	2250–2300	10950–11000
1250	1380	9700	2700–2900	11200–13500
1600	1650	12200	3050–3100	12500–16000
2000	1900	14600	4000–4200	15500–19500

Muuntajien sijoitusta sähkötiloihin suunnitellaan niiden palokuormituksen ja kosketus-suojauksen perusteella. Öljyeristeistä muuntajaa käytettäessä sen palokuormitus lisääntyy merkittävästi. Yksinkertaisia, erilaisia muuntaja- ja laitteistoratkaisuja enintään näennäistehon muuntajille on esitetty kuvassa 2.



M = muuntaja, KJ = keskijännitekojeisto, PJ = pienjännitekojeisto. Mahdolliset oven paikat on kuvassa esitetty katkoviivalla.

Kuva 2. Esimerkkejä sähkötilan ratkaisuista (Verkostusuositus RM 2:02)

Sähkötilan yleissuunnittelussa tulee myös huomioida seuraavat vaatimukset:

- Sähkötilan alle on yleensä rakennettava 700-1000 mm korkea kaapelikanava tai -kellari.
- Sähkötilaan on kyettävä kuljettamaan kappale, jonka pituus on 2500 mm, leveys 1100 mm ja korkeus 2200 mm
- Yleensä sähkötilan minimikorkeus on 2500 mm, SFS 6001-standardin mukaan poistumistien korkeuden tulee kuitenkin olla sisäkaton, suojan tai kotelon alapuolella vähintään 2000 mm.
- Sähkötila ei ole sallittu kauttakulkureitti käyttöön suoranaisesti liittymättömät putkien, kaapelien ja kanavien osalta
- Veden pääsy tilaan on estettävä

(Verkostusuositus RM 3:16.)

Lisäksi laitteiston kuljetus ja henkilöstön kulku sähkötilaan on tehtävä mahdollisimman helpoksi. Laitteiston koon ja painon kasvaessa sähkötilan sijoittaminen maantasolla olevaan kerrokseen on ensiarvoisen tärkeää, ja tämä korostuu erityisesti muuntajien kohdalla, sillä ne ovat fyysisesti suurimmat sähkötilaan tulevat laitteet. Taulukossa 2 on esitetty muuntajien mittoja sekä painoja. (Verkostusuositus RM 2:02.)

Taulukko 2 Esimerkkejä sähkömuuntajien dimensioista ja painoista (Verkostosuositus RM 2:02)

Muuntajan teho	Pituus	Leveys	Korkeus	Paino
1250 kVA	2100 mm	1100 mm	2100 mm	3700 kg
1600 kVA	2300 mm	1100 mm	2200 mm	4200 kg

3.1.3 Kojeisto

Sähkötilat sisältävät useita erilaisia laitteita, jotta sähköenergian siirto on hallittua ja ennakoitavaa. Sähköasemat sisältävät laitekokonaisuuksia eli puhutaan kojeistoista, jotka muodostuvat kytkinlaitteista, mittamuuntajista ja releistä ja näiden yhdistelmällä luodaan sähköverkkoa suojaava kokonaisuus. (Elovaara & Haarla.)

Kytkinlaitteiden tehtävänä on ohjata sähköenergian siirtoa verkossa ja tarvittaessa muuttaa sähköverkon topologiaa eli irrottaa viallinen osa sähköverkosta vaarojen ja vahinkojen minimoimiseksi. Tärkeimpiä kytkinlaitteita keskijännitetasossa ovat katkaisijat, erottimet, kytkimet sekä kuormanerotitimet. Yleisesti, kytkinlaitteilla on normaalitila ja toimintatila. Normaalitilassa kytkinlaite toimii johtimena, eli kuormitusvirtojen tulee kulkea sen kautta ilman merkittäviä häviöitä ja ylikäynnemistä, kun taas toimintatilassa se toimii eristeenä johtimen sijaan. (Elovaara & Haarla.)

Katkaisijat ovat kojeita, joiden tulee pystyä katkaisemaan suurimmatkin verkossa esiintyvät virrat eli oikosulkuvirrat. Katkaisijoita voidaan operoida sekä käsin ohjattuina, että automaattisesti ohjattuina. Tavallisesti automaattinen katkaisijan toiminto tapahtuu avautumalla ylivirran vaikutuksesta. Tämä ohjauskomento tulee mittamuuntajan avulla kytketyltä releeltä. Vaihtoehtoisesti sulkeutuminen voi olla automaattinen toiminto jälleenkytkentäreleen antaman komennon myötä. Katkaisutapahtumassa sähkövirta katkaistaan hallitun valokaaren avulla. Tasavirtakatkaisussa katkaisutapahtumassa syntyvä valokaari venytetään avautuvien koskettimien avulla niin, että valokaaren jännite nousee syöttöjännitettä suuremmaksi. Tällöin valokaaren vastus kasvaa ja virta pienenee lopulta niin, että valokaari sammuu. Vaihtovirtakatkaisussa hyödynnetään virran aaltomuodon nollakohtia sekä valokaarta ympäröivää väliainetta. (Elovaara & Haarla.).

Katkaisijat jaetaan katkaisukammiossa käytettävän väliaineen perusteella ilma-, öljy-, vähäöljy-, paineilma-, SF₆- ja tyhjiökatkaisijoihin. Ilmakatkaisijan katkaisukärjet sijaitsevat normaalipaineisessa ilmassa. Tavallisesti katkaisukärjet on suojattu tulenkestävällä ja eristävällä valokaarisuojuksella. Ilmakatkaisijoissa on erikseen pääkoskettimet ja valokaarikoskettimet. Virta kulkee pääkoskettimien läpi katkaisijan ollessa suljettuna ja katkaisijan auetessa valokaari syntyy valokaarikoskettimien väliin suojellen siten pääkoskettimia vaurioilta. Valokaari vedetään nopeasti valokaarisuojuksen muodostamaan sammutuskammioon. Monet katkaisijavalmistajat varustavat ilmakatkaisijan magneettipuhalluksella, joka ohjaa valokaaren virran magneettikentän avulla sammutuskammioon. Etuna magneettipuhalluksella on pitkät huoltovälit, suuri kytkentätiheys sekä katkaisijan itsensä aiheuttamat pienet ylijännitteet. Magneettipuhalluksella varustetun ilmakatkaisijan mitoitusjännite voi olla 24 kV, mitoitusvirta saattaa nousta 10 kA:iin saakka ja katkaisuvirta on tyypillisesti 25-50 kA. (Elovaara & Haarla.)

Öljykatkaisijoiden valokaaren sammutusaineena toimii yleensä mineraaliöljy, joka höyrystyy valokaaren vaikutuksesta. Höyrystymisessä paineen nousu synnyttää kaasun ja öljyn virtauksia, jotka jäädyttävät valokaaren. Öljykatkaisijoissa käytetyt öljymäärät olivat suuria, jotka aiheuttivat katkaisijan räjähdyksessä suurta tuhoa koko kytkinrakennekselle. Seurauksena kehitettiin vähäöljykatkaisijat, joissa öljymäärää vähennettiin rakentamalla jokaiselle vaiheelle oma sammutuskammionsa. Öljykatkaisijoiden käyttöjännite on tyypillisesti välillä 7,2-123 kV. Öljykatkaisijoiden valmistaminen on lopetettu, mutta niitä esiintyy edelleen vielä sähköverkoissa. (Elovaara & Haarla.)

Paineilmakatkaisijoita sopivat suurien nimellis- ja oikosulkuvirtojen ja usein tapahtuviin oikosulkuvirtojen aiheuttamiin katkaisuihin. Valokaaren sammutus ja katkaisijan ohjaus tapahtuvat paineilman avulla, joka aiheuttaa kovaa melua sekä vaatimuksia paineilman kuivauksen tehokkuuteen. Yksi paineilmakatkaisija pystyy toimimaan 72,5 kV:n jännitteeseen asti ja kytkemällä katkaisijoita sarjaan päästään tätä suurempiin jännitteisiin, jolloin jännitteen jako tehdään joko kondensaattorien tai vastuksien avulla. (Elovaara & Haarla.)

SF₆-katkaisijoiden eli yleisesti kaasukatkaisijoiden toiminta perustuu rikkiheksafluoridi-kaasun käyttöön väliaineena. Kaasukatkaisijoiden etuina ovat palamaton väliaine, suuri valokaaren jäähdytyskyky, yhdellä katkaisuyksiköllä saavutettava suurempi palaavan jännitteen kestävyys sekä suurempi katkaisuteho. Lisäksi kaasukatkaisijoiden huolto-

tarve on pieni, niiden mekaaninen elinikä on 5000-10000 toimintakertaa ja itse katkaisuelimet kestävät 10-20 katkaisua täydellä oikosulkuvirralla ja tuhansia katkaisuja mitoitusvirralla. Kaasukatkaisijoissa käytettiin aiemmin kaksipainekatkaisua, mutta tilalle kehitettiin muita ratkaisuita kaksipainekatkaisun ollessa turhan monimutkainen. Tilalle kehitetty yksipainejärjestelmä vaati suurta ohjausenergiaa, ja sitä jalostettiin itsepuhalletusperiaatteella toimivaan katkaisuun. Tässä periaatteessa pääkoskettimet alkavat avautua, ja niiden väliin syntyy valokaari, joka siirtyy samaan aikaan aukeaville valokaarikoskettimille. Koskettimien avautuminen liikuttaa alapuolella olevaa mäntää, jolloin alapuolella sijaitseva kaasutila puristuu kokoon ja tämän kompression vaikutuksesta syntyvä kaasuvirtaus sammuttaa valokaaren. Syntyvän kaasuvirtauksen suuntaa ja voimakkuutta optimoidaan erillisen suuttimen avulla. Lisäksi on kehitetty suuria katkaisukykyvaatimuksia varten kaksoisliikekatkaisijakammio. Kehityksen myötä katkaisukykyä on kasvatettu samalla, kun tarvittavaa ohjausenergiaa on pienennetty. 400 kV:n jännitetasossa energiankulutus on noin 4 kJ ja 220 kV:n tasossa 0,5 kJ. Kaasukatkaisijoista puhuttaessa tulee huomioida, että käytettävä rikkiheksafluoridi-kaasu on voimakas kasvihuonekaasu, joka asettaa tarkat vaatimukset kaasun talteenotolle ja kierätykselle sekä katkaisijoiden tiiveydelle. (Elovaara & Haarla.)

Tyhjiökatkaisijan rakenne on yksinkertainen, sillä se tarvitsee periaatteessa vain kiinteän ja liikkuvan koskettimen sekä tyhjiösäiliön, johon molemmat sijoitetaan. Koskettimien avautuessa valokaari syttyy ionisoituvaan höyrystyneeseen metallipilveen ja virran nollakohdassa ionisaatio katoaa ja höyry tiivistyy, jolloin saavutetaan hyvä jännitelujuus ja valokaari sammuu. Erona muihin katkaisutekniikkoihin on se, että tyhjiökatkaisijan koskettimet vaativat jatkuvan, ulkoisen puristusvoiman. Tyhjiökatkaisijat ovat myös vähän huoltoa tarvitsevia, sillä itse katkaisuyksikköä ei voi huoltaa sen tiiveyden vuoksi. Ainoastaan ohjain tarvitsee määrääjain voitelua. Tyhjiökatkaisijan sähköinen elinikä on 20-100 katkaisua täydellä oikosulkuvirralla, 10000-20000 katkaisua mitoitusvirralla ja mekaaninen elinikä 10000-30000 katkaisua. Tyhjiökatkaisijoita käytetään pääsääntöisesti keskijännitealueella mitoitusvirran ollessa 2-3 kA:n välillä, mutta myös korkeajännitekatkaisijoita on kehitteillä. (Elovaara & Haarla.)

Eroittimien tehtävänä on luoda turvallinen avausväli erotettavan virtapiirin ja laitteiston välille sekä varmistaa jännitteettömyys turvallista työskentelyä varten. (Elovaara & Haarla). Katkaisimen tai erottimen koskettimien asento on oltava tarkistettavissa ja asennonosoittimen on yksiselitteisesti näytettävä pääkoskettimien tila. Tämä koskee

myös maadoituserottimia. Laitteisto tulee myös asentaa siten, että kytkennässä ionisoituva kaasu ei aiheuta henkilövaaraa tai laitteiston vikaantumista. (SFS 6001.) Erottimia ei ole tarkoitettu virran katkaisuun tai sulkemiseen, mutta sen tulee kuitenkin kyetä siirtämään läpi kuormitus- ja oikosulkuvirrat. Erottimia käytetään myös ohituserottimina ja maadoituserottimina. On olemassa vielä lisäksi kuormanerotin, joka on eräänlainen katkaisijan ja erottimen välimuoto. Sen avulla voidaan katkaista melko suuria kuormitusvirtoja sekä pieniä oikosulkuvirtoja. (Elovaara & Haarla.)

Kytkinlaitteistojen lisäksi sähkötiloissa käytetään mittamuuntajia, joiden avulla luodaan galvaanisesti erotettu mittauspiiri suurjännitteisestä virtapiiristä. Mittamuuntajien avulla luotu mittauspiiri mahdollistaa suurien jännitteiden ja virtojen mittaamisen ja siksi niiltä vaaditaan alhaista mittausvirhettä, jotta suojarleet toimivat moitteettomasti. Suojareleistyksen toteutukseen vaikuttaa suojattavan kohteen tärkeys, verkon maadoitustapa ja sähköverkon tyyppi eli se onko kyseessä säteittäis- vai silmukkaverkko. Relesuojaukselta vaaditaan luotettavuutta, herkkyyttä pienillekin vikavirroille, nopeaa toimintaa ja kattavuutta. Lisäksi releiltä vaaditaan selektiivisyyttä eli että se kykenee erottamaan sähköverkosta ainoastaan vikaantuneen osan. Suojareleen tarkkaileman suureen ollessa asetellun toiminta-arvon on toiminta normaalia. Rele havahtuu, kun toiminta-arvo ylittää ja mikäli rele on havahtuneena tarpeeksi kauan, antaa se hälytys- tai laukaisukäskyn tai molemmat. Rele palautuu suureen asettuessa takaisin asetteluarvoon ja kulunutta aikaa kutsutaan palautumisajaksi. Releillä on toiminta-aika, joka tarkoittaa vian alkamisesta katkaisuun tai hälytykseen kulunutta aikaa, johon voidaan lisätä hidastuksia. Lisäksi puhutaan erotusajasta, jolla tarkoitetaan vian alkamisesta sen erottamiseen kulunutta aikaa. (Elovaara & Haarla.)

Yleisimpiä reletyyppejä ovat ylivirtareleet, distanssireleet, nollavirtareleet, differentiaalireleet sekä jännitereleet. Lisäksi on olemassa useita muitakin, vähemmän käytössä olevia reletyyppejä. Ylivirtareleet toimivat nimensä mukaisesti virta-arvon seurannan myötä. Vakioaikaylivirtarele toimii, kun releen havahtuminen on kestänyt asetellun ajan verran. Vakioaikaylivirta releillä suojataan säteisjohtoja, muuntajia, reaktoreita, kondensaattoreita ja generaattoreita. Käänteisvirtareleissä vikavirran suuruus vaikuttaa toiminta-ajan nopeuteen eli suuret vikavirrat laukaistaan pieniä nopeammin. Distanssireleet ovat käytössä silmukkaverkossa, sillä ne havaitsevat ylivirtareleestä poiketen myös vian tulosuunnan. Rele laskee johdon virran ja lähtöpään jännitteen avulla impedanssin, jonka perusteella se arvioi vikapaikan etäisyyden ja toimii sitä nopeammin, mitä lähem-

pänä vika on. Nollavirtareleet toimivat maasuluissa mittaamalla vaihevirtojen summa- virtaa ja myös ne kykenevät määrittämään vian suunnan nollavirran ja nollajännitteen vaihekulman avulla. Differentiaalireleet ovat erovirtareleitä eli ne toimivat, kun kohteeseen tulevien ja sieltä lähtevien virtojen erotus on asetteluarvoa suurempi. Differentiaalireleitä käytetään erityisesti muuntajien suojauksessa ja sen lisäksi niitä käytetään myös yksinkertaisten kiskojärjestelmien suojaukseen. Jännitereleet toimivat nimensä mukaisesti, kun jännite ylittää tai alittaa verkon sallitut jännitearvot. (Elovaara & Haarla.)

Sähkötilojen laitteistot tulee suunnitella, rakentaa ja asentaa paikoilleen siten, että ne kestävät oikosulkuvirtojen mekaaniset ja termiset rasitteet. Laitteiston valinnassa tulee kiinnittää huomiota siihen, että laite on turvallinen oikean kokoonpanon, asennuksen ja syöttöön kytkennän jälkeen ja että laite on turvallinen ja toimii luotettavasti käyttöpäivällä vallitsevissa olosuhteissa. Lisäksi toiminnan normaalitilanteissa sekä odotetuissa ylikuormitustilanteissa on oltava virheetöntä ja turvallista siten, että laitteen vahingoittuminen ei tee sen käytöstä vaaralliseksi. Laitteen huollon ja käytön tulee myös olla vaaratonta. (SFS 6001.)

Henkilöturvallisuuden ohjeistuksessa on huomioitava laitteiston kuljetus, varastointi, asennus, käyttö ja huolto. Ohjeistuksesta tulee myös ilmetä mahdolliset erikoistyökalut, erityisolosuhteet sekä maadoittamistoimenpiteet. (SFS 6001.)

3.1.4 Valokaari sähkölaitteistossa

Sähkölaitteistossa tapahtuva valokaari, ja sen aiheuttama painegradientti tulee huomioida laitteiston rakenteiden mitoituksessa. Valokaaren aiheuttamia vahinkoja voidaan vähentää purkausteiden ja ilmanvaihtokanavien mitoituksella. Henkilöturvallisuuden kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että valokaaren aiheuttamat palamistuotteet suunnataan pois päin käyttöhenkilöstöstä ja johdetaan mahdollisuuksien mukaan ulos rakennuksesta. Valokaarioikosulkuja voi esiintyä monissa kohteissa sähkötiloissa, kuten keskijännitekojeistossa, keskijännitekaapelin päätetilassa, suurjännitesulaketilassa sekä muuntajan kannella. Tämän lisäksi oikosulkuja esiintyy myös pienjännitekeskuksessa sekä pienjännitteen pääjohdossa tai pienjännitekaapeleiden liityntätilassa. (ST-käsikirja 35.)

Syntyvä valokaaren aiheuttama paine pyritään purkamaan hallitusti erityisesti sitä varten kojeistoon suunnitelluista paineenpurkausaukoista. Sähkökojeistojen valmistajat

antavat usein ohjeita asianmukaisille purkausteiden mitoituksille sekä rakenteille suurien kojeiston ollessa kyseessä. (ST-käsikirja 35.)

Tutkimusten ja koestusten perusteella tavanomaiset ilmanvaihtokanavat pystyvät alentamaan riittävästi valokaaripainetta tavanomaisissa muuntamoissa. Jotta purkausaukot kykenevät pitämään valokaaren aiheuttaman paineennousun sallituissa rajoissa, tulee ilmanvaihtokanavien tai -aukkojen poikkileikkausten yhteenlasketun pinta-alan olla vähintään 0,18 m². Oikosulkuvirran ylittäessä 20 kA, paineen purkautuminen vaatii erityistä tarkastelua. Yleisenä ohjeena asiaan auttaa sähkötilan fyysisten mittojen kasvattaminen, jolloin painegradientin vaikutus pienenee. Muuntamon raskasta palo-ovea ei voida käyttää purkausaukkona, sillä tämän jälkeen sähkötilaan vapaata pääsyä ei voida estää. (ST-käsikirja 35.)

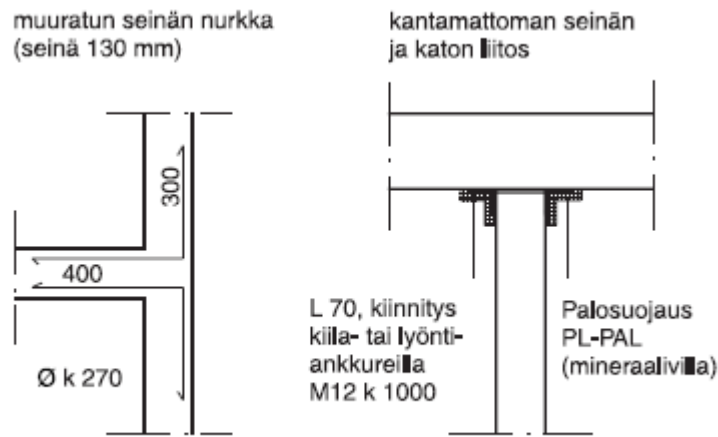
Valokaaren aiheuttama paineisku tulee huomioida myös sähkötilan rakenteiden mitoituksessa varsinkin osastoivien seinien kohdalla. Taulukossa 3 on esitetty seinän paksuuden mitoitus valokaarioikosulun paineiskun kestävyuden mukaan. (Verkostosuositus RM 2:02)

Taulukko 3. Esimerkkejä seinärakenteiden paksuudesta (Verkostosuositus RM 2:02)

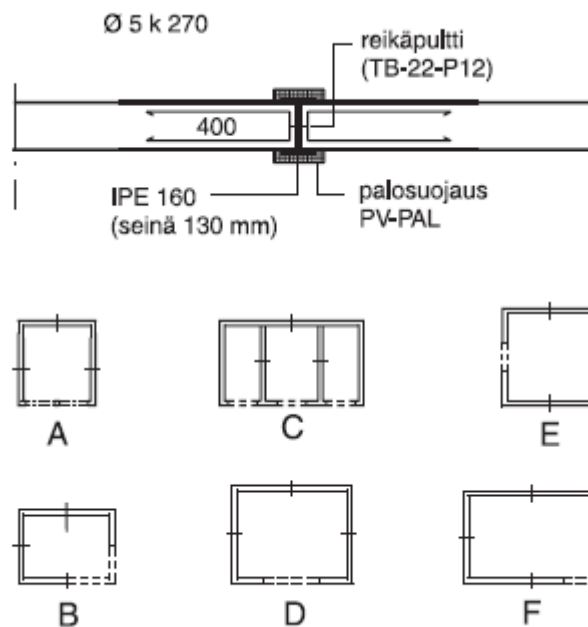
Rakenne	Seinän paksuus mm	Ohje
Betoni	120	φ8 K 200 A500H ¹⁾
Tiili	130	Tiilen lujuusluokka ≥ 25 Laastin lujuusluokka ≥ 8
Kevytbetoniharkko	290	KSB 3–650

¹⁾Verkko seinän molemmissa pinnoissa tuella ja kentässä.

Kantamattomat väliseinät on tuettava kattoon ja muuratun seinän nurkkia vahvistettava kuvan 3 tavalla. Muurattuun seinään on myös asennettava välituet kuvan 4 mukaisesti. Kuvassa 4 välitukien paikat esitetään sijoitettuna luvun 3.2.4 kuvan 2 esitettyihin muuntamotilaratkaisuihin. (Verkostosuositus RM 2:02.)



Kuva 3. Väliseinän tuenta ja nurkkien vahvistus (Verkostosuositus RM 2:02)



Kuva 4. Välitukien sijoitus muurattuun seinään (Verkostosuositus RM 2:02)

3.1.5 Kosketussuojaus

Sähkölaitteistot tulee suunnitella siten, että tahaton jännitteisen osan koskettaminen tai jännitealueelle ulottuminen on estetty kosketussuojauksella. Kosketussuojattavia kohteita ovat esimerkiksi kosketeltavat jännitteiset osat, laitteiston osat, joista on poistettu kosketussuoja tai muu vastaava maadoitettu metallivaippa sekä kaapeleiden päätteet. Huomiota tulee kiinnittää myös eristäviin osiin, jos ne voivat altistua vaaralliselle kosketusjännitteelle sekä sähkökoneiden, muuntajien ja reaktorien käämityksiin. Tämän lisäksi myös kondensaattorien, taajuusmuuttajien ja muuntajien rungot on syytä suojata,

jos niiden runkoihin voi muodostua vaarallinen kosketusjännite normaalikäytön aikana. Kosketussuojaus voidaan toteuttaa sisätiloissa kolmella tapaa: koteloimalla, erillisellä suojuksella ja sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle. (SFS 6001.)

Kotelointia käytettäessä suojausmenetelmänä, tulee kotelointiluokan olla vähintään IP2X. Koteloinnin osana käytettävien kennojen ovien täytyy olla avattavissa ainoastaan työkalulla tai avaimella. Sähkötilojen ulkopuolella olevat ovet on puolestaan varustettava avainlukolla. Erillistä suojusta käytettäessä täytyy varmistua, että suojalaitteet ovat mekaanisesti tukevia ja turvallisesti asennettuja. Käytettävän suojuksen kuten metallilankaverkon vähimmäiskorkeus sisätiloissa on 2300 mm. Suojaetäisyyttä käytettäessä osien sijoitus tehdään siten, että henkilö ei voi kädellään ulottua jännitteiseen osaan mistään suunnasta, kun hän seisoo sallitulla pinnalla. Siirrettäviä suojuksia käytettäessä tulee varmistua etäisyysvaatimusten täytymisestä sekä muussa tapauksessa välineistön on oltava eristävää materiaalia tai kuivaa puuta. Suojus saa olla poistettavissa ilman työkaluja paitsi, kun ollaan tiloissa, joihin yleisöllä on esteetön pääsy. (SFS 6001.)

3.1.6 Maadoitus

Maadoituksen tarkoituksena on luoda johtavan osan eli elektrodin avulla sähköinen yhteys maahan tai muuhun johtavaan väliaineeseen (ST-käsikirja 35). Maadoitusjärjestelmän johtimien ja komponenttien tulee kyetä purkamaan vikavirta ylittämättä termisiä ja mekaanisia raja-arvoja ja toimintakunnon on säilyttävä asennuksen eliniän ajan korrosio ja mekaaninen rasitus huomioiden. Tämän lisäksi järjestelmän suorituskyvyn tulee taata laitteiston vikaantumattomuus maadoitusjännitteen noususta, maadoitusjärjestelmän potentiaalieroista tai mahdollisista hajavirroista huolimatta ja varmistaa henkilöturvallisuus. Maadoitusjärjestelmän suunnittelussa tulee myös huomioida käytettävän maaperän resistiivisyys sekä maadoituselektrodin maadoitusresistanssi. (SFS 6001.)

Tyypillisesti maadoitusjärjestelmä koostuu useista vino-, pysty- tai vaakaelektrodeista, jotka kaivetaan maahan suosituksen mukaan 0,5-1 metrin syvyyteen tai routarajan alapuolelle, jotta riittävä kesto mekaaniselle rasitukselle asennuksen ja käytön aikana taimitetaan. Suoraan maahan kosketuksissa olevat elektrodit tulee valmistaa korroosion eri muotoja kestävästä materiaalista. Osana maadoitusjärjestelmää voidaan käyttää muun muassa betoniperustuksiin upotettua terästä ja teräspaaluja, kunhan ne täyttävät

asianmukaiset vaatimukset. Vesijohdot tai muut putkiverkot eivät sovellu osaksi maadoitusjärjestelmää. Jos sähköaseman ympärille on rakennettu kulkua estävä paljas metalliaita, on myös se maadoitettava. (SFS 6001.)

Maadoitusjohtimille on määritetty mekaanisen lujuuden ja korroosiokestävyyden perusteella seuraavat vähimmäispoikkipinta-alat:

- kupari 16 mm²
- alumiini 35 mm²
- teräs 50 mm²

(SFS 6001)

3.1.7 Kaapelointi

Kaapelivalinnat ja sijoitukset tulee tehdä siten, että kaapeloinnin komponenttien tai ympäristön suurinta sallittua lämpötilaa ei ylitetä normaalikäytössä, poikkeavissa olosuhteissa tai oikosulussa. Johtimien pituuksissa tulee myös huomioida lämpötilavaihteluiden aiheuttamat muutokset, joihin voidaan reagoida tekemällä soveltavia ratkaisuja joustavien liitoksien tai kaapelien mutkille asentamisen suhteen. Muussa tapauksessa, nämä lisävoimat tulee huomioida mekaanisten lujuuksien testaamisessa. (SFS 6001.)

3.1.8 EMC

Sähkömagneettiset häiriöt voidaan jakaa luonnollisiin ja teknisiin häiriöihin. Luonnollisiksi häiriöiksi voidaan lukea salamointi sekä kosminen säteily. Teknisiä häiriölähteitä ovat staattisen sähkön purkaukset, digitaaliset laitteet ja järjestelmät, sähköverkon muutokset sekä langaton viestintä (ST-käsikirja 37.)

Staattinen sähkön purkaus voi muodostua, kun mikä tahansa liikkeessä oleva esine saa kontaktin toiseen kappaleeseen tai väliaineeseen, jolloin elektronit vaihtuvat ja kappaleet varautuvat. Vaikka tähän sähkökenttään varautuu hyvin pieni, vain joulen tuhannesosien energia, voi sen jännite olla jopa 25 kV. Purkautuessaan tämä aiheuttaa usein valokaaren, joka taas voisi sytyttää räjähdysherkät kaasut. Digitaalisten laitteiden komponentit, kuten prosessorit värähtelevät suurilla taajuuksilla ja näiden digitaalisten pulssien lyhyet nousu- ja laskuajat aiheuttavat nopeita sähkö- ja magneettikenttien muutoksia, jolloin ympäristöön muodostuu sähkömagneettisia aaltoja. Sähköverkon jännitetaso

kokee muutoksia kytkentätilanteissa, mikä johtaa käytännössä jatkuvaan 10 %:n jännitevaihteluun, mutta jännitepiikit voivat olla hetkellisesti jopa 1000 voltia. Langattomassa viestinnässä interferenssin mahdollisuus tapahtuu lähinnä lähettimien läheisyydessä amplitudien ollessa suurimmillaan. (ST-käsikirja 37.)

Muuntamoiden kojeiston osalta voidaan todeta, että ilmaeristeinen kojeisto tuottaa suljettua suojakaasuista kojeistoa enemmän magneettikenttiä. Vanha, avoin kiskosto on huomattava magneettikentän lähde. (ST-käsikirja 35.)

EMC-häiriöitä voidaan pienentää käyttämällä keskijännitekojeistossa pienikokoista ja hyvin koteloitua tekniikkaa tai suljetulla metallisella säiliöllä varustettua öljyeristeistä muuntajaa. Kaapeloinnin suhteen keskijännitteen syöttökaapeloinnin kolmioon niputtamisella sekä HXMCK-tyypin kaapelin käytöllä häiriöitä voidaan pienentää. Lisäksi häiriöitä voidaan pienentää käyttämällä 3-vaiheisia suojattuja kaapeleita nousujohtoina tai välttämällä suurvirtaan pohjautuvia järjestelmiä. Saumoista hitsattua alumiinilevyä voidaan käyttää seinien ja katon päällystyksessä tai muuntajan ja pienjännitekeskuksen välisen kiskoston tai kaapeloinnin suojauksessa. (ST-käsikirja 35.)

3.1.9 Ilmanvaihdon mitoitus sähkötilan käyttöä varten

Sähkötiloihin tulee rakentaa tarvittava ilmanvaihto, sillä sähkökojeistoihin ja muuntajiin liittyy olennaisesti lämpeneminen, jonka vaikutukset tulee hallita. Jos sähkötilan sisäilman sopivuutta ei tehdä rakennesuunnittelun avulla, voidaan se toteuttaa joko koneellisella tai luonnollisella ilmanvaihdolla, jota suositellaan muuntajille. (SFS 6001.)

Luonnollinen ilmanvaihto riittää muuntamoille, joissa huippukuorma on lyhytaikainen, eikä sen käyttö painotu kuumaan vuodenaikaan. Muussa tapauksessa suositellaan poistopuhaltimen käyttöä. Ilmanvaihtoaukkojen vapaan poikkipinnan laskentaan esitetään yhtälöä:

$$A = \frac{k \times P_h}{\sqrt{h}} \quad (1)$$

jossa A on tarvittava pinta-ala neliömetreinä, P_h on kokonaishäviöt mitoitusteholla kilowatteina, h on tehollinen vetokorkeus metreinä ja k-tekijä on välillä 0,12-0,17 (ST-kortti 53.61).

Yhtälöä voidaan käyttää, jos tulevan ja poistuvan ilman lämpötilaero on 15 °C. Eron ylittäessä 15 °C, voi kerroin k:n arvo olla pienempi. Yhtälö soveltuu heikommin sellaisenaan muuntajan koon kasvaessa, suurehkoilla muuntajilla, sillä 800 kVA:n nimellistehon häviöillä saadut aukot ovat jo melko isoja. Suomen sääolosuhteet huomioiden laskettua pienempi aukkokoko riittää, sillä jäähdytysilman lämpötila laskee talven myötä. Toinen syy liian suurien aukkojen välttämiseksi on tulipalotilanne, sillä ilmanvaihtoaukot edistävät paloa sen saadessa lisää ilmaa. Palopeltien käyttöä tulee harkita erityisesti, jos ilma-aukon läheisyydessä on palokuormaa. (ST-kortti 53.61.)

Koneellista ilmanvaihtoa tarvitaan usein rakennuksiin sijoitetuissa muuntamoissa sekä jatkuvasti kovalla kuormituksella toimivissa puistomuuntamoissa. Ilmanvaihto voidaan tällöin toteuttaa joko sisään- tai ulospuhalluksella, joista sisään puhallus on suositeltu ratkaisu likaantumisen välttämisen sekä jäähdytysilman oikean suuntaamisen vuoksi. Jäähdytysilma tulee suunnata muuntajan alaosaan. Tarvittavan jäähdytysilman määrä voidaan määrittää suuntaa antavan taulukon 4 avulla tai laskea kokemusperäisen yhtälön kautta:

$$V = \frac{0,78 \times P_h}{\Delta t} \quad (2)$$

jossa V on tarvittava ilmamäärä kuutioina sekuntia kohden, P_h on kokonaishäviöt mitoitusteholla kilowatteina ja Δt on tulo- ja poistoilman välinen lämpötilaero. (ST-kortti 53.61.)

TAULUKKO 4. Koneellisen ilmanvaihdon suuntaa antava mitoitus (ST-käsikirja 35)

Muuntajateho KVA	Poistettava ilmamäärä [m³/h]	
	$\Delta t = 20 \text{ °C}$	$\Delta t = 10 \text{ °C}$
800	1200	2300
1000	1400	2800
1250	1600	3100
1600	1900	3900

Taulukosta voidaan havaita, että poistettava ilmamäärä riippuu voimakkaasti tulo- ja poistoilman lämpötilaerosta (ST-käsikirja 35).

Kaikki ilmanvaihtoon liittyvät ratkaisut tulee joka tapauksessa tehdä siten, että niiden huoltaminen ja tarkastaminen eivät haittaa kojeiston käyttöä. Tuuletusaukoissa tulee huomioida, että niiden rakenne ei mahdollista vaarallista kosketusta tai vieraiden esineiden joutumista sisään. (SFS 6001.) Suositeltava silmäkoko on enintään 20 mm. (ST-käsikirja 35).

3.2 Poistumissuunnittelu

Pelastuslain ensimmäisessä luvussa määritellään lain yleiset säännökset, ja sen ensimmäinen pykälä kertoo lain tavoitteen olevan ihmisten turvallisuuden parantaminen ja onnettomuuksien vähentäminen. Toisena tavoitteena on onnettomuuden uhattaessa tai tapahtuessa henkilöiden pelastus, tärkeiden toimintojen turvaaminen sekä seurauksien tehokas rajoitus. (Pelastuslaki 379/2011/1§.)

Pelastuslain kolmannessa luvussa määritellään toiminnanharjoittajan sekä rakennuksen omistajan ja haltijan velvollisuudet.

Pelastuslain 9§:n mukaan rakennuksen omistajan ja haltijan sekä toiminnanharjoittajan tulee huolehtia siitä, että rakennus ja sen ympäristö ovat sellaisessa kunnossa, että tulipalon tai muun äkillisen vaaratilanteen sattuessa rakennuksessa olevien henkilöiden tulee joko voida itse pelastautua tai heidät voidaan pelastaa muulla tavoin (Pelastuslaki 379/2011/9§). Pelastustoiminnan tulee olla mahdollista ja henkilöstön turvallisuus täytyy huomioida (ST-käsikirja 36).

Voidaan siis sanoa, että pelastuslain 9§:n toteutuminen lähtee neljästä perusajatuksesta:

1. Kunnolliset kulkureitit ja poistuminen
2. Poistumisopastus
3. Riittävä valaistus
4. Pelastussuunnitelma

Näiden edellä mainittujen ohella tulee myös ehdottomasti pitää huolta siitä, että sähkötiloihin kulku rajoitetaan siten, että tiloihin pääsevät sisälle ainoastaan asianmukaiset henkilöt eli sähköalan ammattilaiset (SFS 6001).

3.2.1 Poistumis- ja pelastustiet

Pelastuslain 10§ vaatii, että rakennuksen omistajan ja haltijan sekä toiminnanharjoittajan tulee huolehtia uloskäytävien ja kulkureittien pitämisestä kulkukelpoisina ja esteettöminä turvallisen ja tehokkaan käytön ohella (Pelastuslaki 379/2011/10§).

Pelastusteiden osalta rakennuksen/kiinteistön omistajan sekä toiminnanharjoittajan tulee huolehtia myös siitä, että hälytysajoneuvoille tarkoitetut ajotiet sekä muut kulkuyhteydet merkitään asianmukaisesti, ja ne pidetään esteettöminä ja ajokelpoisina (Pelastuslaki 379/2011/11§).

Pelastuslainsäädäntöä tarkennetaan ja täydennetään sisäasiainministeriön asetuksessa SMA 805/2005 poistumisreittien merkitsemisen ja valaisemisen osalta. Tässä asetuksessa poistumisreitti määritellään reitiksi, joka johtaa kustakin rakennuksen kohdasta maan pinnalle tai muulle turvalliselle paikalle (ST-käsikirja 36). Tämän poistumisreitien leveyden tulee olla vähintään 500 mm silloinkin, kun ulosvedettävät kojeistot tai kojeistokaappien ovet ovat auki (SFS 6001).

Toinen keskeinen dokumentti aiheesta on Suomen rakentamismääräyskokoelma E1, joka ei kuitenkaan määrittele käsitettä poistumisreitti. Sen sijaan on määritelty käsitteet uloskäytävä ja uloskäytävään johtava kulkureitti, jotka taas yhdessä vastaavat edellä mainittua poistumisreittiä. Uloskäytävän määritelmä ottaa kantaa uloskäytävien lukumäärään, leveyteen, korkeuteen sekä aukeamissuuntaan. (ST-käsikirja 36.)

Uloskäytävien lukumäärää käsiteltäessä voidaan todeta, että jos kyseessä on tilan tai rakennuksen työpaikka-tila, tuotanto- tai varastotila, jonka pinta-ala on alle 300 m², riittää sille yksi uloskäytävä (ST-käsikirja 36). Uloskäynti tulee sijoittaa siten, että poistumistien pituus huoneessa ei ylitä 20 metriä, kun ollaan alle 52 kilovoltin jännitetasossa. Tämän jännitetaso ylittyessä poistumisreitien pituus ei saa ylittää 40 metriä. (SFS 6001.) Uloskäytävän vähimmäisleveys lasketaan sen kautta poistuvien henkilöiden lukumäärän perusteella eli käyttämällä suurinta poistumisalueelle aiottua henkilömäärää (ST-käsikirja 36). Hätäuloskäynnin vapaan aukon leveyden tulee olla vähintään 750 mm. Uloskäytävän vapaa ja täysin esteetön korkeus tulee olla vähintään 2000 mm ja uloskäytävän ovi yleensä avautuu poistumissuuntaan päin ja aina, kun sen kautta poistuu yli 60 henkeä. (SFS 6001.)

Muita huomioitavia seikkoja uloskäytävälle:

1. Hissi tai vastaava laite ei täytä uloskäytävän määritelmää. Uloskäytävän kautta tulee kyetä siirtämään liikuntakyvytön henkilö paareilla
2. Oven tulee olla helposti avattavissa hätätilanteessa, eli kulunvalvonta ei saa olla este
3. Jos tilasta poistuminen on vaativa esimerkiksi alentuneesta toimintakyvystä johtuen tai olosuhteet ovat vaaralliset, voidaan edellyttää poistumisaikalaskelmaa (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

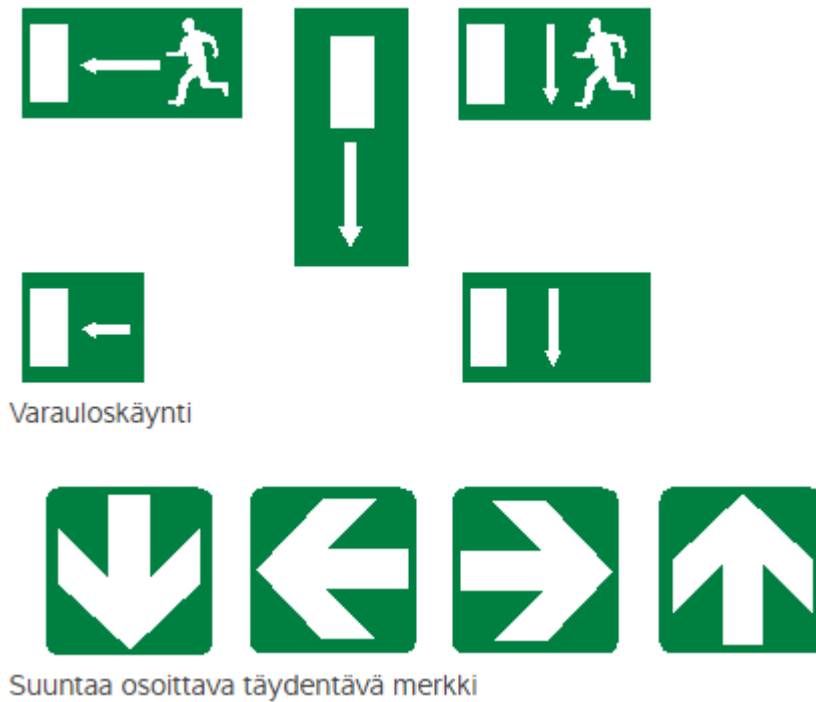
3.2.2 Poistumisopastus

Sisäasiainministeriön asetuksen mukaan poistumisopaste on kilpi, jonka käyttötarkoitus on osoittaa poistumisreitti (SMA 805/2005). Rakentamismääräyskokoelman määritelmän mukaan poistumisopasteen on oltava aina valaistu (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

Poistumisopaste on tarkan määritelmän mukaan turvallisuuskilpi, joka viestii värin ja geometrisen muodon avulla erityistä turvallisuuteen liittyvää asiaa. Poistumisopasteilta vaaditaan selkeyttä ja helposti tunnistamista sekä keskinäistä samankaltaisuutta, kun kyseessä on sama tila. (SFS-EN 1838.)

Valtioneuvoston päätös työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä 976/1994 vastaa sisällöltään direktiiviä 92/58/ETY, johon keskeinen turvavalaistusstandardi SFS-EN 1838 viittaa turvallisuuskilville asetettujen vaatimuksien osalta. Ulkonäön ja yleisten ominaisuuksien osalta valtioneuvoston päätös vaatii, että turvallisuuskilven muodon tulee olla suorakulmio tai neliö, ja sen kuvan tulee olla valkoinen vihreää pohjaa vasten siten, että vihreän osan on peitettävä vähintään puolet merkin pinnasta. Sen lisäksi kilven materiaalin tulee olla iskun- ja olosuhteita kestävä ja sen tulee olla helposti nähtävä ja ymmärrettävä. Merkeissä voi olla keskinäisiä eroja edellyttäen, että ymmärrettävyys ja asiasisältö ovat vastaavat. (Valtioneuvoston päätös työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä 976/1994.)

Kuvassa 5 on esitetty poistumisopasteissa käytettäviä merkkejä.



Kuva 5. Poistumisopasteiden merkkejä (Valtioneuvoston päätös työpaikkojen turva-merkeistä ja niiden käytöstä 976/1994)

Poistumisopasteen tulee olla sisäasiainministeriön asetuksen mukaan vähintään 100 mm korkea ja 100 mm leveä (SMa 805/2005). Poistumisopasteet tulee sijoittaa siten, että niiden esittämä poistumisreitti on havaittavissa riittävän selvästi. Sokkeloisissa tai muuten hankalissa tiloissa useampia opasteita käytettäessä, henkilön tulee opasteen saavutettuaan havaita seuraava poistumisreitintä opaste (ST-käsikirja 36).

Kuvassa 6 on esimerkki vaativamman tilan suositusten mukaisesta poistumisopasteiden sijoittamisesta.



Kuva 6. Poistumisopasteiden sijoitus (ST-käsikirja 36)

3.2.3 Poistumisvalaistus

Turvavalaistusstandardi SFS-EN 1838 asettaa turvallisuuskilville omat vaatimuksensa valaisun suhteen. Vaatimuksen mukaan värityksen täytyy olla ISO 3864 ”Safety colours and safety signs” standardin mukainen. Tämän lisäksi täysi luminanssi vaaditaan saavutettavaksi 60 sekunnin aikana ja 50% vaaditusta luminanssista 5 sekunnin aikana ja turvallisuusvärillä merkityn kohdan luminanssi on oltava kaikissa katselukulmissa vähintään 2 cd/m^2 . Myöskään suurimman ja heikoimman luminanssin suhde ei saa olla suurempi kuin 10:1 ja valkoisen merkityn alueen luminanssin suhde turvaväriin nähden tulee asettua välille 5:1-15:1. Lisäksi suurin katseluetäisyys määritetään erikseen sisä- ja ulkopuolelta valaistuille turvakilville. (SFS-EN 1838.)

Poistumisreitien valaistuksen tulee käynnistyä silloin, kun tavallinen valaistus pettää edes osittain esimerkiksi ryhmäkeskuksen syöttöhäiriöstä johtuen. Tämän valaistuksen tulee toimia turvallisen poistumisen tai evakuoinnin ajan. Tämä toiminta-aika määräytyy rakennuksen/tilan käyttötavan, rakenteen, tiloissa olevien henkilöiden valmiustason ja muiden poistumisturvallisten riskien mukaan. Vähimmäisaika on yksi tunti. (ST-käsikirja 36.)

Poistumisopasteen lisäksi itse poistumisreittiä on valaistava sekä korostettavia paikkoja ovat uloskäytävien ovet ja niiden lähistö, portait, joissa jokainen tasanne on suoraan valaistettu sekä muut korkeustason muutokset ja risteykset. (SFS-EN 1838.)

3.2.4 Pelastussuunnitelma

Pelastuslain 15§:n mukaan pelastussuunnitelma on tehtävä kohteeseen, jossa poistumisturvallisuus tai pelastustoiminta on tavanomaista vaativampaa toteuttaa. Pelastussuunnitelma on myös tehtävä, kun kyseessä on kohde, jossa onnettomuuden aiheuttamat vahingot tai henkilö-/paloturvallisuudelle, ympäristölle tai kulttuuriomaisuudelle aiheutuu vakavaa vaaraa. (Pelastuslaki 379/2011/15§.)

Pelastussuunnitelman ollessa tarpeellinen noudatetaan pelastuslain 14§:n ohjeistusta, jonka mukaan rakennuksen omistajan ja haltijan sekä toiminnanharjoittajan tulee ehkäistä tulipalon syttymistä ja muun vaaratilanteen syntymistä sekä varautua henkilön,

omaisuuden ja ympäristön suojaukseen vaaratilanteessa. Heidän on myös varauduttava tulipalon sammutukseen ja muihin pelastustoimenpiteisiin kykyjen sallimissa rajoissa. Tämän lisäksi tulee ryhtyä toimenpiteisiin turvallisen poistumisen varmistamiseksi tulipaloissa ja pelastustoiminnan helpottamiseksi vaaratilanteissa. (Pelastuslaki 379/2011/14§.)

Pelastussuunnitelman tulee sisältää kattava selostus riskien ja vaarojen arvioinnista ja turvallisuusjärjestelyihin käytettävistä tiloista. Pelastussuunnitelman tulee sisältää myös toimintaohjeet onnettomuus- ja vaaratilanteisiin sekä ennaltaehkäisevän ohjeistuksen asianmukaisille henkilöille. Lisäksi vaaditaan muut mahdolliset ohjeet ja toimenpiteet kohteen omatoimisesta varautumisesta. (Pelastuslaki 379/2011/18§.)

3.3 Paloturvallisuus

Kiinteistöön tai muuhun tilaan sijoitettavalle muuntamolle täytettävät vaatimukset tulevat ympäristöministeriön E1 Suomen rakentamismääräyskokoelmasta.

3.3.1 Muuntajat

Sisätiloihin sijoitettavia muuntajia varten pitää rakentaa oma palo-osasto, jos kyseessä ei ole F1/F2-luokan kuivamuuntaja. Muuntajan sisältämän O1-luokan eristysnesteen määrän ylittäessä 200 litraa, tulee ympäröivän osaston paloluokan olla vähintään E1 120. Jos kyseessä on F0-luokan kuivamuuntaja, eristysneste on luokkaa K2 tai K3 tai jos O1-luokan eristysnestettä on alle 200 litraa, riittää osaston paloluokaksi E1 60. (ST-käsikirja 35.)

Kuten edellä mainittiin, F1/F2-luokan kuivamuuntajille ei vaadita muuntajapalon takia paloteknistä osastointia, mutta yleensä ne osastoidaan kuitenkin siltä varalta, ettei mahdollinen ulkopuolinen tulipalo vaurioita niitä. (ST-käsikirja 35.)

3.3.2 Rakennukset ja rakennusosat

Rakennuksen kantavien ja osastoivien osien läpiviennit on tiivistettävä siten, ettei rakenteen osastointi heikenny olennaisesti (SFS 6001). Nämä rakennusosat luokitellaan niiden palokestävyyden mukaan, ja niille esitettäviä vaatimuksia ovat kantavuus (R),

tiiviyys (E) ja eristävyys (I). Näiden merkintöjen tai niiden yhdistelmien jälkeen ilmoitetaan palonkestävyys minuutteina. Seinän paloluokka voi olla esimerkiksi REI 90. Aiemmissa piirustuksissa osat on luokiteltu A = palamaton rakennustarvike tai B = palava rakennustarvike. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma.)

P1-luokan rakennuksen kantavien rakennusosien oletetaan kestävän tulipalon sortumatta ilman että rakennuksen kokoa tai henkilömäärää rajoitetaan. P2-luokan rakennuksen kantavien rakennusosien vaatimukset voivat olla P1-luokkaa matalampia. Tämän turvallisuustason saavuttamiseksi asetetaan vaatimuksia pintaosien ominaisuuksille ja paloturvallisuutta parantaville laitteille. Rakennuksen kokoon ja henkilömäärään on rajoituksia käyttötavasta riippuen. P3-luokan rakennuksen kantavien rakennusosien palonkestävyydelle ei ole asetettu erityisvaatimuksia. Tässä luokassa rajoittamalla rakennuksen kokoa ja henkilömäärää käyttötavasta riippuen saavutetaan riittävä turvallisuustaso. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma.)

Rakennusten ovien tulee kestää vähintään puolet rakennuksen palonkestoajasta. Oven auetessa ulkotilaan materiaalivalinnaksi riittää vaikeasti syttyvä ja paloa levittämätön materiaali. (E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma.)

3.3.3 Ilmanvaihto tulipalon sattuessa

Tulipalon sattuessa sähkötiloissa syntyy myrkyllisiä kaasuja, mikäli palo tapahtuu kaapeleissa tai sähkölaitteistoissa. Varsinkin oikosulun sattuessa syntyy suurien lämpötilojen vuoksi myrkyllisiä ionisoituneita kaasuja, jotka sisältävät metallihöyryjä. Tämän johdosta sähkötilan huolellinen tuuletus on ensiarvoisen tärkeää ennen henkilöiden sisään menemistä. Tulipalon syntyessä öljymuuntajia sisältävässä tilassa, tulee ilmastoinnin pysähtyä automaattisesti savuilmaisimien myötä. Palopellit ja kaapelien läpiviennit on suunniteltava siten, että palon aikainen vedon lisääntyminen estetään ilman, että palo-osastointi heikkenee. (ST-käsikirja 35.)

3.4 Huolto- ja kunnossapito-ohjelmat

Pelastus- ja sähkösuunnittelussa mainitut lait vaativat, että sähkötiloja varten luodaan kattavat huolto- ja kunnossapito-ohjelmat, jotta tilojen toimintakyky ja henkilöturvallisuus voidaan ylläpitää tilan elinkaaren ajan.

3.4.1 Poistumisreitti ja -valaistus

Pelastuslain 12§:n nojalla poistumisreitit opasteineen tulee olla toimintakunnossa ja asianmukaisesti huollettu. Saman 12§:n 1. momentin mukaan rakennuksen omistaja, haltija ja toiminnanharjoittaja vastaa rakennuksen kunnossapitovelvoitteista. Nämä kunnossapitovelvoitteet tarkentuvat Sisäasiainministeriön asetuksessa 805/2005 säännölliseksi kunnossapidoksi, jota varten tulee tehdä oma ohjelma. Ohjelmasta selviää tarvittavat toimenpiteet ja nämä toimenpiteet tulee merkitä asianmukaiseen dokumenttiin, joka voi olla huoltopäiväkirja tai itse huolto-ohjelma. (St-käsikirja 36.)

3.4.2 Sähkölaitteiston huolto ja kunnossapito

Laitteiston haltijan tulee huolehtia, että luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistoille luodaan sähköturvallisuutta ylläpitävä kunnossapito-ohjelma ja hän vastaa siitä, että tätä ohjelmaa noudatetaan. Ohjelmassa tulee huomioida laitteiston ympäristöstä aiheutuvat tarpeet. Muiden sähkölaitteistojen osalta voidaan noudattaa laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeita. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/48§.)

3.5 Tarkastukset

Ennen sähkötilojen käyttöönottoa niiden tulee läpäistä keskeiset tarkastukset, joita ovat käyttöönotto- ja varmennustarkastus. Sähköturvallisuuslain 49§ asettaa myös velvolliseksi suorittamaan sähkölaitteistolle määräaikaistarkastukset sähköturvallisuuslain 44§:n luokituksen mukaisesti. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016.)

3.5.1 Käyttöönottotarkastus

Jotta sähkölaitteisto saadaan ottaa käyttöön, tulee sille suorittaa käyttöönottotarkastus, jossa todetaan, että se ei aiheuta sähköturvallisuuslain 6§:ssä tarkoitettua vaaraa tai häiriötä (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/43§). Käyttöönottotarkastus sisältää yleensä seuraavat työvaiheet:

- Aistinvarainen tarkastus
- Suojajohtimien jatkuvuuden testaus
- Laitteiston eristysresistanssin mittaus

- SELV- ja PELV-piirien tai sähköisesti erotettujen piirien esiintyessä eristysresistanssin mittaus
- Jos ympäristö toimii osana eristystä, mitataan myös sen eristysresistanssi
- Syötön automaattisen poiskytkennän toimivuuden testaus
- Vikavirtasuojan toiminnan testaus
- Napaisuuden tarkistus
- Vaihejärjestyksen tarkistus
- Sähkölaitteiston monimutkaistuessa toiminnalliset kokeet esimerkiksi releiden ja suojalaitteiden toimintaketjun tarkastus
- Erikseen vaadittuna jännitteenaleneman tarkastus

(D1-2012.)

Käyttöönottotarkastus tulee tehdä uudestaan, jos sähkölaitteistoon tehdään muutoksia tai laajennuksia. Sähkölaitteiston rakentaja on myös vastuussa käyttöönottotarkastuksen suorittamisesta, mutta jos hän on estynyt tai laiminlyö velvollisuutensa, huolehtii tarkastuksen suorittamisesta sähkölaitteiston haltija. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/43§.)

Laitteiston rakentajan on laadittava käyttöönottotarkastuksesta tarkastuspöytäkirja haltijan käyttöön vähäisiä töitä lukuun ottamatta. Käyttöönottotarkastuksen pöytäkirjan sisällöstä ja edellä mainituista vähäisistä töistä on säädetty tarkemmin valtioneuvoston asetuksessa 1434/2016. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/43§.)

Asetuksen mukaan sisällöstä on käytävä ilmi kohteen yksilöintitiedot sekä sähkölaitteiston rakentajan ja sähkötöiden johtajan nimi ja yhteystiedot. Lisäksi vaaditaan selvitys sähkölaitteiston säännösten ja määräysten mukaisuudesta sekä sovelletuista standardeista. Poikkeamat on raportoitava ja selvitettävä sähköturvallisuuslain 34§:n mukaisesti. Pöytäkirjasta on löydyttävä myös yleiskuvaus tarkastusmenetelmistä, tarkastusten ja testausten tulokset sekä allekirjoitus tai muu hyväksytyt ja luotettava varmennustapa. Asetuksen mukaan vähäisiä töitä, jotka eivät vaadi käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa, ovat vähäistä vaaraa tai häiriötä aiheuttavat sähkötyöt, nimellisjännitteiltään 50 VAC tai 120 VDC sähkölaitteistojen asennukset ja yksittäisten komponenttien vaihdot tai lisäykset sekä niihin rinnastettavat työt. Pöytäkirjaa eivät vaadi myöskään enintään 1000 voltin nimellisjännitteeseen asti tehtävät muutostyöt yksittäisten kojeiden syöttöön tai enintään 1000 voltin nimellisjännitteeseen asti tehtävät muutostyöt kytkinlaitoksiin, joissa

nimellisarvoja ei muuteta. Vähäisiä töitä ovat myös tilapäislaitteiston asennukset standardien mukaan koottuun työmaakeskukseen.

(Valtioneuvoston asetus 1434/2016/4§ & 5§.)

Jotta sähkölaitteisto voidaan ottaa käyttöön, on laitteiston rakentajan varmistettava, että kyseessä oleva laitteisto on suunniteltu ja rakennettu Sähköturvallisuuslain pykälien 31 (turvallisuusvaatimukset) ja 39 (sähkömagneettiset yhteensopivuudet) mukaisesti (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/41§).

Sähköturvallisuusviranomaisen saa rajoittaa laitteiston käyttöönottoa ja käyttöä, jos määrättyssä kohteessa ilmenee tai on odotettavissa sähkömagneettinen yhteensopivuusongelma, joka tulee ratkaista tai se on turvallisuussyistä tarpeen yleisen viestintäverkon tai vastaanotto- tai lähetysaseman suojaamiseksi. Tästä rajoittamisesta on ilmoitettava Euroopan komissiolle ja muille jäsenvaltioille. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/41§.)

Sähköturvallisuuslain perusteella sähkölaitteistolle on määritetty käyttöönottoajankohta ja sillä tarkoitetaan hetkeä, jolloin laitteistoon kytketään jännite sen käyttötarkoitusta varten. Tähän hetkeen ei kuitenkaan lasketa käyttötilanteita, jotka johtuvat koekäytöstä tai käyttöönottotarkastuksesta. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/42§.)

3.5.2 Varmennustarkastus

Luokan 1, 2 ja 3 sähkölaitteistolle on tehtävä varmennustarkastus käyttöönottotarkastuksen lisäksi. Jos laitteistolle tehdään merkittäviä muutos- tai laajennustöitä, tulee varmennustarkastus suorittaa uudestaan. Merkittävistä laitteiston muutos- ja laajennustöistä on säädetty tarkemmin valtioneuvoston asetuksessa 1434/2016. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/45§.)

Merkittäviksi muutos- ja laajennustöiksi ei katsota töitä jotka:

- tarkoittavat valtioneuvoston asetuksen 1434/2016 5§:n mukaisia töitä eli käyttöönottotarkastusta ajatellen vähäisiksi katsottuja töitä
- tapahtuvat laitteistolla, jonka nimellijännite on enintään 1000 volttia sekä työalueen ylivirtasuojan nimellis- tai asetteluvirta on enintään 35 ampeeria, jos käy-

tön johtajaa ei tarvita. Muutoin ylivirtasuojan nimellis- tai asetteluvirran yläraja on 250 ampeeria

- tehdään kytkinlaitoksella, jonka nimellisarvoja ei muuteta

(Valtioneuvoston asetus 1434/2016/6§.)

Merkittäviksi muutos- ja laajennustöiksi katsotaan työt jotka:

- tapahtuvat räjähdysvaarallisissa tiloissa valtioneuvoston asetuksen 576/2003 liitteen 1 mukaisissa tilaluokissa 0, 1, 20 tai 21
- tapahtuvat tiloissa, joissa valmistetaan räjähteitä sekä näiden tilojen ulkopuolelle sijoitetut sähkölaitteistot, joiden katsotaan kuuluvan tilan sähkölaitteiston suojausjärjestelmiin
- tapahtuvat sairaaloiden tai lääkäriasemien leikkaussaleissa. Tässä asiayhteydessä leikkaussalilla tarkoitetaan tilaa, jossa tehdään laajapuudutuksia tai yleisanestesiaa

(Valtioneuvoston asetus 1434/2016/6§.)

Sähkölaitteiston rakentaja on vastuussa varmennustarkastuksen suorittamisesta, mutta jos hän on estynyt tai laiminlyö velvollisuutensa, huolehtii tarkastuksen suorittamisesta sähkölaitteiston haltija. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/45§.)

Varmennustarkastus on suoritettava ennen laitteiston käyttöajankohtaa tai tietyn ajan kuluessa siitä. Tarkastuksessa on pistokokein ja muilla soveltuvilla tavoilla riittävässä laajuudessa varmistettava, että kyseessä oleva laitteisto täyttää sähköturvallisuuslain pykälien 31 ja 39 mukaiset vaatimukset sähköturvallisuutta ja sähkömagneettista yhteensopivuutta koskien ja että laitteistolle on tehty käyttöönottotarkastus. Varmennustarkastukseen sisällytetään mahdolliset lääkintätilat, räjähdysvaaralliset sekä palovaaralliset tilat. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/46§.)

Varmennustarkastuksen suorittaa valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja. Tarkastuksen suorittajan tulee laatia laitteiston haltijan käyttöön todistus tarkastuksesta ja kiinnitettävä tarkastustarra pääkeskukseen tai vastaavaan kohtaan. Tarkastustodistus tulee säilyttää vähintään kymmenen vuoden ajan. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/46§.)

Varmennustarkastuksen ajankohdasta ja tarkastustarran sisällöstä on säädetty tarkemmin valtioneuvoston asetuksessa 1434/2016. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/46§)

- Varmennustarkastus tulee tehdä kolmen kuukauden kuluttua sähkölaitteiston käyttöönotosta, mutta verkonhaltijan rakentamille sähköverkoille varmennustarkastus tulee tehdä rakentamista seuraavan kalenterivuoden aikana. Poikkeuksena on asetuksen 6§:n toisen momentin mukaiset muutostyöt, joihin varmennustarkastus on tehtävä ennen käyttöönottoa
- Tarkastustarrasta tulee ilmetä tarkastuksen tekijä, ajankohta ja seuraavan määräaikaistarkastuksen ajankohta

(Valtioneuvoston asetus 1434/2016/7§ & 9§.)

3.5.3 Määräaikaistarkastus

Luokkien 1 ja 2 sähkölaitteistoille tulee tehdä määräaikaistarkastus kymmenen vuoden välein pois lukien asuinrakennukset. Jos asuinrakennuksen yhteydessä on liike- tai muita tiloja, joiden suojalaitteena toimivan ylivirtasuojan nimellisvirta ylittää 35 ampeeria, tehdään myös näille laitteistoille määräaikaistarkastus kymmenen vuoden välein. Määräaikaistarkastus suoritetaan viiden vuoden välein luokan 3 sähkölaitteistolle. Määräaikaistarkastuksesta huolehtii sähkölaitteiston haltija. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/49§.)

Määräaikaistarkastuksen voi suorittaa valtuutettu laitos tai valtuutettu tarkastaja. Tarkastuksessa on pistokokein ja muilla soveltuvilla tavoilla riittävässä laajuudessa varmistettava, että laitteistoa on turvallista käyttää, laitteiston kunnossapito-ohjelmaa on noudatettu ja kunnossapito on riittävää turvallisuuden ylläpitämiseksi. Lisäksi on varmistettava, että laitteiston käyttöön ja hoitoon tarvittavat välineet, piirustukset, kaaviot ja ohjeet ovat saatavilla ja käytettävissä sekä että muutos- ja laajennustöistä on asianmukaiset varmennustarkastuspöytäkirjat. Tarkastukseen sisällytetään aina kohteen lääkintätilat sekä räjähdys- ja palovaaralliset tilat. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/50§.)

Määräaikaistarkastuksen tekijän tulee laatia tarkastuksesta pöytäkirja laitteiston haltijan käyttöön ja kiinnitettävä tarkastustarra pääkeskukseen tai vastaavaan kohtaan. Haltijan tulee säilyttää pöytäkirja sekä osoitus havaittujen puutteiden korjaamisesta vähintään seuraavaan määräaikaistarkastukseen saakka. Tarkastuspöytäkirjan ja –tarran sisällöstä on säädetty tarkemmin valtioneuvoston asetuksessa 1434/2016. (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016/51§.)

- Sähköturvallisuuslain 51§:n mukaisessa pöytäkirjassa tulee yksilöidä tarkastusta koskevat tiedot sekä havaitut puutteet sähköturvallisuutta koskien. Tarkastajan tulee allekirjoittaa pöytäkirja tai varmentaa se muuten luotettavalla ja hyväksytyllä tavalla
- Sähköturvallisuuslain 51§:n mukaisesta tarrasta tulee ilmetä tarkastuksen tekijä, ajankohta sekä seuraavan tarkastuksen ajankohta

(Valtioneuvoston asetus 1434/2016/10§ & 11§)

4 TOTEUTTAMINEN KAUPUNKIYMPÄRISTÖÖN

Kun sähkötiloja suunnitellaan ja rakennetaan kaupunkiympäristöön, täytyy yleisten sähkötilojen vaatimuksien lisäksi ottaa huomioon paikallisen sähköverkkoyhtiön vaatimukset ja tapa toimia esimerkiksi asiakasmuuntamoiden suhteen. Paikallisten viranomaisten kanssa tulee tehdä myös yhteistyötä, sillä tulevat sähkötilat ovat ihmismassojen välittömässä läheisyydessä, jolloin täytyy huomioida esimerkiksi ulkonäköön liittyviä asioita.

4.1 Sähköverkkoon liittyminen

Tampereen Sähköverkko Oy:n ylläpitämään sähköverkkoon liittyminen pitää sisällään kolme päävaihetta: liittymän tilaus, sen käsittely ja kaapelin urakointi rajapintaan saakka.

Sähköverkkoon liittymistilaus voidaan tehdä joko Tampereen Sähkölaitoksen internet-sivuilta sähköisessä muodossa tai vapaamuotoisesti myös paperisessa muodossa, kunhan liittymätilaukseen vaadittavat tiedot ja ehdot täytetään. Hakemukset käsitellään vielä tällä hetkellä manuaalisesti käsin, ja ne viedään järjestelmään eteenpäin käsin. Lähtilevaisuudessa on tulossa sähköinen käsittelyjärjestelmä liittymäsopimuksia varten. Tilapäinen sähköliittymä tehdään ainoastaan kirjallisena, ja se on esitetty liitteessä 2. Lomake tulostetaan Tampereen Sähkölaitoksen internet-sivuilta. (Liite 1.)

Tampereen Sähköverkko Oy:n liittymät on jaettu kahteen osaan, pienliittymiin eli 63 ampeeria ja tätä suurempiin liittymiin. Liittymäpalvelussa työskentelee kolme henkilöä, jotka jakavat tehtävät ja tarvittaessa tekevät töitä myös ristiin. Nämä henkilöt ovat siinä määrin sähköalan ammattilaisia, että he katsovat liittymiä käsitellessään sähköverkkoon sopivaa perussuunnitelmaa. Jos todetaan, että tuleva liittymä ei sovellu sellaisenaan olemassa olevaan sähköverkkoon, mukaan liittyy verkonsuunnittelijat, jotka tekevät laajamittaisempaa ja pitkäjänteisempää suunnitelmaa. (Liite 1.)


Sähköliittymien hinnastot löytyvät Tampereen Sähkölaitoksen internet-sivuilta ja ne perustuvat pääsulakkeen kokoon sekä liittymäpisteen sijaintiin (Tampereen sähkölaitos A). Sähköliittymien hinnastot ovat listattuna pienjännitteillä 1000 ampeerin pääsulakkeeseen asti ja keskijännitteellä 2000 kVA:n saakka, minkä jälkeen liittymähinnasto on tapauskohtainen, ja sitä katsotaan enemmän olemassa olevan sähköverkon kannalta.


Asiakkaalle toimitetaan käsittelyn jälkeen liittymistarjous ja/tai -sopimus. Sopimuksen allekirjoittaminen voidaan tehdä paperisesti tai sähköisesti verkkopankkitunnuksilla. (Liite 1.)

Kaapelin rakentamisessa Tampereen Sähköverkot Oy käyttää sopimusurakoitsijoita, joiden työnohjaus tapahtuu Headpower-järjestelmällä, jonka avulla rakennuttajalle ja urakoitsijalle toimitetaan riittävät tiedot myös mahdollisen tilapäisen sähkön osalta (Liite 1).

Sähkömittarin asennuksen työmääräin tehdään sen jälkeen, kun sähköurakoitsija toimittaa täytetyn yleistietolomakkeen. Yleistietolomake on esitetty liitteessä 3 ja se löytyy Tampereen sähkölaitoksen internet-sivuilta. Yleistietolomakkeen ohella urakoitsijan tulee vakuuttaa kirjallisesti, että mittari on asennettu oikein. Vakuutus on voimassa kolme kuukautta, ja sen voi tehdä myös myöhemmin, jos asennukset eivät ole vielä täysin valmiit. Kuvassa 7 on esitetty Tampereen Sähkölaitoksen internet-sivuilta löytyvä sähköurakoitsijan vakuutus asianmukaisesta asennuksesta. (Liite 1).

Urakoitsijan vakuutus ja kytkentäpyyntö

Vakuutan, että laitteisto on ilmoitettuun kytkentäpäivämäärään mennessä käyttöönottotarkastettu ja se on määräysten ja jakeluverkonhaltijan ohjeiden mukaisessa kunnossa. Jännitteen voi kytkeä. 

Pvm  (pvm korkeintaan 3kk eteenpäin)

Teen vakuutuksen myöhemmin

Urakoitsijan edustajan nimi

Kuva 7 Urakoitsijan vakuutus (Tampereen sähkölaitos B).

Pienjännitteen osalta sulakkeen maksimikoko on 1000 ampeeria, jonka ylittävältä osalta tehdään keskijänniteliittymä. Keskijänniteliittymissä toimitusaika voi olla jopa lyhyempi, jos ainoastaan kaapelin tuonti riittää. Tampereen Sähköverkko Oy toimittaa keskijänniteliittymissä aina kaksi kaapelia keskijännitteen rengasverkkoa varten. Kaapelin nimelliskuorma voi olla noin kahdeksan megawattia ja esimerkiksi Tampereen raitiotietä varten rakennettavissa sähkönsyöttöasemissa nimelliskuorma on kaksi megawattia asemaa kohti. (Liite 1.)

Tampereen Sähköverkko Oy:llä on yleinen toivomus ”riittävästä” aikataulusta sähköverkkoon liittymisen osalta, mutta suuntaa antavia toimitusaikoja on olemassa:

- Pientaloalueelle liittymissopimuksen käsittelyssä menee 7-14 päivää
- Sähkön toimitusaika 10 työpäivää, jos verkko on valmis ja kaapeli on tonttirajalla valmiina.
- Jos verkkoa ei ole valmiina, kuukausia

Muita lisähuomioita:

- Kaupunkialueella työaikoihin kaapeloinnissa on hankittava katuluvat, joiden toimitusaika on 21 vuorokautta. Talvikaudella routa aiheuttaa omat viivästyksensä
- Sähköverkkoon liittyjän tulee hoitaa itse sähkönmyyntisopimus erikseen

(Liite 1.)

Sähköliittymät ovat muuttuneet ajan kuluessa ja niitä on tällä hetkellä olemassa kolmea tyyppiä:

1. Ennen 1.6.1995 hankitut sähköliittymät ovat palautuskelvottomia, mutta myös arvonlisäverottomia
2. 1.6.1995 jälkeen hankitut sähköliittymät ovat arvonlisäverottomia, mutta periaatteessa palautuskelvollisia ja todellisilla purkukustannuksilla vähennyskelpoisia
3. 1.5.2017 jälkeen sähköliittymät ovat verollisia sekä palautuskelvottomia

(Liite 1.)

Sähköliittymät ovat siirtokelpoisia ja liittymän siirrosta on yleensä maininta kauppakirjassa tai muuten erillisessä sopimuksessa. On olemassa tapauksia, joissa sähköliittymän siirtäminen on unohdettu yrityskauppojen yhteydessä. Kun kyseessä on esimerkiksi tuotantotilat, voi sähköliittymän arvo olla 100 000 €. Sähköliittymän siirtymisen toteutumisen edellytyksenä on, että sähköliittymän veloitteet eli loppulaskut on suoritettu ennen siirron tapahtumista. (Liite 1.)

4.2 Kaapelointi

Sähkökaapeloinnin risteytyessä tai muuten sijaitessa lähellä kaasu-, vesi- tai muita putkia, tulee niiden välisen etäisyyden olla riittävä. Tarvittaessa tulee käyttää eristysvaippoja tai eristyslevyjä, jotta kaapeleiden ja putkien välinen kosketus vältetään. Pitkän, rin-

nakkaisen kulkemisen suhteen tulee selvittää kaapelin oikosulun putkeen aiheuttama indusoituva ylijännite. (SFS 6001.)

Kaapelit tulee asentaa siten, että niiden huolto ja testaus ovat mahdollisia ja kaapelin mekaanisen vaurioitumisen välttämiseksi seuraavista asioista tulee huolehtia asennettaessa ja sen jälkeen:

- Kaapelit asennetaan valmistajan tai laite- ja kaapelistandardien mukaisessa lämpötilassa
- Oikosulkuvirrat eivät vaurioita yksijohtimisia voimakaapeleita
- Ulkoisten vaikutusten tulee olla hyväksyttävällä tasolla. Ojaan asennetuille kaapeleille määritellään asennussyvyys ja niihin asennetaan kaapelisuojaus tai merkitään nauhalla ulkopuolisten vaurioiden välttämiseksi
- Kaapeliojan pohjalla ei saa olla kiviä, täytemaan on oltava joko hiekkaa tai muuten kivetöntä maata
- Maaperän liikkeitä ja tärinä sekä yliajavat ajoneuvot tulee huomioida
- Kaapeli on tuettava riittävästi pystysuuntaisessa asennuksessa
- Betoniteräksisen rakennuksen läpivienneissä tulee huomioida betoniteräksen mahdollinen lämpeneminen

(SFS 6001.)

Tampereen Sähköverkot Oy asentaa maakaapeloinnin 70 cm:n asennussyvyyteen putkittuna (Liite 1).

4.3 Maadoitus

Tampereen Sähköverkko Oy käyttää taajama-alueella laajaa maadoitusverkkoa. Kaupungin alati laajentuessa, reuna-alueille aikoinaan rakennettu sähköverkko ei ole välttämättä alun perin rakennettu laaja maadoitusverkko mielessä, vaan kyseessä on saattanut olla pistomainen kohde, jonka maadoitus laajaan maadoitusverkkoon nähden on yhden maadoitusjohtimen varassa. Tampereen Sähköverkko Oy muokkaa maadoitusverkkoaan laajaksi lisäämällä säteittäisiä ja säteiden välisiä maadoitusjohtimia sitä mukaa, kun sähköverkkoa laajennetaan ja kunhan kaapelointikustannukset pysyvät kohtuullisina. (Liite 1.)

Haja-asutusalueilla maadoitusverkko on enemmän pistomainen, mutta vuonna 2028 voimaan tulevat säävarman sähköverkon vaatimukset käytännössä pakottavat Suomen sähköverkkoyhtiöt korvaamaan ilmajohdot maakaapeleilla. Tässä yhteydessä maadoitusjohtimia tullaan lisäämään. (Liite 1.)

Tampereen Sähköverkko Oy edellyttää asiakkaalta aina kuluttajamaadoitusta, sillä laajassa maadoitusverkossa voi tapahtua vika. Tällaisessa tilanteessa asiakkaan maadoitus hoitaa riittävän potentiaalintasauksen. Keski-jännitepuolella vaaditaan laajan maadoitusverkon ollessa kyseessä, että impedanssi on vähintään 8 ohmia. (Liite 1.)

4.4 Kunnossapito ja asiakasmuutamat

Sähköturvallisuuslaki velvoittaa nimeämään sähkötiloille käytön johtajan, jonka tehtävien velvoittamana Tampereen Sähköverkko Oy:llä on omia tiloja varten kunnossapito-ohjelma. Kunnossapito-ohjelman noudattamista valvotaan vuosittaisesti varmennustarkastajan toimesta. Tampereen Sähköverkko Oy:n kunnossapito-ohjelma on peruseräaatteeltaan syklinen eli tietyin väliajoin suoritetaan tietyt kunnossapito-ohjelman mukaiset toimenpiteet. (Liite 1.)

Alla on esitetty joitain esimerkkejä:

- 20 kV:n verkko käydään läpi 6 vuoden välien ja keskustassa 3 vuoden välein
- Maastossa tarkastukset tehdään 6 vuoden välein ja kaupungissa 20 kV:n ilmajohdot 3 vuoden välein
- Raivausvälit tarkistetaan 6 vuoden välein ja keskustassa 3 vuoden välein. Raivaukset ajoitetaan siten, että seuraavana vuonna ilmajohdon tarkastus
- Joka vuosi tehdään silmämääräisiä tarkastuksia kaupunkialueen rakennus- ja puistomuuntamoissa. Huolto kuuden vuoden välein
- Tietyissä keskusta-alueen muuntamoissa tuloilmasuodattimet vaihdetaan vuosittain ja muualla kahden vuoden välein
- Kaukokäyttölaitteistolla varustetulla muuntamolla oma ohjeistuksensa, esimerkiksi akuston vaihto

(Liite 1.)

Maastossa tehtävät tarkastukset dokumentoidaan Trimble NIS-ohjelman offline-version kunnossapitoon ja data siirretään sitten verkkoyhteyden tarjoamassa paikassa ohjelman Master-kantaan, jota käydään sitten läpi varmennustarkastajan kanssa (Liite 1).

Maadoitusjärjestelmälle on luotu oma ohjeistuksensa. Varmennustarkastaja on kuitenkin äskettäin huomauttanut laajasta maadoitusverkosta, jota ei ole todettu mittaamalla. Mittaus on sinällään vaativa ja sille on äskettäin luotu uusi ohjeistus laajan maadoitusverkon eheyden tarkistamiseksi. Muuntamosaneerausten ja uudisrakentamisen yhteydessä mitataan maadoitusyhteyksien resistanssi 20 kV:n kaapelin vaihejohdinta hyväksikäyttäen saneerattavaan muuntamoon. Erilliselle maadoitusverkolle maadoitusimpedanssi mitataan kuuden vuoden välein. (Liite 1.)

Tampereen Sähköverkko Oy tekee myös ajoittaisia lämpökamerakuvauksia, mutta näitä kuvauksia ei ole erikseen määrätty säännöllisiksi. Pistokuvasten avulla löydetään kuitenkin ajoittain vikoja ja esimerkiksi sähköaseman päätteistä on löytynyt muutamien celsiusasteiden poikkeamia toisiinsa nähden. (Liite 1.)

Tampereen Sähköverkko Oy vaatii pääsyä myös asiakkaan muuntamotiloihin, sillä heidän on tarvittaessa päästävä käsiksi sähkömittareihin ja tarvittaessa verkonohjauslaitteisiin ilman erillistä tilanhaltijan paikalle kutsumista. Tästä johtuen avainsäilön ajan tasalla pitäminen on erityisen tärkeää. Yleisenä toivomuksena on, että sähkötilaan päästään suoraan ulkotiloista, sillä vaaratilanteen sattuessa tilasta poistuminen kulkukäytävään tai vastaavaan tilaan tuottaa omat haasteensa ja riskinsä. (Liite 1.)

Tampereen Sähköverkko Oy tarjoaa tarvittaessa puhelinneuvontaa asiakasmuuntamoiden osalta, sillä asiakkaan kunnossapidosta voi vastata moniosajayritys, jolla ei kuitenkaan välttämättä ole saatavilla vikatilanteen sattuessa sähköalan ammattilaista tai käytön johtaja voi olla jostakin syystä estynyt. Tampereen sähköverkko näkee vikapaikan omassa järjestelmässään ja kykenee osoittamaan sen asiakkaalle. Asiakkaan laitteistoon Tampereen Sähköverkko Oy ei koske, sillä se on korvausvelvollinen mekaanisen tai henkilövaurion sattuessa. Pienjänniteasiakkaille voidaan tehdä erillistä laskua vastaan joitakin pieniä korjaustöitä. (Liite 1.)

4.5 Yhteistyö rakennusvaiheessa

Tampereen Sähköverkko Oy käyttää sopimusurakoitsijoita kaapelin rakennuksessa, mutta luonnollisesti myös asiakkaan kanssa tehdään tarvittaessa yhteistyötä töiden sovituksessa ja käytännön sujuvuuden varmistamiseksi. Mitä isompi projekti on kyseessä, sitä enemmän yhteistyötä tehdään. Esimerkiksi eräässä Tampereen raitiotieprojektin sähkönsyöttöasemassa keskijännitekaapeli asennetaan maatöiden yhteydessä etukäteen lähitulevaisuudessa rakennettavaa asemaa varten. Yleensä tätä vältetään, jotta maakaapeli ei vioitu vahingossa rakennustöiden yhteydessä. (Liite 1.)

Käytännössä edetään siten, että urakoitsija käy läpi Tampereen Sähköverkko Oy:n internet-sivuilta löytyvän urakoitsijan tarkistuslistan. Tämän jälkeen rakennuttaja tarkistaa, että listan ehdot täyttyvät, minkä jälkeen kaapeli toimitetaan rajapintaan saakka. Rajapintana ovat kaapelipäätteet ja ne kuuluvat vielä Tampereen Sähköverkko Oy:n omaisuuteen. Tarkistuslista on esitetty liitteessä 4. Tampereen Sähköverkko Oy lupaa kaapelin päätteen jännitteelliseksi kolmen viikon kuluessa siitä, kun edellä mainittu tarkistuslista on hyväksytty. Aikamääreeseen vaikuttaa omien urakoitsijoiden käytettävyys. (Liite 1.)

4.6 Ulkoasu

Normaalisti rakentamisessa ulkoasun huomiointi alkaa jo asemakaavaa laadittaessa ja se terävöityy prosessin edetessä yksityiskohtaisemmaksi. Tampereen kaavoitusyksikössä työskentelee 35 arkkitehtia eli Tampereella kaavoitus on arkkitehtien käsissä. Tällöin visuaaliset vaatimukset korostuvat. Pienissä kunnissa ei ole välttämättä arkkitehtejä lainkaan ja mitä kaupunkimaisempi ympäristö on kyseessä, sitä enemmän suunnitelmaan kohdistuu visuaalisia vaatimuksia. Esimerkiksi Jyväskylässä on erittäin tarkka visuaalinen strategia, joka pohjautuu Alvar Aallon perintöön ja Suomen Arkkitehtiliiton puheenjohtaja toimii kaupungin yleiskaavapäällikkönä. (Liite 5.)

Asemakaavakartta on hyväksyttävä ja lainmukainen dokumentti, johon kuuluu valitusoikeus. Se sisältää määräysosan ja karttaosan ja liitteenä on usein rakennustapaohjeita, jotka voivat sisältää hyvinkin tarkkoja. Esimerkkeinä voidaan pitää suojelualuetta tai Kalevan kaupunginosaa Tampereella, sillä se on rakennettu kulttuuriympäristöön, jossa korostuvat mm. sisäänkäynnit, katot ja värit. Visuaalisia vaatimuksia ohjaavat pääasias-

sa arkkitehtien ammatillinen ylpeys, maankäyttö- ja rakennuslaki sekä ympäristönsuojelulaki. (Liite 5.)

Tampereella ulkoasuun liittyvissä asioissa suunnittelussa on mukana myös alempia hierarkioita kuten yhdyskuntalautakunta ja kaupunkikuvatoimikunta. Nämä ovat erillisiä organisaatioita, jotka tekevät osittain päällekkäisiä asioita ja vuorovaikuttavat toisiinsa. Tampereella kaupunginhallituksen asiantuntijaryhmänä toimiva kaupunkikuvatoimikunta on perustettu vajaa kymmenen vuotta sitten arkkitehtipoliittisen ohjelman seurauksena. Kaupunkikuvatoimikunta koostuu virkamiehistä, poliitikoista ja asiantuntijoista ja se on korkeatasoinen sekä vielä suhteellisen uusi instanssi. (Liite 5.)

Tampereella kaupungilla ja Tampereen Sähköverkko Oy:llä on pitkä yhteinen historia ja suunnittelukulttuurissa on aika selvää, minkälainen puistomuuntamon tulee suurin piirtein olla (Liite 5). Tampereen kaupungilla on omat vaatimuksensa puistomuuntamoita ajatellen ja ulkoasussa on huomioitava esimerkiksi värisävyt ja muotoilu. Siirryttäessä kauemmaksi keskusta-alueilta vaatimustaso alenee ja voidaan noudattaa enemmän Tampereen Sähköverkko Oy:n omia käytäntöjä, jotka pohjautuvat sähköalan standardeihin. (Liite 1.)

Konkreettisesti Tampereen Sähköverkko Oy antaa tekniset piirroksot, joista aluearkkitehdit antavat lausunnon. Kaavaa ei tarvitse luoda uudestaan, vaan yleensä voidaan edetä poikkeusluvilla, sillä kaavoitusprosessissa kestää kauan. Poikkeusluvassa tehdään pikainen, yleismaailmallinen kartoitus siitä, miten asemakaavasta poiketaan. (Liite 5.)

4.7 Sähkömagnetismi

Omissa sähkötiloissaan Tampereen Sähköverkko Oy noudattaa Työ- ja elinkeinoministeriön ohjeistusta. Ohjeistuksessa määritellään eri ruumiinosia koskevat sähkömagneettisten voimien määrät, jotka ovat sallittuja. Tampereen sähköverkko Oy on huomionut sähkömagnetismin omissa tiloissaan jo 1990-luvun lopulta lähtien. Katoissa kulkevia pienjännitekaapeleita poistettiin ja korvattiin, sillä ne ovat voimakkaita sähkömagneettisen vaikutuksen lähteitä yläpuolella olevalle asutukselle. Nykyään muuntamotilojen ulkopuolella ei pitäisi syntyä sähkömagneettisia kenttiä. (Liite 1.)

4.8 Melu

Tampereen kaupungilla on olemassa yleispiirteiset meluselvitykset, jotka löytyvät Tampereen kaupungin internet-sivuilta. Kaupungilla on myös melustrategia, joka asettaa tavoitteita ja vaatimuksia. Keskusta-alueella on aina tehtävä kaavan hakijan kustannuksella meluselvitys asemakaavoihin ja keskusta-alueen ulkopuolellakin se on yleistä. Meluselvityksen myötä jo olemassa olevat suunnitelmat voivat muuttua merkittävästi. Yleisesti kriittisiä tarkastelukohteita ovat lähinnä liikenteen melu ja laitospelu. (Liite 5.) Viranomaisten asettamaa melutasorajaa ei saa ylittää ja tämä voidaan välttää käyttämällä joko alhaisen melutason laitteistoa tai estämällä äänen leviäminen eristämällä (SFS 6001).

Tampereen Sähköverkko Oy:n kiinteistömuuntamoissa ilmanpoistopuhallin ja kojeisto tuottavat jonkin verran melua. Ajoittain tähän joudutaan kiinnittämään erityistä huomiota, mutta toistaiseksi tätä ei ole koettu haastavaksi ongelmaksi. (Liite 1.) Myöskään Tampereen kaupungin puolelta sähkötiloista ei ole koettu ongelmia. (Liite 5.) Aikaisemmin käytettyihin kaksinopeuspuhaltimiin tehtiin säätöjä siten, että korkeampaa pyörimisnopeutta ei tarvitsisi käyttää. Vanhojen tilojen puhaltimia modernisoidaan sitä mukaa, kun tarvetta sille tulee esimerkiksi laakerivikojen takia. Muuntajat ovat myös yksi melunlähde muuntamoissa, ja vaikka kuivamuuntaja on paloturvallisesti helpompi ratkaisu, se pitää myös kovempaa ääntä kuin öljymuuntaja. (Liite 1.)

4.9 Tampereen raitiotiehanke

Tampereen Raitiotiehankeeseen sähkönsyöttöasemien rakennusluvut on viety käsittelevään järjestelmään, ja ensimmäisenä ne menevät lausuntopyyntökierrökselle. Tämä on viimeinen tilaisuus vaikuttaa kaupunkikuvallisiin asioihin.

Yksi tärkeimmistä kohteista on Kalevan kaupunginosaan rakennettava Liisanpuiston sähkönsyöttöasema. Lausuntokierroksella todettiin, että rakennuslupakuvista ei ollut riittävän selvästi nähtävissä, miten ympäristöön sovittaminen toteutetaan. Lausuntokierroksella tuli paljon kommentteja, joten miljöösuunnittelua vaaditaan lisää. Samaan kohteeseen viitaten, kaupunkiympäristössä sähköaseman yläpuoliseen ulkoasuun tulee myös kiinnittää erityistä huomiota. Syöttöasema rakennetaan kortteliympäristöön, jossa asuinrakennuksista on suora näkymä myös syöttöaseman katolle. Myös sähköasemaa

ympäröivän maaperän routimiseen tulee kiinnittää huomiota suunnittelussa, sillä aseman jo itsessään varaaman pinta-alan ympärille tulee ”routapuskurointi”, jonka rakentaminen aiheuttaa kasvillisuuden ja puuston suhteen muutoksia.

Sähkönsyötön kaapelointiin on kiinnitettävä erityistä huomiota, sillä se on tarkoitus toteuttaa ilman merkittävää kasvillisuuden ja puuston lisähävikkiä. Vuorovaikutuksessa on koettu puutteita, sillä kaikki Tampereen kaupungin arkkitehdit eivät ole mukana Raitiotieallianssin työryhmissä. Suunnittelijoiden ja arkkitehtien ajatusmaailman välisiä rajapintoja ei ole niin sanotusti rikottu eli arkkitehti voi kokea, että kaapelointi ei kuulu hänen pohdittavakseen ja esimerkiksi sähkösuunnittelija ei välttämättä osaa kiinnittää tarpeeksi huomiota ulkoasuun. Tiedon jalkautus ei ole täysin onnistunut, mutta havainnon jälkeen rakennuslupakuviin on lisätty tietoa rakentamisen vaikutuksesta ympäristöön. (Liite 5.)

5 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli tutkia syöttö- ja muuntoasemien rakentamista kaupunkiympäristössä VR Track Oy:lle. Tavoitteena oli luoda ohjeistava dokumentti huomioon otettavista vaatimuksista rakennettaessa kaupunkiympäristössä.

Tutkimusta suunniteltaessa päätin rajata aiheen kahteen osaan ja ensimmäisessä osassa läpikäytyt yleiset vaatimukset sähkötiloja koskien ovat dominoivia myös kaupunkiympäristössä toimiessa.

Rajatessani työn aihetta Tampereen kaupunkiympäristöön käytännön syistä, päättelin yksinkertaisesti, että keskeisiä haastattelukohteita ovat paikallinen sähköverkkoyhtiö ja Tampereen kaupunki, jonka yhteystiedoista etsin sopivan statuksen omaavia henkilöitä. Haastatteluista sovittiin puhelimitse ja puhelujen yhteydessä kerroin pääpiirteet opinäytetyöprojektista. Lähetin haastateltaville alustavan listan haastattelukysymyksistä ja aiheista, joista halusin keskustella. Haastattelut pyrittiin pitämään mahdollisimman avoimina, jotta mitään relevanttia ei jäisi haastattelujen ulkopuolelle huonosti esitettyjen tai puutteellisten kysymysten vuoksi. Haastattelut nauhoitettiin haastateltavien suostumuksella ja haastattelut purettiin heti kirjalliseksi tekstiksi. Haastatteluissa ei mainita henkilöiden nimiä eikä ammattinimikkeitä anonymiteetin säilyttämiseksi. Haastattelukysymyksiä ja aihealueita suunniteltaessa hyödynnettiin ammattikorkeakoulussa opittua teoriatietoa.

5.1 Tulosten tarkastelu

Tulosten perusteella voidaan todeta, että kaupunkiympäristön asettamat vaatimukset syöttö- ja muuntoasemien rakentamiselle ovat ohjeistavia ja suuntaa-antavia. Oli kyseessä sitten Tampere, Jyväskylä tai jokin muu iso kaupunki, tulee paikallisen sähköverkkoyhtiön ja paikallishallinnon kanssa tehdä tiivistä yhteistyötä. Kaupunkiympäristön asettamat lisävaatimukset syöttö- ja muuntoasemille ovat siis pikemminkin asioita, joiden suhteen pitää tarvittaessa tehdä joustoja esimerkiksi lisäkustannusten ja lisäsuunnittelun muodossa.

Oman näkemykseni mukaan toimintaympäristön muuttuessa voidaan olettaa, että kun asiakas vaihtuu, niin vaihtuvat myös tietyt vaatimukset. Asiakas voi tässä tapauksessa

olla Liikennevirasto tai Tampereen kaupunki. Oletan, että Liikennevirasto voi valtion instanssina olla Tampereen kaupunkia vaativampi ja joustamattomampi asiakas, sillä neuvottelukumppanina on tässä tapauksessa iso organisaatio, joka koostuu neljästä eri toimialasta. Tampereen kaupungin kanssa neuvoteltaessa yhteistyökumppaneina ovat oletettavasti pienemmät organisaatiot kuten alueelliset arkkitehtitoimistot ja paikallishallinto.

Tampereen Sähköverkko Oy:n haastattelu oli mielestäni onnistunut, sillä sain koottua palaveriin aihekohtaiset specialistit, joiden kanssa keskustelu oli luontevaa ja tuloksellista. Onnistuin myös mielestäni luomaan hyvän rungon keskusteluaiheista käyttäen apunani työkokemustani sekä Tampereen Ammattikorkeakoulun opintoja, joissa on tehty sähköverkkoja käsitteleviä harjoituksia.

Tampereen kaupungin haastattelu toi minulle uutta näkemystä kahden erilaisen organisaation yhteistoimintaan. Koskaan ei voi olla liikaa yhteistyötä kunnan viranomaisten ja suunnittelevan yrityksen välillä, varsinkin kun kyseessä on julkisempi projekti kuten Tampereen raitiotie. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää luvussa 4.9 mainittua Liisanpuiston sähkönsyöttöaseman rakennusluvan lausuntokierrosta, joka aiheutti lisäsuunnittelua ja hyvin todennäköisesti myös lisäkustannuksia. Pitkän aikavälin julkisissa projekteissa kaikki työvaiheet vaikuttavat toisiinsa ja suunnittelussa tapahtuvat voivat heijastua suoraan rakentamisvaiheeseen.

Keskustelussa oltiin myös yhtä mieltä siitä, että ajankäytön hallinta tällaisessa projektissa on haastavaa, muttei mitenkään poikkeavaa nykypäivänä. Virkamieskoneisto ja poliittinen ympäristö voi olla nopean päätöksenteon suhteen hidas toimija teolliseen yritykseen nähden.

5.2 Ehdotuksia

Tätä tutkimusta voidaan hyödyntää ohjeena henkilölle, joka vastaa suuremman kokonaisuuden toteutuksesta, jotta mitään olennaista ei jäisi huomioimatta. Työtä voidaan hyödyntää perehdytysmateriaalina, ja sen voidaan katsoa toimineen perehdytysmateriaalina myös minulle itselleni. Syöttö- ja muuntoasemissa tarvitaan paljon yksityiskohtaista suunnittelua, jotta kohde saadaan rakennettua lakien vaatimalla ja muuten toivotulla tavalla.

Jotta vertailu aiemman toimintaympäristön ja kaupunkiympäristön välillä olisi helpompaa, olisi minun pitänyt olla paremmin yhteydessä myös junaliikenteen asiakkaaseen eli liikennevirastoon. Oletan, että tällä olisin saavuttanut enemmän konkreettisia eroja enkä oletettuja eroja.

Keskustelussa Tampereen kaupungin kanssa Raitiotieprojektista koin, että toimintamallina allianssi on vielä uusi tapa suorittaa isoja projekteja. Siinä on vielä paljon parannettavaa, mutta se tarjoaa myös paljon mahdollisuuksia. Allianssimallilla toteutettavassa projektissa sähkösuunnittelijalla tai vastaavalla on hyvä tilaisuus oppia esimerkiksi arkitehdin ajatusmaailmaa ja päinvastoin.

LÄHTEET

D1-2012. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2013. 21. painos. Espoo. Sähköinfo Oy.

E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2011. Rakennusten paloturvallisuus: Määräykset ja ohjeet. 3/11 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Annettu Helsingissä 6.4.2011. Verkkodokumentti, http://www.finlex.fi/data/normit/37126/E1_2011-fi.pdf. Luettu 16.4.2017.

Elovaara J. & Haarla L. 2011. Sähköverkot II. Helsinki. Otatieto Helsinki University Press.

Pelastuslaki 379/2011. Annettu Helsingissä 29.4.2011. Verkkodokumentti <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379>. Luettu 28.3.2017.

SMa 805/2005. Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta. Annettu Helsingissä 6.10.2005. Verkkodokumentti. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050805>. Luettu 5.4.2017.

SFS 6001. Suurjännitesähköasennukset ja ilmajohdot. 2015. 4. painos. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1838. Valaistussovellukset. Turvavalistus. 2014. 2. painos. Helsinki. Suomen standardisoimisliitto SFS ry.

ST-kortti 53.61. Sähkötilojen ilmanvaihto ja jäähdytys. 2017. Espoo. Sähköinfo Oy. Verkkodokumentti. <http://severi.sahkoinfo.fi.elib.tamk.fi/item/637>. Luettu TAMK:n lisenssillä 10.5.107.

ST-käsikirja 35. Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien tilavaraukset. 2015. 2. painos. Espoo. Sähköinfo Oy. Verkkodokumentti. <http://severi.sahkoinfo.fi.elib.tamk.fi/item/236>. Luettu TAMK:n lisenssillä 12.4.2017.

ST-käsikirja 36. Poistumisvalaistus. 2013. 2. painos. Espoo. Sähköinfo Oy. Verkkodokumentti. <http://severi.sahkoinfo.fi.elib.tamk.fi/item/2364>. Luettu TAMK:n lisenssillä 5.4.2017

ST-käsikirja 37. EMC ja rakennusten sähkötekniikka. 2008. 2. painos. Espoo. Sähköinfo Oy. Verkkodokumentti. <http://severi.sahkoinfo.fi.elib.tamk.fi/item/3174>. Luettu TAMK:n lisenssillä 3.5.2017

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Annettu Helsingissä 16.12.2016. Verkkodokumentti, <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161135>. Luettu 12.4.2017.

Tampereen sähkölaitos A. 2017. Sähköverkon hinnastot ja sopimusehdot. <https://www.tampereensahkolaitos.fi/sahkoverkkopalvelut/hinnastotjasopimusehdot/Sivu/default.aspx#.WRtDmYVOKUk>. Luettu 13.5.2017.

Tampereen sähkölaitos B. 2017. Yleistietolomake ja vakuutus.
<https://www.tampereensahkolaitos.fi/sahkoverkkopalvelut/sahkomittarit/sahkomittalaitteidenasennustyopyynto/Sivut/default.aspx#.WRvwy4VOKUk>. Luettu 13.5.2017.

Tampereen sähkölaitos C. 2017. Tilapäinen sähköliittymä.
<https://www.tampereensahkolaitos.fi/sahkoverkkopalvelut/sahkoverkkoonliittyminen/tilapainen-liittyma/Sivut/default.aspx#.WRv6yoVOKUk>. Luettu 13.5.2017.

Tampereen sähkölaitos D. 2017. Asiakasmuuntamo-ohje.
https://www.tampereensahkolaitos.fi/sahkoverkkopalvelut/sahkoverkkoonliittyminen/TSV-urakoitsijalle/Documents/I-0-68972_yleiset_vaatimukset.pdf. Luettu 13.5.2017.

Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016. Verkkodokumentti,
<http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/20161434>. Luettu 18.4.2017

Valtioneuvoston päätös työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden käytöstä 976/1994. Verkkodokumentti, <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940976>. Luettu 5.4.2017.

Verkostosuositus RM 2:02. Muuntamotila rakennuksessa. Sähköenergialiitto ry. Verkkodokumentti. <http://www.sahkoverkkoekstra.fi/kirjasto-koulutus/verkostosuosituksset>
Luettu TAMK:n lisenssillä 4.5.2017

Verkostosuositus RM 3:16. Kaapeliliitännäinen verkonhaltijan muuntamo. Sähköenergialiitto ry. Verkkodokumentti. <http://www.sahkoverkkoekstra.fi/kirjasto-koulutus/verkostosuosituksset>. Luettu TAMK:n lisenssillä 16.5.2017

LIITTEET

Liite 1. Haastattelu Tampereen Sähköverkko Oy:n kanssa 5.5.2017

Liite 2. Tilapäinen sähköliittymälomake

Liite 3. Tampereen Sähköverkko Oy:n yleistietolomake

Liite 4. Urakoitsijan tarkistuslista

Liite 5. Haastattelu Tampereen Kaupungin edustajien kanssa 17.5.2017

Liite 1. Tampereen Sähköverkko Oy:n haastattelun 5.5.2017 purku.

1(7)

1. Tampereen sähköverkkojen protokolla sähköliittymän tilauksen saavuttua? Tilaus netissä, mitä aikamääreitä ja kuinka käytännössä edetään rakennusvaiheeseen asti?

TILAUS

Sähköinen tilaus tehdään internetissä, mutta myös vapaamuotoinen paperinen tilaus käy, kunhan vaaditut tiedot löytyvät. Hakemukset käsitellään käsin ja viedään järjestelmiin manuaalisesti. Uusi sähköinen liittymien käsittelyjärjestelmä on tulossa. Tilapäiset liittymät tehdään ainoastaan paperisena.

KÄSITTELY

Liittymäpalvelussa on kolme henkeä. Tehtävät on jaettu. Pienliittymiä, 63A käsittelee yksi henkilö ja suurempia toinen, tekevät ristiin töitä myös. He ovat sähköalan ammattilaisia ja katsovat sähköverkkoon sopivaa perussuunnitelmaa. Jos tarvitaan verkon rakentamista, verkonsuunnittelija (3 kpl) katsoo eteenpäin ja he tekevät pitkäjänteistä etenemistä. Sähköliittymien hinnastot löytyvät netistä ja hinnoittelu on helpompaa kaava-alueella. Tilauksen käsittelyn jälkeen asiakkaalle toimitetaan liittymistarjous tai -sopimus. Paperinen tai sähköinen allekirjoitus verkkopankkitunnisteella, allekirjoitettu sopimus sisältää kaikki tarvittavat tiedot.

URAKOINTI

Työnohjausjärjestelmänä käytetään Headpoweria, josta menee tiedot rakennuttajalle ja urakoitsijalle, näihin kuuluvat myös tilapäiset sähköt. Asiakkaan on hoidettava sähkön myyntisopimus sähkön myyjän kanssa, jonka jälkeen verkkosopimus generoituu suoraan automaattisesti.

Mittarin asennuksen työmääräin tehdään, kun sähköurakoitsijalta tulee yleistietolomake. Asiakkaan urakoitsijan tulee täyttää yleistietolomake, jonka ohella tulee vakuuttaa, että mittari on asennettu oikein. Yleistietolomake urakoitsijalle löytyy netistä. Vakuutuksen voi tehdä myös myöhemmin, jos asennukset eivät ole valmiina. Vakuutus on maksimissaan kolme kuukautta voimassa.

(jatkuu)

2(7)

Käyttöönottotarkastuspöytäkirja vaaditaan ympäröivältä verkonhaltijalta. TSV ei edellytä pöytäkirjaa.

Sopimusurakoitsijalle toimitetaan tilaus ja tilapäiskeskuksen poisto ja uuden asennus.

Aikamääreitä: toivomus yleisesti ”riittävän” aikaisesta tilauksesta

- Pientaloalueelle liittymissopimuksessa menee viikko tai kaksi.
- Toimitusaika 10 työpäivää, jos verkko on valmis ja kaapeli on valmiina tonttirajalla
- Jos verkkoa ei ole valmiina, kuukausia.

Pienjännitteellä 1000 A liittymä max, Suurempi vaatii jo sitten puistomuuntamon tai vastaavan. Asiakas tekee keskijänniteliittymän 1000 A ylittävältä osalta. Tässä toimitusaika on mahdollisesti jo lyhyempi, koska siihen pitää vain tuoda kaapeli, joita tuodaan kaksi kappaletta Tampereen keskijänniteverkkoon. Netistä löytyy asiakasmuuntamo-ohje tätä varten.

Kaupunkialueella vaaditaan katuluvat, joiden toimitusaika on 21 vuorokautta. Talvella routa aiheuttaa omat viivästyksensä.

2. Tampereen sähköverkkojen kunnossapito-ohjelma omiin tiloihin ja pääsy asiakkaiden sähkötiloihin?

Omissa tiloissa vaatimukset tulevat käytönjohtajan viran puolesta omasta ohjelmasta, jonka noudattamista valvoo varmennustarkastaja vuosittaisesti.

ESIMERKKEJÄ:

- KP-ohjelmassa 6 vuoden välien 20 kV verkko läpi ja keskustassa 3 vuoden välein.
- Tarkastukset maastossa 6 vuoden välein ja kaupungissa 20 kV:n ilmanjohdot 3 vuoden välein
- Raivausvälit 6/3 vuoden välein. Raivaukset ajoitetaan siten, että seuraavana vuonna ilmajohton tarkastus.

Tarkastukset dokumentoidaan Trimble NIS-ohjelman kunnossapitoon. Maastossa käytetään offline-versiota, jonka tiedot tuodaan tukikohdassa master-kantaan. Tätä käydään sitten läpi varmennustarkastajan kanssa.

(jatkuu)

3(7)

Omat tilat ovat jaettu kunnossapitoalueisiin, jotka ovat kuudella jaollisia. Eli vuosittain kierretään alue läpi. Kaupunki ja Teiskon alue erikseen. Teiskon alue 6 vuoden ja kaupunki 3 vuoden välein kunnossapitoaluetta kohti. Joka vuosi tehdään silmämääräisiä tarkastuksia kaupunkialueen rakennus- ja puistomuuntamoissa. Huolto kuuden vuoden välein.

Tietyissä keskusta-alueen muuntamoissa tuloilmasuodattimien vaihtoja vuoden välein ja muualla kahden vuoden välein. Kaukokäyttölaitteistolla varustetulla muuntamolla omat ohjeensa, esimerkiksi akuston vaihtoa. Satelliittimuuntamoissa eli linjan päässä olevalla muuntamolla JT-imurointi.

Maadoitusjärjestelmällä on oma ohjeensa, varmennustarkastaja puuttui laajaan maadoitusverkkoon, ettei sitä ole todettu mittaamalla. Mittaaminen on haastavaa, mutta sille on tehty oma uusi ohje: Maadoitusjärjestelmän eheystarkastus laajalle maadoitusverkolle tehdään muuntamosaneerauksien ja uudisrakennuttamisen yhteydessä, jossa tarkastuksessa mitataan 20 kV:n kaapelin vaihetta hyväksi käyttäen maadoitusyhteyksien resistanssi kaikista 20 kV:n yhteyksistä saneerattavaan muuntamoon. Maadoitusimpedanssi mitataan erilliselle maadoitusverkolle kuuden vuoden välein.

Lämpökuvausta tehdään ajoittain, välillä sen avulla löydetään tulevia vikoja. Sähköaseman päätteistä on esimerkiksi joskus löytynyt alkava vika.

ASIAKASMUUNTAMOT JA NIIHIN PÄÄSY

TSV:llä on oltava pääsy myös asiakasmuuntamoiden osalta verkonohjauslaitteille sekä mittareille ja niiden vaihtoon ilman erillistä tilanomistajan paikalle kutsumista. 20 kV:n kuormanerotimille päästävä, jonka jälkeen jää asiakkaan vastuulle.

TSV tarjoaa tarvittaessa apua asiakasmuuntamoiden osalta, koska asiakkaan kunnossapito saattaa olla moniosaajayritys, jossa ei ole todellista sähköalan ammattiosaamista tai käytön johtaja ei ole tavoitettavissa. Laskua vastaan voidaan tehdä jotain pieniä töitä pienjänniteasiakkaille. Keskustelemalla kuitenkin neuvotaan 24/7, jos apua ei ole saatavilla. Itse vieraisiin laitteisiin ei kosketa, koska jos jotain menee rikki, on mekaaninen

(jatkuu)

vaurio ja henkilövaara mahdollinen.

Toivomuksena on suora pääsy ulkoa sähkötilaan ja kulkukäytävien tulee olla selkeät käyttötarkoituksensa mukaiset, ei esimerkiksi kulkureittiä toimiston yms. läpi. Asiaksmuuntamoihin pääsyn osalta on koettu jonkun verran haasteita, sillä avaimiin ja vastaaviin tulee muutoksia ja aina ei muisteta pitää avainsäilöä ajan tasalla.

3. Maadoitus?

Liittyjän pitää tehdä kuluttajamaadoitus aina. Keskijännitepuolella on vaade, vaikka kyseessä laaja maadoitusverkko, että impedanssivaatimus on 8 ohmia. Laajassa maadoitusverkossa tapahtuva vika voi vaikuttaa muuallekin, jolloin asiakkaan maadoitus hoitaa riittävän potentiaalintasauksen. Maadoitus kuuluu rakennuksen sähköverkkoon.

Taajama-alueilla on käytössä laaja maadoitusverkko, haja-asutuksella maadoitusverkkoon liitytään pistomaisesti, mutta lisääntyvän maakaapeloinnin myötä liitettäneen laajaan verkkoon eli samalla lisätään maadoitusjohtimia maaperään esimerkiksi säteittäisiä maadoitusjohtimia ajan kanssa. Kaupungin laajentumisen myötä reuna-alueilla varsinkin, koska alun perin ei ole välttämättä rakennettu laaja maadoitusverkko mielessä.

4. Rakennusvaiheen yhteistyö?

Käytännössä asiaksmuuntamo-ohjeen urakoitsijan tarkistuslista, joka on valmiina nettissä. Rakennuttaja tarkistaa, että kaikki on OK, jonka jälkeen tuodaan kaapeli rajapintaan saakka. Kaapelipäätteet ovat rajapinta ja kuuluvat vielä TSV:lle. TSV lupaa kaapelin päätteen jännitteelliseksi kolme viikon kuluessa siitä, kun yllä mainittu tarkistuslista on hyväksytty. Omien urakoitsijoiden käytettävyys vaikuttaa kuluneeseen aikaan. Kaapelin tuontia keskeneräiselle työmaalle pyritään välttämään kaapelin mahdollisen vioittumisen takia. Yleisesti voidaan sanoa, että mitä isompi projekti, sitä enemmän yhteistyötä vaaditaan.

(jatkuu)

5. Onko kaupungilla omat vaatimukset esim. ulkonäköön, meluun yms?

Omassa puistomuuntamossa kaupungilla omat vaatimuksensa, TSV:llä omien osalta standardoidut käytännöt kuten värisävyt. Haja-asutusalueella vapaampaa, selvittää TSV:n omilla ehdoilla pääsääntöisesti eli paremmin sähköalan standardeilla.

Kiinteistömuuntamoissa ilmanpoistopuhallin ja kojeisto tuottavat melua, välillä joudutaan kiinnittämään erityistä huomiota. Aiemmin käytettiin kaksinopeuspuhaltimia ja nyt yksinopeuspuhaltimia. Vanhoihin muuntamoihin puhaltimien suhteen jouduttu kiinnittämään huomiota. Ei ole koettu kuitenkaan haastavaksi ongelmaksi. Kuivamuuntajat pitävät kovempaa ääntä. Paloturvallisesti parempi ratkaisu, mutta tarvitsee enemmän ilmanvaihtoa. Ilmanvaihdollisesti, TSV:llä on asetettu 110 C laukaisulämpötilaksi kuivamuuntajiin ja öljymuuntajilla 80-90 C laukaisulämpötila.

Standardit lähtevät liikkeelle ympäristön lämpötilasta. Muuntamotilassa vallitsevan lämpötilan yläraja 40 c.

Paloturvallisuuden suhteen on tehty havaintoja kiinteistömuuntamoissa sprinklerijärjestelmävaatimuksien osalta. Sähkötilat vaativat lämpenemisen takia hyvän ilmanvaihdon ja tämä aiheuttaa ajoittain jäätymisiä talvella. Hankala myös kaapelikellarien osalta.

6. Kustannuspolitiikka?

Liittymismaksut ovat pienjännitteen osalta 1000A saakka ja keskijännitteen osalta 2000 kVA:n saakka listahintana, muuten ovat tapauskohtaisia eli katsotaan mitä tarkoittaa olemassa olevan verkon kannalta.

KJ-kaapeleita tulee kaksi kpl, kaava-alueella liittymismatka 200 metriä, jonka jälkeen hinta nousee. Tonttialueella asiakas kaivaa ja putkittaa kaapelin, TSV omistaa kaapelin. TSV omistaa osan myös vanhoja kaapeleita, jotka menevät taloon, ennen oli hieman erilainen politiikka. Keskijännitekaapelin nimelliskuorma voi olla n.8 MW. Ratikassa 2 MW/asema.

(jatkuu)

Liittymismaksuja on 3 erilaista:

- Aiemmin liittymät olivat palautuskelvottomia mutta arvonlisäverottomia
- 1.6.1995 lähtien liittymismaksut verottomia, ovat periaatteessa palautuskelvollisia todellisilla purkukustannuksilla vähennyskelpoisia
- 1.5.2017 liittymismaksut verollisia, eivät enää palautuskelvollisia.

Lisäksi aluehintoja esim. Teiskon alueella.

Liittymät ovat siirtokelpoisia ja liittymän siirrosta on yleensä maininta kauppakirjassa tai erillinen sopimus. Joskus yrityskaupoissa on unohtunut liittymän siirto. Sähköliittymien loppulaskut on kuitenkin hoidettava ennen sähköliittymän siirtoa, liittymä ei siirry ennen kuin liittyjä on hoitanut velvoitteensa. Sopimukset tehdään myös tilapäisistä liittymistä. Kaupungilla on oma ohjeensa tilapäistapahtumia koskien.

7. Sähkömagneettisten vaikutusten huomiointi ihmisiin?

Huomiota kiinnitetty jo 90-luvun lopulta lähtien. Esimerkiksi sähkötilojen katoissa kulkevia pienjännite-kaapeleita alettiin poistamaan ja korvata, sille ne ovat voimakkaita sähkömagneettisten vaikutuksen lähteitä yläpuolella sijaitsevaan mahdolliseen asutukseen. Muuntamotilojen ulkopuolelle ei pitäisi tulla sähkömagneettisia kenttiä.

Omissa tiloissa huomioidaan TEM ohjeistusta. Uusi ohje vuodenvaihteessa. TEM ohjeistus määrittelee esimerkiksi eri ruumiinosia koskien sähkömagneettisten voimien määrät, esimerkiksi sähköasemilla 20kv muuntajan syöttö kojeistoon päin. Vaiheiden väli on sen verran iso, että syöttökaapeleiden väliin pystyy laittamaan pään, joka on kiellettyä.

8. Kaukokäyttö?

Kaukokäyttöä on lisätty, taustalla potkivana voimana 2028 vuoden toimitusvarmuuden määräys, keskustan kohdalla sähkönkatkoja ei sallita ilmastollisista syistä. Kaupunki-alueella kiinteistömuuntamoiden osalta kaikissa on oltava moottorointi, haja-asutusalueella joka kolmannessa täytyy viimeistään olla moottorointi.

(jatkuu)

Tekniikka kehittyy, saadaan paljon dataa, mutta pitää osata kaivaa olennainen asia esiin.

Tietojärjestelmä pyrkii hoitamaan. Microscada:n avulla ohjataan verkkoa. Ohjauslisäystä tehty Trimble DNS:n ohjausdialogin myötä, jolla pyritti parittamaan ohjaavaa ABB:n Microscadaa sekä käyttöjärjestelmänä toimivaa Trimble DNS-ohjelmaa. Jo kojeiston hankintavaiheessa kannattaa miettiä automaatiota, koska kojeisto voi muuttua. On olemassa vanhoja ilmaeristeisiä erotinlaitteistoja asiakkailta, joihin ei enää saa moottoriohjauksia muuten kuin kojeiston vaihdolla. Vanhentunutta tekniikkaa edelleen jonkin verran.

9. Kaapelointi?

TSV:n asennussyvyys 70 senttiä, TSV myös putkittaa kaapelit

10. Muuta

Asiakkaat panostavat nykyään aiempaa enemmän uudempaan laitteistoon, sillä periaatteessa vanhoja toimivia ei haluta uusia toimivia koska ne maksavat eli loppujen lopuksi kyse riskienhallinnasta, onko kalliimpaa maksaa ylläpitokuluja vuosien ajan ja odottaa muuntajan isoa vikaa kuin, vaihtaa se hyötysuhteeltaan parempaan malliin. Häviöarvostus on vähän huonoa, pitkäjänteisyys puuttui aiemmin, mutta on parantunut viime aikoina.

Liite 2. Tilapäisen sähköliittymän tilauslomake



Tilapäisen sähkön liittymissopimus

Liittyjän tiedot

Liittyjän nimi		Henkilötunnus/ Y-tunnus	
Laskutusosoite			
Postiosoite			
Yhteyshenkilö		Puhelin	
Toivottu kytkentäajankohta			

Huom. Alle kahden viikon toimituksiin lisätään hinnaston mukainen toimituslisä

Tilapäisliittymän tiedot

Liittymän osoite tai sijainti			
Postinumero		Postitoimipaikka	
<input type="checkbox"/> TSV Oy:n tilapäiskeskus	Pääsulakekoko		
<input type="checkbox"/> Liittyjän tilapäiskeskus	Pääsulakekoko		
Liittämiskohta (verkkoyhtiö määrittelee)			

- Tilapäisen keskuksen johdon rakentaminen liittämiskohdan ja keskuksen välille
(hinnoitellaan tapauskohtaisesti sopimusehtojen mukaisesti)

Sähkönmyyntisopimus

- Tampereen Sähkölaitos Oy
(valtuutan Tampereen Sähköverkko Oy:n välittämään tiedon toimitusvelvolliselle sähkönmyyjälle)
- Muu myyjä (liittyjä tekee sähkönmyyntisopimuksen itse)

Lisätietoja:

Sopimusehdot

- Tähän sopimukseen sovelletaan kulloinkin voimassa olevia liittymisehtoja. Voimassa olevat liittymisehdot, verkkopalveluehdot ja hinnastot löytyvät [Tampereen Sähköverkko Oy:n internet-sivuilta](#). Tämän sopimuksen allekirjoittaessaan liittyjä hyväksyy sopimukseen sovellettavat liittymisehdot.
- Tilapäisen liittymän kytkemisestä ja mittaroinnista veloitetaan voimassa olevan hinnaston mukaisesti. Väliaikaisen jakeluverkon rakentamisesta aiheutuneet kustannukset veloitetaan täysimääräisinä.
- Liittämiskohta on jakeluverkon ja liittyjän sähkölaitteistojen välinen omistusraja. Liittymisjohdon (0,4 kV) rakentaminen liittämiskohdasta väliaikaiselle keskukselle on liittyjän vastuulla. Liittyjä vastaa liittämiskohdan jälkeisten asennusten kunnosta ja turvallisuudesta sekä uusimis-, korjaus- ja purkutöistä aiheutuvista kustannuksista. Johdon valinta tehdään Tampereen Sähköverkko Oy:n internet-sivuilta löytyvän liittymisjohdon mitoitusohjeen mukaan.
- Sähkötoimituksen edellytyksenä on sähköikäyttöpaikkaa koskeva voimassa oleva liittymis-, sähkönmyynti- ja verkkosopimus.
- Tilapäisen liittymän keskimääräinen toimitusaika on noin 2 viikkoa siitä, kun liittymissopimus on allekirjoitettu. Mikäli kohde edellyttää jakeluverkon rakentamista tai vahvistamista, voi toimitusaika olla olennaisesti pidempikin.
- Lomakkeen tulee allekirjoittaa henkilö, jolla on allekirjoitusoikeus.
- Maksuaika on 21 päivää laskun lähettämispäivästä lukien. Viivästyskorke on korkolain mukainen.
- Lomakkeen tulee allekirjoittaa henkilö, jolla on allekirjoitusoikeus.
- Vakuutan tässä lomakkeella olevat tiedot oikeiksi.

Päiväys / 20

Päiväys / 20

Liittyjän allekirjoitus ja nimenselvennys

Verkkoyhtiön edustajan allekirjoitus ja nimenselvennys

Postiosoite
PL 175
33101 TAMPERE

Käyntiosoite
Voimakatu 17
33100 TAMPERE

Puhelin
020 630 3800

Sähköposti
sahkolittyma@sahkolaitos.fi

(Tampereen sähkölaitos C)

Liite 3. Tampereen Sähköverkko Oy:n yleistietolomake



YLEISTIETOLOMAKE

Saapumispv _____

Liittymän tunnus _____



Kiinteistön tiedot						
Sähkölaitteiston haltija				Puhelin		
Kiinteistön osoite				Postinumero	Postitoimipaikka	
Kaupunginosa tai kylä				Kortteli tai tila	Tontti tai rekisterinro	
Sisäänkäynnin yhteyshenkilö			sähköposti	Puhelin		
Sähköurakoitsijan tiedot						
Nimi			Yhteyshenkilö ja puhelinnumero			
Osoite			Postinumero	Postitoimipaikka		
<input type="checkbox"/> Jatkamme sähköurakointityötä kohteen valmistumiseen saakka. <input type="checkbox"/> Emme jatka sähköurakointityötä.						
Lisätietoja						
Liityntä- ja mittaustiedot						
A = uusi		B = vaihto	C = poisto		D = sinetöinti	E = siirto
Asunnon, liiketilan- tai mittarin numero		Toimenpide A, B, C, D, E	Kpl	Mittattavan kohteen etusulake	Tuote tai tariffi	Mittamuuntajat (tarkkuusluokka 0.2 S)
						Kytetty muuntosuhde
						Taakka/VA
Toivottu kytkentä/mittarointipvm			Liittymän pääsulake/varoke		Liittymisjohdon tyyppi	
Liitteet		<input type="checkbox"/> Pää- tai nousujohtokaavio		<input type="checkbox"/> Asemapiirustus		<input type="checkbox"/> Pääkeskuksen sijaintipiirustus
Vakuutan, että laitteisto on ilmoitettuun kytkentäpäivämäärään mennessä käyttöönottotarkastettu ja se on määräysten ja jakeluverkonhaltijan ohjeiden mukaisessa kunnossa.						
Paikka ja päivämäärä			Sähköurakoitsijan allekirjoitus ja nimen selvennös			
Tampereen Sähköverkko Oy:n merkintöjä						

Postiosoite
PL 175
33101 TAMPERE

Käyntiosoite
Voimakatu 17
33100 TAMPERE

Puhelin
020 630 3600
Sähköposti

(Tampereen sähkölaitos B)

Liite 4. Urakoitsijan tarkistuslista



ASIAKASMUUNTAMO-OHJE

LIITE 3

20.11.2013

Tarkistuslista pääkohdista asiakasmuuntamon rakentamiseen ja käyttöönottoon

Tehtävä	Tila
Asiakirjat ja dokumentit:	
Liittymätilaus ja sopimus on tehty	
Asemapiirustus on toimitettu verkkoyhtiöön	
Pääkaavio on toimitettu verkkoyhtiöön	
Kulkureittisuunnitelma on toimitettu verkkoyhtiöön	
Yleistietolomake (mittarointitilaus) on toimitettu verkkoyhtiöön	
Relekoestuspöytäkirjan kopio on toimitettu verkkoyhtiöön	
Urakoitsijan tekemä käyttöönottotarkastuspöytäkirjakopio muuntamosta on toimitettu verkkoyhtiölle	
Sähkönmyyntisopimus on tehty sähkönmyyjän kanssa	
Maadoitusmittaus on suoritettu hyväksyttävästi ja kopio pöytäkirjasta on toimitettu verkkoyhtiöön, kohta 6.	
Liittymiskennojen kauko-ohjaukseen liittyvät piirustukset on toimitettu verkkoyhtiöön	
Muuntamo ja laitteisto:	
Aloituspalaveri rakentamisesta on pidetty verkkoyhtiön rakennuttajan kanssa	
Avainputki ja avaimet on asennettu kulkureitin alkupäähän, sekä kulkureitin ja muuntamotilan oven lukitukset on tarkastettu, kohta 2.1	
Mittari on asennettu	
Verkkoyhtiön hyväksymä pääkaavio vastaa kojeistotoimitusta (huomioi mm. pitkittäiserotin liittymiskennojen ja pääkatkaisijaan välissä)	
Oikosulunilmaisimet on asennettu liittymiskennoihin, aseteltu 800-1000A/ 2h	
Jänniteindikoinnit SF ₆ -eristeisen laitteiston liittymiskennoissa, vaiheistusmahdollisuudella	
Vaiheistuslaite SF ₆ -eristeisissä laitteistossa	
SF ₆ -kaasunpaineindikointi liittymiskennoissa	
16A: n pistorasia on asennettu verkkoyhtiön kauko-ohjauskaappivarauksen läheisyyteen	
Merkinnät on suoritettu muuntamon sisälle, ulkopuolelle ja kojeistoon, kohta 5.2	
Kojeiston arvokilpi vastaa verkkoyhtiön hyväksymän pääkaavion arvoja	
Siirrettävät varoituskilvet on muuntamolla, kohta 5.2	
Siirrettävät maadoituslaitteet 16 kA 1s, kohta 5.4 (ilmaeristeinen kojeisto)	
Pää- ja maadoituskaavio on muuntamossa	
20 kV: n liittymiskennojen laitteiden ja varusteiden käyttöohjeet on muuntamossa	
Hätäensiapuohje katuosoitetietoineen on muuntamolla	
Verkkoyhtiölle tarkoitettu palo-osastoitu kaapelireitti on valmis	
Kaapelireitin ympäristössä mahdollisesti kaapelia vahingoittavat työvaiheet on tehtynä	
Energiamittaus- ja automaatiolaitteiston kuuluvuus/ lisäantennin reitti	

Asiakirjojen toimitusosoitteet verkkoyhtiöön:

Sähköiset dokumentit: sahkoliittyma@sahkolaitos.fi suositellaan lähetettäväksi pdf- formaatissa.

Paperiversiot: Tampereen Sähköverkko Oy, Liittymäpalvelu, Voimakatu 17, 33100 TAMPERE

(Tampereen sähkölaitos D)

Liite 5. Tampereen kaupungin haastattelun 17.5.2017 purku.

1(4)

1. ULKOASU?

Normaalisti rakentamisessa kaupunkikuvalliset asiat tulevat eteen jo asemakaavaa laadittaessa. Tampereen kaavoitusyksikössä työskentelee 35 arkkitehtia eli Tampereella kaavoitus on arkkitehtien eikä insinöörien käsissä. Tällöin visuaalinen puoli korostuu. Pienissä kunnissa ei ole välttämättä arkkitehtejä lainkaan ja mitä kaupunkimaisempi ympäristö on kyseessä, sitä enemmän siihen kohdistuu visuaalisia vaatimuksia. Esimerkiksi Jyväskylässä on erittäin tarkka visuaalinen strategia, perustuu Alvar Aallon perintöön ja Suomen Arkkitehtiliiton puheenjohtaja on kaupungin yleiskaavapäällikkö.

Ammatillinen ylpeys määrää pääasiassa visuaalista suunnittelua, sitä määrää myös maankäyttö- ja rakennuslaki sekä ympäristönsuojelulaki.

Ympäristön laadusta puhuttaessa, Tampereella mukana vaikuttaa aina myös visuaalinen laatu.

Tampereen kaupungilla oma kaupunkistrategiansa, jota uusitaan parhaillaan. Se sisältää kaavakuvallisia asioita ja sieltä on nostettavissa ohjaavia virkkeitä.

Tampereen ulkoasuun liittyvissä asioissa on myös alempia hierarkioita kuten yhdyskuntalautakunta (Toimintasäännöt, kaupunkikuvan laatu) ja kaupunkikuvatoimikunta. Eriliset organisaatiot, tekevät jonkun verran päällekkäisiä asioita ja vuorovaikuttavat toisiinsa.

Tampereella on toiminut kaupunkikuvatoimikunta vajaat kymmenen vuotta ja se on syntynyt arkkitehtipoliittisen ohjelman seurauksena. Kaupunkikuvatoimikunta koostuu virkamiehistä, poliitikoista ja asiantuntijoista. Rakennusvalvonnalla on vahva edustus. Tampereen kaupungin asemakaavapäällikkö on mukana myös. Asiantuntijajäsenenä professoreita jne. Korkeatasoinen organisaatio, jota ei oikein voida ohittaa. Kyseessä on vielä suhteellisen uusi instanssi ja vielä hieman opettelua vailla, mitä asioita viedään lautakuntaan ennen kuin tästä muodostuu perinne.

(jatkuu)

2(4)

Kaupunkikuvatoimikunta on herättänyt hieman ihmetystä ja totuttelua myös Raitiotieallianssissa. Sen toimintaa ei ole täysin hahmotettu. Kaksi erilaista toimintaympäristöä (teollinen koneisto vs. virkamieskoneisto) kohtaa ja siinä on näkemyseroja. Koskaan ei voi olla liikaa yhteistyötä ja vuorovaikutusta näiden kahden maailman välillä. Ajankäytöllisesti myös haastavaa.

Ulkoasun huomiointi lähtee siis asemakaavasta ja se terävöityy prosessin aikana yksityiskohtaisemmaksi. Asemakaavakartta on hyväksyttävä ja se on lainmukainen dokumentti, johon kuuluu valitusoikeus. Siinä on määräysosa ja karttaosa, sekä liitteenä usein rakennustapaohjeita, joka voi sisältää hyvinkin tarkkoja asioita. Esimerkiksi suojelualue tai Kalevan kaupunginosa Tampereella, rakennettu kulttuuriympäristöön. Sisäänkäynnit, katot, värit yms.

Rakennusvalvontaan tehdään rakennuslupakuvat, julkisivukuvat, leikkaukset ja asemapiirrokset, jotka osoittavat kuinka kohde sijoitetaan ympäristöön havainnekuvien avulla. Pelkät tekniset kuvat eivät siis riitä.

Ulkoasuvaatimukset tiukkenevat sitä mukaa, mitä lähemmäksi ollaan kaupungin keskustaa.

Tampereella kaupungilla ja Tampereen Sähköverkoilla on pitkä historia ja suunnittelukulttuurissa on aika selvää, minkälainen puistomuuntamon tulee suurin piirtein olla. TSV antaa tekniset piirrokset, joita kommentoidaan. Puistomuuntamolausunnot tulevat aluearkkitehdeiltä Tampereen Sähköverkoille. Kaavaa ei tarvitse luoda uudestaan, vaan yleensä voidaan edetä poikkeusluvilla. Kaavoituksessa kestää kauan. Poikkeusluvassa tehdään pikainen, yleismaailmallinen kartoitus siitä, miten esimerkiksi asemakaavasta poiketaan.

Välillä tulee hirveän tarkkoja yksityiskohtia piirroksiin. Kuitenkin mietitään kokonaisia kaupunginosia ulkoasuun liittyen ja loppupeleissä puistomuuntamo on aika pieni verrattuna katukuvaan. Esimerkkinä Rongan alikulkutunnelin yhteydessä siirretty puisto-

(jatkuu)

3(4)

muuntamo vähän huonosta katukuvasta koska muuntamo ei siirretty hotellin tiloihin rakennusmuuntamoksi.

2. MELU?

Maankäyttö- ja rakennuslaki (turvallisuus ja terveys-osa) sekä ympäristösuojelunlaki määääviä dokumentteja.

Kaupungilla yleispiirteelliset meluselvitykset ja melustrategia, joiden avulla pyritään tavoitteisiin. Kaavan hakijan kustannuksella tehtävä meluselvitys asemakaavoihin keskusta-alueella aina, muuallakin tehdään usein. Suunnitelmat saattavat muuttua meluselvityksen myötä.

Yleisesti kriittisiä tarkastelukohteita lähinnä liikenteen melu ja laitosmelu. Sähkötiloista ei ole koettu ongelmia.

3. LUVAT?

Rakennusluvut vaaditaan rakennuksille ja rakennelmille. Kataturva 1 ja 2 Tampereella, valtakunnallinen Tieturva 1 ja 2 riittää myös Tampereella. Työturvallisuuskortit vaaditaan.

4. ESIMERKKI TAMPEREEN RAITIOTIESTÄ

Tampereen ratikkaa maustaa se erityispiirre, että se tehdään jo olemassa olevaan ympäristöön.

Sähkönsyöttöasemien rakennusluvut on viety käsittelevään järjestelmään, joista ensimmäinen askel on lausuntopyynnöt. Viimeinen tilaisuus vaikuttaa kaupunkikuvallisiin asioihin. Asemakaavat ovat käsitelty maanantaina 15.5 kokouksessa.

Yksi tärkeimmistä kohteista on Kalevan kaupunginosaan rakennettava Liisanpuiston sähkönsyöttöasema. Rakennuslupakuvista ei ollut riittävästi nähtävissä, miten ympäris-

(jatkuu)

4(4)

töön sovittaminen hoidetaan. Lausunnossa tuli paljon kommentteja eli miljöösuunnittelua vaaditaan lisää. Samaan kohteeseen viitaten, kaupunkiympäristössä sähköaseman yläpuoliseen ulkoasuun tulee myös kiinnittää erityistä huomiota. Sähköasema tulee kortteliympäristöön, jossa asuinrakennuksista on suora näkymä aseman katolle myös. Lisäksi myös sähköasemaa ympäröivän maaperän routimiseen tulee kiinnittää huomiota suunnittelussa, koska aseman jo itsessään varaaman pinta-alan ympärille tulee ”routapuskurointi”, jonka rakentaminen myös aiheuttaa kasvillisuuden ja puuston suhteen muutoksia.

Allianssimallin toteutuksessa olisikin hyvä oppi omaksua, ettei riitä, että on hyvät tekniset kuvat (julkisivu, poikkileikkaus rakenteesta jne.), vaan tarvitaan myös havainnekuvia, joista todellinen sovitus näkyy. Minkälainen kiveys, minkälainen kasvillisuus. Eriytyisenä huomiona on sähkönsyötön kaapelointi, miten voidaan hoitaa ilman merkittävää kasvillisuuden ja puuston lisähävikkiä enää toteutusvaiheessa.

Vuorovaikutuksessa koettu jotain puutteita, kaikki asiaan liittyvät arkkitehdit eivät ole mukana Raitiotieallianssin työryhmissä, eikä rajapintoja ole niin sanotusti rikottu (kaapelointi ei kuulu arkkitehdeille yms). Eli tiedon jalkautus ei ole täysin onnistunut. Havainnon ilmettyä, rakennuslupakuviin ruvettiin lisäämään tietoa selvästi rakentamisen ulkopuolelle jäävästä kohdeympäristöstä.

Raitiotieallianssissa on tekniikkalajiryhmät, joissa kokouksia määrääjoin. Vuoden 2017 alusta lähtien Raitiotieallianssissa ollut myös katumiljöötyöryhmä.