

Arttu Vesala

MUUNTAMORAKENNUKSEN SUUNNITTELUOHJE

MUUNTAMORAKENNUKSEN SUUNNITTELUOHJE

Arttu Vesala
Opinnäytetyö
Kevät 2022
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkötekniikka

Tekijä: Arttu Vesala

Opinnäytetyön nimi: Muuntamorakennuksen suunnitteluohje

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Transformer Building Design Guide

Työn ohjaajat: Ensio Sieppi, Juho Jaakkola

Työn valmistuslukukausi ja -vuosi: Kevät 2022

Sivumäärä: 74 + 2 liitettä

Tämän opinnäytetyön mahdollisti Destia Oy ja työn tarkoituksena oli tuottaa muuntamorakennuksen suunnitteluohje aloittaville suunnittelijoille. Opinnäytetyössä käydään läpi muuntamorakennuksen suunnittelun eri työvaiheita aloituksesta lopetukseen ja esitetään vaadittavat dokumentit.

Opinnäytetyön tietolähteinä toimivat muuntamorakennusprojekti, alan ammattilaiset sekä erilaiset painetut teokset. Projektikohteen kautta saatiin paljon kokemuspohjaista tietoa, jota ei löydy kirjoista.

Työn tuloksena on valmis suunnitteluohje aloittaville suunnittelijoille. Suunnitteluohjeen on tarkoitus tulla yrityksen sisäiseen käyttöön ja sitä voidaan päivittää sopivaksi eri kohteisiin.

Asiasanat: Suunnitteluohje, suunnittelu, muuntamorakennus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Electrical and Automation Engineering, Electrical Engineering

Authors: Arttu Vesala
Title of thesis: Transformer Building Design Guide
Supervisors: Ensio Sieppi, Juho Jaakkola
Term and year when the thesis was submitted: March 2022
Number of pages: 74 + 2 appendices

This thesis was made possible by Destia Ltd, and the purpose of the work was to produce a design guide for a transformer building for beginner designers. The thesis reviews the different stages of the design of a transformer building from start to finish and presents the required documents.

The sources of information for the thesis were the transformer construction project, professionals in the field and various printed products. A lot of experience-based information was obtained through the project, which is not found in the books.

The result of the work is a ready-made design guide for beginner designers. The design guide is intended to be used internally by the company and can be updated to suit different applications.

Keywords: Design guide, design, transformer building

ALKULAUSE

Haluan kiittää Destia Oy:tä siitä, että se mahdollisti tämän opinnäytetyön tekemisen ja Juho Jaakkola siitä, että hän auttoi työn suunnittelussa ja ohjaamisessa. Iso kiitos Eero Frantille, joka kerkesi auttaa projektissa sekä opinnäytetyössä aina kun apua tarvitsi. Lisäkiitokset Juha Niemelälle ja Jouni Rantakalliolle projektissa mukana olosta ja siinä auttamisesta. Haluan kiittää vielä perhettä sekä läheisiä, jotka kannustivat minua työn valmistumisessa.

Oulussa 29.3.2022

Arttu Vesala

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	PROJEKTIKOHDE	9
3	DESTIA OY	10
4	LAIT JA STANDARDIT MUUNTAMORAKENTAMISESSA	11
4.1	Muuntamorakennuksen rakentamisessa käytettävät lait ja asetukset:	11
4.2	Standardit muuntamon rakentamisessa	12
5	VAADITTAVAT TOIMENPITEET SUUNNITTELUVAIHEESSA.....	13
5.1	Kohteen perustiedot	14
5.2	Suunnitelmakuvat.....	14
6	VAADITTAVAT TOIMENPITEET RAKENNUSVAIHEESSA.....	16
6.1	Verkonhaltijan liittymisehdot.....	16
6.2	Rakennuslupa	16
6.3	Sähköliittymissopimus	17
6.4	Liittäminen suurjänniteverkkoon	17
7	TARJOUSKYSELY	18
8	MUUNTAMORAKENNUKSEN TILAT JA RAKENTEET	19
8.1	Sijoitus.....	19
8.2	Muuntamorakennus.....	20
8.3	Kiinteistömuuntamo	21
8.4	Paloturvallisuus	22
8.5	Perustukset	24
8.6	Kaapeleiden asennustila	25
8.7	Kaapeliputkitukset	26
8.8	Kaapeleiden valinta	28
8.8.1	Keskijännitekaapelit	30
8.8.2	Pienjännitekaapelit	31
8.8.3	Kaapelipäätteet	32
8.9	Maadoitukset	33

8.10	Raudoitukset	37
8.11	Kaapelihyllyt	39
8.12	Ilmanvaihto	40
8.13	Lämmitys ja jäähdytys	43
8.14	Ovet ja lukot	45
9	SÄHKÖISTYS.....	48
9.1	Keskijännitekojeistot.....	48
9.1.1	Kaapelit.....	51
9.1.2	Energiamittarit.....	52
9.2	Pienjännitekeskus	53
9.2.1	Pienjännitekeskuksen releasettelut.....	54
9.2.2	Muuntamorakennuksen omakäyttö	56
9.2.3	Valokaarisuojaus.....	57
9.2.4	Valokaarisuojarele	57
9.2.5	Valokaarisuojan keskusyksikkö.....	59
9.2.6	Valokuituanturi	59
9.3	Kiskosilta	61
9.4	Apusähkökeskus	62
9.5	Valvonta-alakeskus	64
9.6	Tuoteluettelo.....	65
9.7	Kilpiluettelo.....	66
10	DOKUMENTOINTI.....	68
11	TURVALLISUUS JA LAATU	69
11.1	Turvallisuussuunnitelma	69
11.2	Laadunvarmistussuunnitelma.....	70
12	YHTEENVETO	72
	LÄHTEET.....	73

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe oli minulla jo tiedossa pidemmän aikaa ja ehdotinkin sitä Destialle, josta näyttettiin vihreää valoa aiheelle. Aihe valikoitui vuoden 2021 kesällä toteutetusta projektikohteesta, jossa sain olla mukana. Projektin aikana tuli useamman kerran mieleen, että mitähän seuraavaksi pitäisi tehdä tai mitä projektissa tapahtuu seuraavaksi, joten päätin tehdä suunnitteluohjeet projektista. Aihe on hyödyllinen seuraaville uusille suunnittelijoille, jotta heille tulisi hyvä käsitys eri työvaiheista ja miten projekti etenee.

Opinnäytetyöni käsittelee muuntamorakennuksen suunnittelua. Työssä käsitellään projektin eri vaiheita aloituksesta lopetukseen. Työssä myös verrataan kiinteistömuuntamon ja muuntamorakennuksen suunnittelussa huomioon otettavia asioita. Työssä käytetään esimerkkeinä projektikohteita, jossa rakennettiin uusi muuntamorakennus.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda toimivat suunnitteluohjeet muuntamorakennuksen suunnitteluun. Työssä annetaan tarkat ohjeistukset ja huomioon otettavat asiat aloitusvaiheesta lopetusvaiheeseen sekä esimerkkikuvia käytetään asian havainnollistamiseen. Työssä tutustutaan muuntamorakennuksen toimintaohjeisiin, tiloihin ja rakenteisiin, sähköistykseen, dokumentointiin, turvallisuus- ja laatusuunnitelmiin sekä lopuksi on yhteenveto.

2 PROJEKTIKOHDE

Projektin kohteena oli korvata erään asiakkaan vanha kiinteistömuuntamo uudella muuntamora-
kennuksella, joka sijoitettiin olemassa olevan kiinteistön ulkopuolelle.

Muuntamora-
kennuksen ulkomitat ovat 6 x 12 m ja pinta-alaltaan noin 72 m². Rakennuksen sisäl-
töön kuuluu kolme keskijännitekojeistoa, pienjännitekeskus (pääkeskus), apusähkökeskus, val-
vonta-alakeskus (VAK), yksi muuntaja sekä toiselle muuntajalle varaustila.

Destia Oy toimi projektissa pääurakoitsijana. Projektissa oli mukana myös useampi aliurakoitsija,
joiden ammattitaitoa hyödynnettiin kohteessa.

3 DESTIA OY

Destia on Suomen suurin infra-alan palveluyksikkö. Destian palveluihin kuuluu väylä-, kunnossapito-, rata-, maa-, kallio-, energia-, kaupunkikehitys- ja asiantuntijapalvelut (1).

Destia kuuluu ranskalaiseen Colas-konserniin vuoden 2021 joulukuusta lähtien, jolloin Colas-konserni osti Destian osakekannan Ahlström Capitalilta. Colas kuuluu maailman johtaviin liikenneinfrastruktuurin rakentajiin ja kunnossapitäjiin. Colasilla on toimintaa 50 maassa ja se työllistää 55 000 henkilöä. Liikevaihto oli vuonna 2020 12,3 miljardia euroa. (1.) Destian liikevaihto oli vuonna 2020 483,4 miljoonaa euroa (2).

Destian nimi syntyi vuonna 2007 ystävänpäivänä ja se otettiin käyttöön vuoden 2008 alussa. Destia on aikaisemmalta nimeltään Tieliikelaitos, jonka juuret yltävät jopa yli 200 vuoden päähän, jolloin Kustaa IV Adolf perusti Kuninkaallisen Suomen Koskenperkausjohtokunnan. (3.)

Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Destian Energiapalvelut liiketoimintaryhmään kuuluvaan jakelu- ja teollisuusverkot (JaTe) yksikön kanssa. JaTe yksikön palveluihin kuuluu sähköverkkojen rakentaminen ja kunnossapito.

4 LAIT JA STANDARDIT MUUNTAMORAKENTAMISESSA

Muuntamon rakentamisessa noudatetaan lakeja, asetuksia, määräyksiä ja standardeja. Rakentamista valvotaan tarkasti, jotta vaatimuksia noudatetaan. Nämä vaatimukset on määritetty sähköturvallisuuslaissa ja sähköturvallisuusmääräyksissä. Rakennusprojekteihin on määrätty omat ulkopuoliset valvojat, jotka valvovat, että työt tehdään hyvin, turvallisesti ja lakia noudattaen.

Standardit määrittävät minimivaatimukset, jotka ovat ammattilaisten luomia ohjeistuksia ohjaamaan mm. toimintaa ja rakentamista erilaisissa työkohteissa. Standardeja noudatetaan yleisesti, mutta näistä voidaan myös poiketa tietyissä tapauksissa ja silloin niistä vaaditaan erillinen selvitys.

Suomessa käytetään pääasiassa maailmanlaajuisia (IEC) ja eurooppalaisia (CENELEC) standardeja. Suomen standardisoimisliitto SFS vahvistaa standardit Suomessa ja Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES valvoo, että turvallisuusvaatimukset täyttyvät standardeissa. (4.)

4.1 Muuntamorakennuksen rakentamisessa käytettävät lait ja asetukset:

Suomessa noudatetaan muuntamorakennuksen rakentamisessa seuraavia lakeja ja asetuksia:

- Sähköturvallisuuslaki 1135/2016
- Sähköturvallisuusasetus 498/1996
- Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016
- Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttäytymisestä 1435/2016
- Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta 1436/2016
- Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden turvallisuudesta 1437/2016
- MRL maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999, 28/2016
- MRA maankäyttö- ja rakennusasetus 895/1999, 119/2016
- Ympäristöministeriön asetus 848/2017 rakennusten paloturvallisuudesta (5).

4.2 Standardit muuntamon rakentamisessa

Suomessa noudatettavat standardit muuntamon rakentamisessa ovat:

- SFS 6000 Pienjänniteasennukset
- SFS 6001 Suurjänniteasennukset
- SFS 6002 Sähköturvallisuus (5).

5 VAADITTAVAT TOIMENPITEET SUUNNITTELUVAIHEESSA

Ennen kohteen suunnittelua pitää selvittää kohteen energiantarve ja huipputeho. Tämän jälkeen otetaan yhteys alueella toimivaan jakeluverkon haltijaan, jolta selvitetään:

- sähkönsiirtohinnot suur- ja pienjännitteellä
- liittymissopimusehdot suur- ja pienjännitteellä
- liittymiskaapelit, poikkipinta, tyyppi, määrä ja kaapelireitti
- muuntamoita koskevat ohjeet
- olemassa olevat sähköliittymät (5).

Näiden toimenpiteiden jälkeen voidaan arvioida kohteen investointikustannukset. Kohteessa tulee vertailla suur- ja pienjänniteliittymän kannattavuutta. Yleensä huipputehon ollessa alle 500 kW on pienjänniteliittymä halvempi, mutta tämä tulee perustella laskelmin. (5.)

Projektikohteen verkon haltijana toimi Oulun Energia Sähköverkot Oy, joten vaaditut toimenpiteet olivat jo tiedossa. Kun rakennetaan toisella paikkakunnalla, jossa on joku muu verkonhaltijana, joudutaan nämä kohdat selvittämään.

5.1 Kohteen perustiedot

Suunnitteluvaiheessa selvitetään kohteesta tarvittavat perustiedot ja tehdään dokumentit:

- muuntamon rakennuspaikka, tulee se olemassa olevaan rakennukseen vai rakennetaanko oma muuntamorakennus tai puistomuuntamo
- sähköiset arvot
- pääkaaviot, mittauspiirikaaviot ja maadoituskaaviot
- mitoitus oikosulkuvirrat ja maasulkuvirrat
- tilantarve
- kojeistojen, pääkeskusten ja muuntajan kuljetustiet
- kulkureitit käyttäjille
- energianmittaus
- paloturvallisuus
- ilmanvaihto
- melu ja magneettikentät (5).

5.2 Suunnitelmakuvat

Muuntamo suunniteltaessa sähkösuunnittelijalle kuuluu seuraavien kuvien luominen:

- asemapiirustus, jossa näkyy kaapelit, kaukolämpö ja muut maanalaiset komponentit
- pääkaavio
- maadoituskaavio sekä maadoituselektrodien sijainti, rakenne ja tarve
- sähköasennuksien pohjakuva, jossa näkyy laitteet ja niiden sijainti (1:50)
- leikkauskuva muuntamorakennuksesta
- kaapelireittikuvat
- selostus kohteen dokumenteista (5).

Tässä projektissa näitä kaikkia kuvia ei luonut Destian sähkösuunnittelija, vaan projektissa oli mukana useampi aliurakoitsija ja heidän osaamistaan hyödynnettiin. Destia tarkisti ja hyväksyi aliurakoitsijoiden dokumentit.

6 VAADITTAVAT TOIMENPITEET RAKENNUSVAIHEESSA

Tässä luvussa selvitetään, mitkä asiat vaaditaan ennen rakennusvaihetta ja rakennusvaiheessa. Nämä kohdat ovat pakollisia, jotta projektia voidaan jatkaa eteenpäin.

6.1 Verkonhaltijan liittymisehdot

Ennen muuntamon rakentamisen aloittamista suunnitteluvaiheessa tulee selvittää seuraavat tiedot kohteesta:

- liittymiskaapeliin asennus ja kytkemisen toteutuminen
- ajankohta (projekti aikataulu)
- mittamuuntajien hankinta, lisäksi niiden tyyppi sekä tarkkuus
- suojaustiedot (releasettelut)
- ohjeistukset muuntamonrakentamisesta (5).

6.2 Rakennuslupa

Ennen maatoimien aloittamista pitää saada kohteeseen rakennuslupa. Rakennuslupa kannattaa hoitaa hyvissä ajoin, koska sen saamiseen menee kesällä yleensä useampi viikko ruuhkan takia. Väliaikaisen rakennusluvan pystyy myös saamaan aikaisemmin, jos kohteessa on kiire. Silloin sen saamiseen vaaditaan annettavaksi vakuuspantti, joka on noin tuhannen euron luokkaa riippuen tietenkin kohteesta. Takausta anotaan kaupungilta ja siihen täytetään erillinen lomake.

Takaukseen tulee täyttää hakijan tiedot, kohteen tiedot, edunsaajan tiedot, määrä ja voimassaoloaika. Takauslomake on tämän työn liitteenä kokonaisuudessaan (liite 1). Liite 1 on salattu julkisesta versiosta, mutta löytyy yrityksen sisäisestä versiosta.

6.3 Sähköliittymissopimus

Muuntamoita rakennuttaessa tulee tehdä sähköliittymissopimus verkonhaltijan kanssa (5). Kiinteistön omistaja on yhteydessä verkonhaltijaan ja täyttää liittymissopimuksen. Sähkösuunnittelijan kannattaa muistuttaa kiinteistön omistajaa, että sopimus tulee tehtyä. Sopimuksen saa tehtyä Oulun alueella Oulun Energian kotisivuilta.

Sopimuksessa täytetään ainakin nämä seuraavat kohdat:

- tilattava liittymä
- kiinteistötunnus
- liittymän osoite
- sähköurakoitsijan yhteyshenkilön sähköpostiosoite
- sähköurakoitsijan nimi, yhteyshenkilö ja puhelinnumero.

6.4 Liittäminen suurjänniteverkkoon

Ennen liittämistä suurjänniteverkkoon tulee rakennuttajan tehdä releasettelut ja mittalaitesennukset. Releet koestetaan, jotta varmistutaan niiden oikein toimimisesta. Koestuksista tehdään pöytäkirjat ja ne lisätään dokumenttikansioon. Liittämisestä suurjänniteverkkoon on sovittu tietty ajankohta, jolloin verkonhaltija kytkee jännitteen muuntamoon. (5.)

7 TARJOUSKYSELY

Tarjouskysely tarkoittaa yleensä tuotteen tai palvelun hinta- ja tuotetietoja. Tarjouskyselyjä tehdään yleensä useampaan yritykseen, kun halutaan säästää rahaa ja saadaan valittua niiden perusteella hinta-laatusuhteeltaan paras tuote ja palvelu.

Tarjouskyselyssä ei ole oikeaa eikä väärää tapaa. Yleensä kysytään haluttua tuotetta ja kuvaillaan, mihin se asennetaan, sen kiireellisyyttä ja tarpeita. Yritys lähettää sähköpostilla yleensä heidän tarjouksensa, josta ilmenee tuote, hinta ja muut erillispalvelut.

Projektikohteessa tehtiin lähes kaikkiin erillispalveluihin tai suurempiin tuotehankintoihin tarjouskysely. Tarjouskyselyjen ansiosta kohteessa säästettiin tuhansia euroja.

8 MUUNTAMORAKENNUKSEN TILAT JA RAKENTEET

Muuntamorakennuksen tilat ja rakenteet -luvussa annetaan ohjeistukset muuntamorakennuksen tila- sekä rakenteellisiin ratkaisuihin. Lisäksi tässä kohdassa verrataan muuntamorakennuksen ja kiinteistömuuntamon eroavaisuuksia.

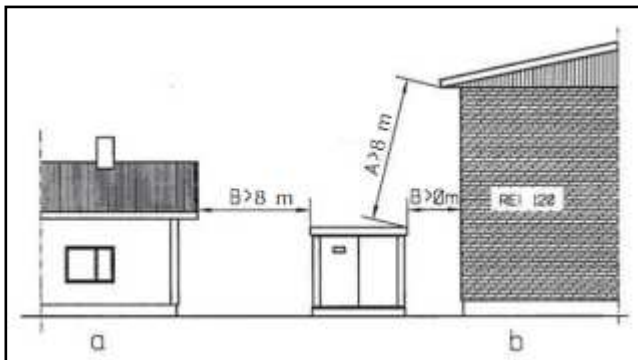
8.1 Sijoitus

Muuntamorakennuksen sijoituksessa tulee ottaa huomioon, onko rakennus sijoitettu lähelle muita rakennuksia tai vanhaa muuntamotilaa sekä kaapelireitit ja rakennuksen ulkonäkö. Lisäksi tulee huomioida mahdolliset rakennuksen alapuolella olevat kaukolämpöputket, kaapelit tai muut rakenteet, jotka voisivat olla haitalla.

Kaupungilta tilataan rakennuksen nurkkapisteiden merkkkaus.

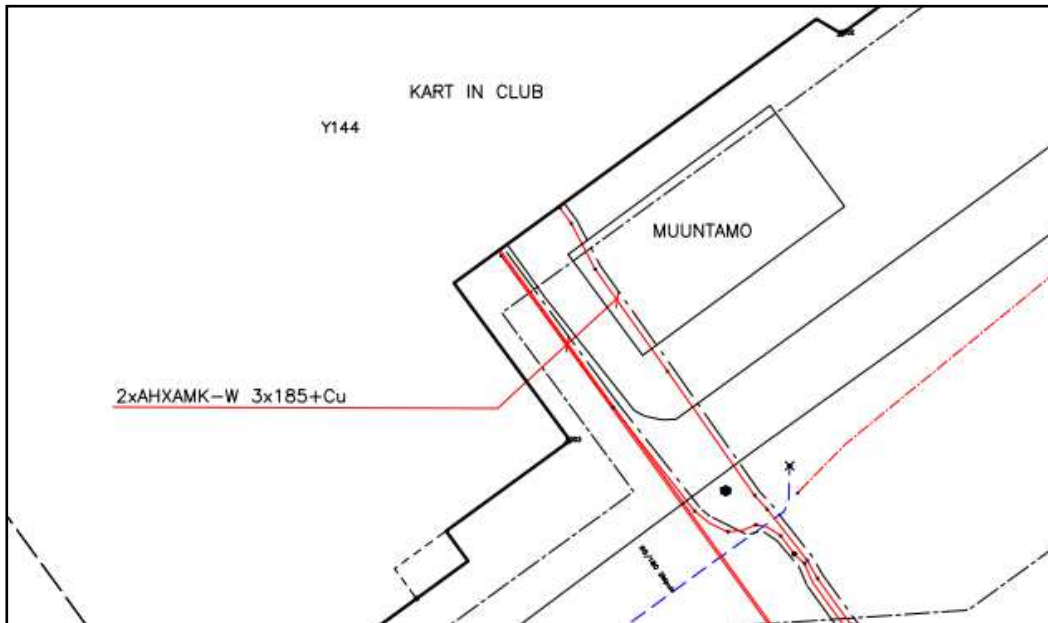
Tämän projektin muuntamorakennus on sijoitettu asiakkaan nykyisen kiinteistön viereen ulos vanhan muuntamotilan läheisyyteen ja sillä korvataan vanha muuntamotila. Sijoituspaikan hyviä puolia ovat lyhyet kaapelivedot, sijainti lähellä palvelevia kiinteistöjä ja helppo kulku kohteeseen.

Muuntamorakennuksen vähimmäisetäisyys rakennuksesta, jolla on heikko palonkestävyys, on 8 metriä ja rakennuksesta, jolla on riittävä palonkestävyys (REI 120), se on yli 0 metriä (kuva 1). ST-kortissa 53.11, s. 7 on lisää aiheesta. (5).



KUVA 1. Muuntamon etäisyys muista rakennuksista (5)

Muuntamorakennuksesta tehdään AutoCAD suunnitelmakuva (kuva 2), josta ilmenee rakennuksen sijainti, lähellä olevat sähkökaapelit, kaukolämpöputket ja muut rakennukset.



KUVA 2. Muuntamorakennuksen sijoituskuva

8.2 Muuntamorakennus

Muuntamorakennus on rakennus, johon sijoitetaan sähkönjakelulaitteita (kuva 3). Rakennuksen keskeisimmät laitteet ovat muuntaja, kojeisto, pienjännitekeskus ja apusähkökeskus.

Muuntamorakennus on nykyään yleisesti käytetty, kun tarvitaan paljon tilaa sähkönjakelulaitteille. Suunnitteluvaiheessa voidaan vaikuttaa paljon sen rakenteellisiin ratkaisuihin ja lisäksi voidaan tehdä tilavaraus tulevaisuuden tarpeita varten.



KUVA 3. Muuntamorakennus

8.3 Kiinteistömuuntamo

Kiinteistömuuntamo on kiinteistön sisälle sijoitettu muuntamo. Muuntamo sijaitsee yleensä rakennuksen teknisessä tilassa tai kellarissa. Kiinteistömuuntamo ja puistomuuntamo ovat lähes samoja, mutta sijoituspaikka on eri ja kiinteistömuuntamossa voidaan tehdä muutakin toimintaa jännitteen muuntamisen lisäksi (6). Kiinteistömuuntamo on lähtökohtaisesti haastavampi suunnitella kuin muuntamorakennus, koska tilat ovat yleensä paljon pienemmät ja joissakin kohteissa muuntamoon on haastava kulkea.

Suunnittelijan on otettava erityisesti huomioon kiinteistömuuntamoa suunniteltaessa:

- tilantarve
- kuljetusreitit
- käyttöhenkilöstön kulkureitit
- rakennuksen palotekniset määräykset
- ilmanvaihto
- valokaarioikosulku (6).

Kiinteistömuuntamo on samankaltainen suunnitella kuin muuntamorakennus, mutta edellä luetellut kohdat joudutaan ottamaan tarkemmin huomioon, jotta suunnittelu toteutuisi onnistuneesti.

8.4 Paloturvallisuus

Ympäristöministeriön asetuksessa 848/2017 on esitetty rakennusten paloturvallisuudesta. Rakennuksen palokuormaryhmä määräytyy sen käyttötarkoituksesta tai palokuormasta. ST-kortissa 11.56 on lisää aiheesta. (5.)

Rakennukseen sijoitettuun muuntamolle on annettu rakennusteknisiä ohjeita, jotka ovat muun muassa:

- Sähkötilan ovet pitää pystyä avaamaan sisältä ulospäin ilman avainta, työkalua tai jotakin muuta laitetta. Sähkötilan oviin yleensä laitetaan turvakahva, joka on noin metrin korkea kahva, jota painettaessa ovi aukeaa helposti ja nopeasti.
- Oville on määritetty palonkestävyysaika, joka on vähintään 60 minuuttia. Ulos aukeaville oville riittää, että ne eivät ole palonarkaa materiaalia.
- Ovien avautumissuunta on aina ulospäin. Ovissa on oltava kahvat sisä- ja ulkopuolella ja lisäksi mekaaninen lukko. Ovien lukkojen sarjoitus sovitaan tilaajan ja verkonhaltijan kanssa.
- Valaisimet sijoitetaan siten, että niiden huoltotoimenpiteet voidaan vian sattuessa hoitaa turvallisesti ja valaisimien kytkimet asennetaan ovien viereen. (5.)

Muuntamorakennusprojektissa rakennuksen seinän paloluokka oli EI30. EI30 tarkoittaa sitä, että seinän pintojen tulee palotilanteessa säilyttää tiiviytensä ja eristävyytensä 30 minuutin ajan. Paloluokkaan vaikuttavat mahdolliset lähellä olevat muut rakennukset. (7.)

Rakennuksen palolaitteistoihin kuuluvat ohjeet palon tai sähkötapaturman sattuessa, poistumistievalaisin, turvakahva, palovaroittimet, sireeni ja palohälytysnappi (kuva 4).



KUVA 4. Muuntamorakennuksen paloturvallisuus

8.5 Perustukset

Muuntamorakennukselle tehdään perustukset maatoiden yhteydessä. Perustuksissa on tärkeää huomioida tukipilareiden paikat siten, että ne tukevat raskaita kuormia esim. muuntaja, kojeisto, pääkeskus ja apusähkökeskus.

Maatyö- ja perustustyöryitykset tulee hyväksyttää tilaajalla ennen töiden aloittamista.

Projektikohteessa muuntamorakennukselle asennettiin tukipilareita kolme kappaletta ja ne sijoitettiin tasaisin välimatkoin (kuva 5). Tukipilarien päälle tuli kiinnityslevyt kokoa 200 x 300.

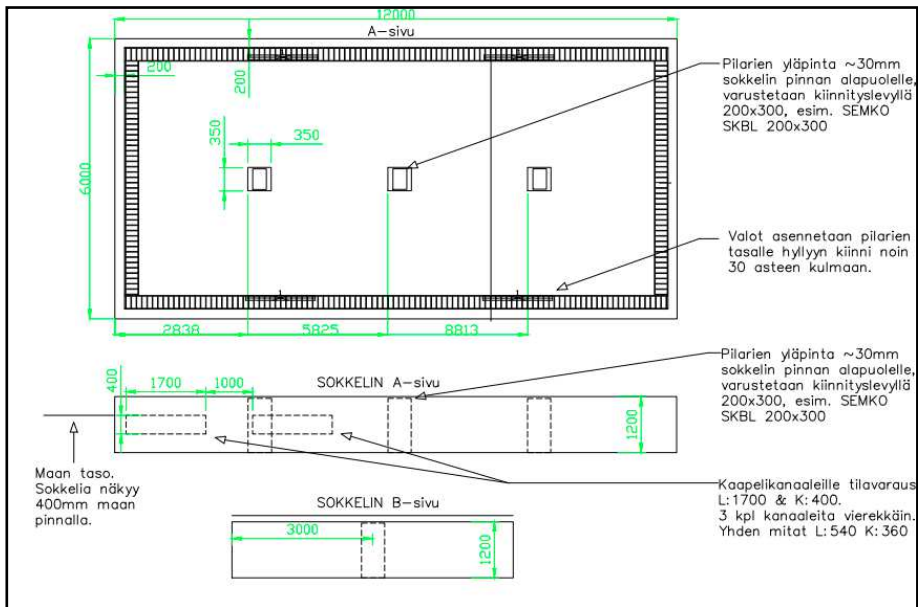
Perustuksissa tulee myöskin ottaa huomioon putkitusreitit, jotka voidaan tehdä rakennusvaiheessa, ettei tarvitsisi jälkeinpäin porata reikiä, jotka tuottavat lisäkustannuksia (kuva 10).



KUVA 5. Perustukset

Kohteen perustuksista piirretään suunnitelmakuva AutoCAD-ohjelmalla (kuva 6), jossa näkyy:

- tukipilareiden paikat
- sokkelin mitat
- kaapeleiden läpiviennit
- tarvittaessa hyllyt sekä valaisimet.

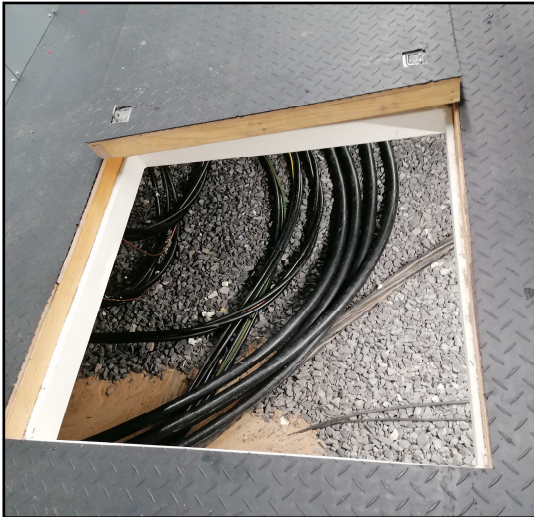


KUVA 6. Perustuksien AutoCAD-kuva

8.6 Kaapeleiden asennustila

Perustuksien suunnitteluvaiheessa otetaan huomioon sen korkeus, jotta kaapeleiden asennustilaan jää riittävästi tilaa ja siellä pystytään tarvittaessa vielä työskentelemään. Rakennuksen suunnitteluvaiheessa pitää muistaa kulkuluukun sijoittaminen, josta päästään sähkötilasta kaapeleiden asennustilaan (kuva 7).

Projekti kohteessa kaapeleiden asennustilaan jätettiin korkeutta 1200 millimetriä. Kaapeleiden asennustilaan kannattaa suunnitella valaistus, jotta jälkepäin siellä pystytään työskentelemään ilman erillisiä valaisimia (kuva 5).



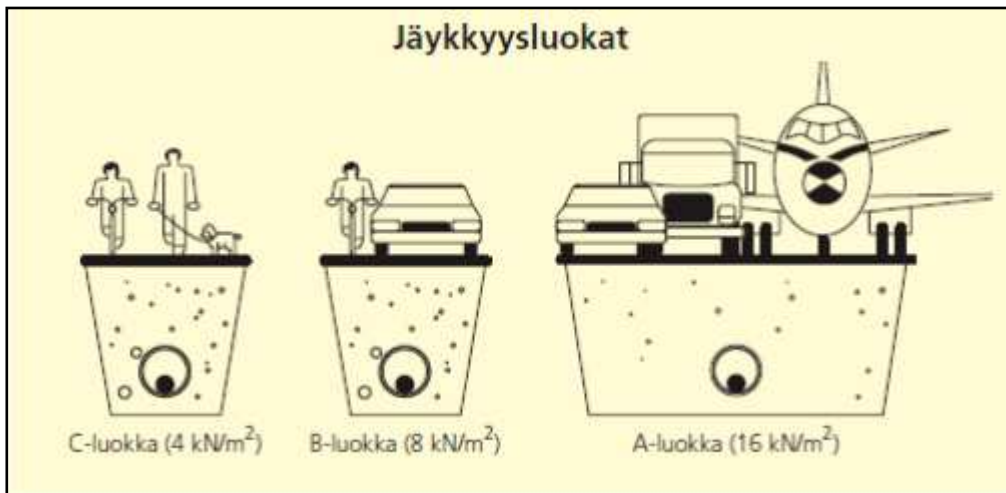
KUVA 7. Kulkuluukku kaapelitilaan

8.7 Kaapeliputkitukset

Kaapeleita asennettaessa huomioidaan maasto, mihin se asennetaan ja putkituksien tarpeellisuus. Nykyään lähes kaikki kaapelireitit putkitetaan. Putkituksien hyviä puolia ovat muun muassa kaapelien suojaaminen, kaapelien jälkeempään lisääminen ilman kaivuuta ja mahdollisuus eritellä sähkö- ja tietoliikennekaapelit. Kaapelisuojausputket ovat yleensä valmistettu muovista.

Standardissa SFS5608 jaetaan kaapelisuojausputket eri luokkiin rengasjäykkyyden perusteella (kuva 8):

- A=raskas käyttö (liikennöidyt alueet) rengasjäykkyys $\geq 16 \text{ KN / m}^2$
- B=keskiraskas käyttö (kevyen liikenteen alueet) rengasjäykkyys $\geq 8 \text{ KN / m}^2$
- C= kevyt käyttö (alueet, joissa ei liikennettä) rengasjäykkyys $\geq 4 \text{ KN / m}^2$ (8).



KUVA 8. Kaapelisuojauputkien rengasjäykkyydet (8)

Kohteeseen kannattaa lisätä noin 20 - 30% ylimääräisiä suojauputkia, jos myöhemmin kohteeseen tarvitsee lisätä kaapeleita.

Suunnitteluvaiheessa tulee myös ottaa huomioon läpiviennit, mihin putkitukset tulevat. Läpivientejäkin kannattaa tehdä samalla 20 - 30% ylimääräisiä kaapelinsuojauputkille (kuva 9).



KUVA 9. Kaapeleiden läpiviennit

Projektikohteessa käytettiin Pipelifen kaksikerrosrakenteisia keltaisia 110 x 98 A 6 m:n tiiviisteellä varustettuja suojaputkia ja 140/122 A 6 m:n suojaputkia. Nämä suojaputket on tarkoitettu sähköverkon rakentamiseen. Putki on kaksikerrosrakenteinen. Se on valmistettu polyeteenimuovista ja sen ulkopinta on aallotettu ja sisäpinta on sileä. (9.) Kohteeseen tehtiin 30% suojaputkivarauksia (kuva 10).



KUVA 10. Kaapeliputkitukset

8.8 Kaapeleiden valinta

Kaapeloinnit tehdään kustannustehokkaasti eli huomioidaan lyhimät reitit, kaapelityypit ja olemassa olevien kaapelien hyödyntäminen.

Uusien kaapeleiden ja johtimien valinnassa tulee noudattaa siihen annettuja vaatimuksia, jotka ovat:

- Kaapeleiden ja johtimien rakenne. Suomessa voidaan käyttää suomalaisten standardien mukaisia kaapeleita, lisäksi voidaan käyttää kansainvälisten ja muiden kansallisten standardien kaapeleita ja johtimia ottaen huomioon standardin SFS 6000 vaatimukset ja lisäksi kaapelin valmistajan ohjeet.
- Nimellisjännite. Kaapelin nimellisjännitteen on oltava korkeimman käyttöjännitteen mukainen.
- Tunnistaminen. Kaapelien ja johtimien tunnistamiseen on annettu ohjeet standardissa SFS 6000 kohdassa 514.
- Poikkipinnat. Standardissa SFS 6000 taulukossa 52–5 on annettu johtimien vähimmäispoikkipinta-vaatimukset. Poikkipintaa määrittäessä on huomioon otettava suurin sallittu lämpötila, oikosulkukestoisuus, virtapiirin suurin impedanssi, jännitteenalenema ja mekaaniset rasitukset.
- Ulkoiset tekijät ja asennusolosuhteet. Noudatetaan valmistajan antamia ohjeita ja otetaan huomioon kaapelin käyttölämpötilat. Kaapelille on annettu lisäksi valmistajan ohjeissa sallitut asennustavat, taivutussäde ja suurin sallittu asennusvetovoima. (10, s. 194.)

Suunnittelijan on hyvä tehdä kohteesta kaapeliluettelo, johon merkitään sen tyyppi, pituus ja hinta. Tästä nähdään sitten, mitä on tilattu kohteeseen ja voidaan varmistua siitä, että kaikki kaapelit ovat tulleet.

Kohteesta tehdään myös kaapelinvetolista asentajille, jotta heidän työnsä helpottuisi. Kaapelinvetolistassa tulee näkyä kaapelin merkintä, laji, pituus, mistä kaapeli vedetään, mihin se vedetään, piirustusnumero ja lisätiedot (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Kaapelinvetolista

Merkintä	Laji	Pituus	Mistä	Mihin	Piir.nro	Huom.
W54: A1JK1 - A3Q3	MCMO 13x2,5+2,5	25	A1JK1	Erot. A3Q3		
W55: A1JK1 - A3Q3	MCMK 2x2,5+2,5	25	A1JK1	Erot. A3Q3		AC
W56: A1JK1 - A3Q3	MCMK 2x2,5+2,5	25	A1JK1	Erot. A3Q3		Ohjaus
W57: A1JK1 - A3Q93	MCMO 13x2,5+2,5	25	A1JK1	Erot. A3Q93		
W58: A1JK1 - A3Q93	MCMK 2x2,5+2,5	25	A1JK1	Erot. A3Q93		AC
W59: A1JK1 - A3Q93	MCMK 2x2,5+2,5	25	A1JK1	Erot. A3Q93		Ohjaus
W60: A1JK1 - UKL3 Pääte	MCMK 2x2,5+2,5	30	A1JK1	UKL3 Pääte		Häilytys
W61: A1JK1 - UKL1 Pääte	MCMK 2x2,5+2,5	30	A1JK1	UKL1 Pääte		Häilytys
W62: OT1 - A1JK1	MCMO 13x2,5+2,5	50	OT1	A1JK1		
W63: OT1 - A1JK1	MCMO 13x2,5+2,5	50	OT1	A1JK1		
W64: TAK1 - OT1	MCMK 4x1,5+1,5	10	TAK1	OT1		
W65: S1B6 - OT1	MCMK 4x6+6	70	S1B6	OT1		Virta
W66: S1B6 - OT1	MCMK 2x6+6	70	S1B6	OT1		Jännite
W67: S1B6 - OT1	MCMO 13x2,5+2,5	70	S1B6	OT1		Ohjaus
W.68						
W69: S1C3 - OT1	MCMK 4x6+6	20	S1C3	OT1		Virta
W70: S1C3 - OT1	MCMK 4x6+6	20	S1C3	OT1		Virta
W71: S1C10 - OT1	MCMK 2x6+6	20	S1C10	OT1		Jännite
W72: S1C3 - OT1	MCMO 13x2,5+2,5	20	S1C3	OT1		Ohjaus

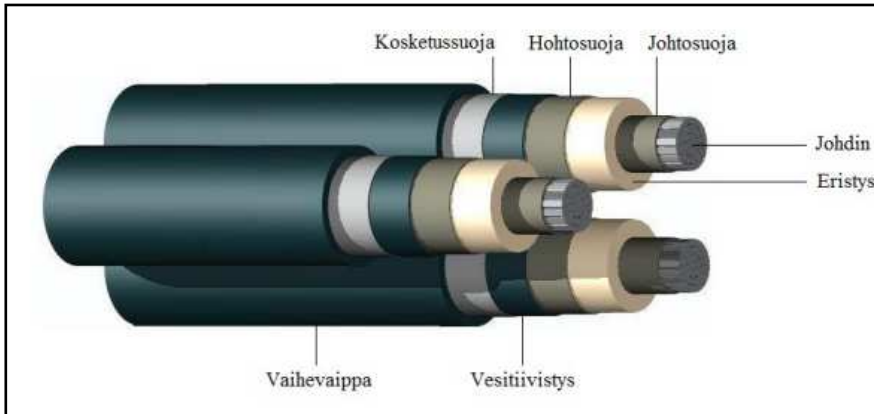
8.8.1 Keskijännitekaapelit

Keskijännitekaapelit toimivat yli 1 kV:n jännitteellä, mutta enintään 36 kV:n jännitteellä. Keskijännitekaapeleita käytetään yleensä jakeluverkossa, kojeiston ja sähkökeskuksen välisenä kaapelina sekä muuntajan tulopuolella.

Yleisin kaapeli, jota käytetään keskijännitekaapelina, on Wiski®-tuoteperheen kaapelit esimerkiksi AHXAMK-W. Wiski-kaapelia pystytään käyttämään lähes missä vain sen monipuolisuuden ansiosta. Wiski-kaapeli on vesitiivis, edullinen, helppo asentaa ja sillä on pitkä käyttöikä, jonka ansiosta se on niin suosittu.

Keskijännitekaapelin johtimien materiaali on alumiinia tai kuparia. Alumiinia käytetään yleensä johtimien suurilla poikkipinta-aloilla. Alumiini on kevyempää ja edullisempaa materiaalia verrattuna kupariin.

Kuva 11 havainnollistaa keskijännitekaapelin rakenteen.



KUVA 11. Keskijännitekaapelin rakenne (11)

8.8.2 Pienjännitekaapelit

Pienjännitekaapelit toimivat alle 1000 V:n vaihtojännitteellä ja alle 1500 V:n tasajännitteellä. Pienjännitekaapeleita käytetään pääsääntöisesti pääkeskuksen, sähkökeskuksen ja sähkölaitteiden välisenä kaapelina. Yleisimmät pienjännitekaapelit ovat MMJ-, MCMK- ja AMCMK-kaapelit.

Pienjännitekaapelit ovat yleensä materiaaliltaan kuparia pienillä poikkipinta-aloilla ja alumiinia silloin, kun poikkipinta-ala suurenee.

Kuva 12 havainnollistaa MCMK-maakaapelin rakennetta. Kaapelin rakenteeseen kuuluu muovieristys, konsentrinen kuparijohdin (toimii myös maadoituksena), muovivaippa ja johtimet.



KUVA 12. MCMK-maakaapeli (12)

8.8.3 Kaapelipäätteet

Kaapelin päätte on nimensä mukaisesti kaapelin loppupäähän asennettava päätte, jolla saadaan kaapeli yhdistettyä esim. muuntajaan, kojeistoon ja pienjännitekeskukseen. Kaapelin päätteitä on monta erilaista mallia, jonka takia täytyy olla tarkkana, että arvot ovat oikeat laitteistoon. Huomioon otettavia asioita kaapelin päätteen valinnassa ovat:

- jännitetaso
- virta
- käyttöpaikka (ulkokäyttö vai sisäkäyttö)
- koko
- malli (suora tai kulmapäätte)
- 1-johdin tai 3-johdin kaapelille sopiva.

Projektikohteessa käytettiin Nexans Euromold 20 kV:n kulmapistokepäätteitä (kuva 13). Päätteitä käytettiin kojeiston Wiski-kaapeleissa sekä muuntajan tulopuolen kaapelissa.



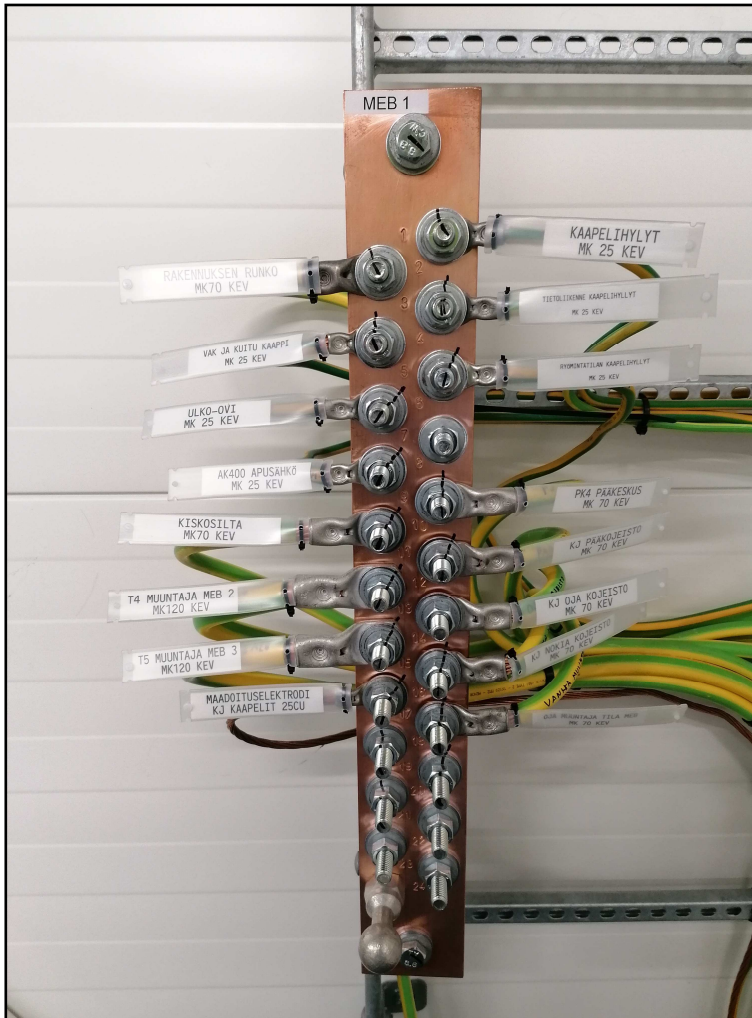
KUVA 13. Kulmapistokepäätte (13)

8.9 Maadoitukset

Maadoitusten tärkein tehtävä sähköturvallisuuden kannalta on rajoittaa vian sattuessa ilmeneviä kosketusjännitteitä ja askelejännitteitä. Maadoituksen tarkoituksena on myös estää vaarallisten jännitteiden siirtymistä järjestelmästä toiseen, vuotovirtoja, kipinöiden syntymistä, valokaarien syntymistä ja mahdollistaa toimintaedellytykset maasulkusuojaukselle ja vikasuojaukselle. (10.)

Liittymässä, jossa on muuntamo, tulee toteuttaa lisäksi suurjännitejärjestelmän maadoitus (kuva 14). Ohjeet maadoitusjärjestelmän toteutukseen ovat:

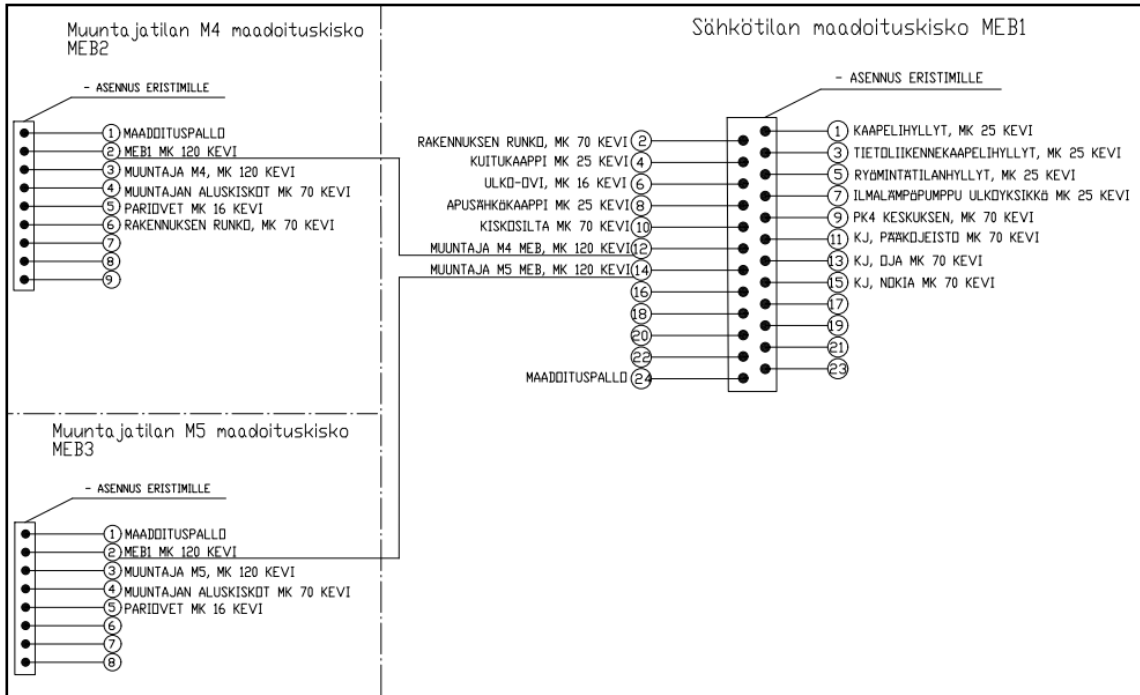
- Suurjänniteliittymässä käytetään yhteistä maadoitusta ja voidaan käyttää samaa maadoituselektrodia.
- Käytetään perustusmaadoituselektrodia.
- Maadoitus pitää tehdä useammassa kohdassa esim. muuntamon maadoituselektrodi ja suurjännitekaapelin mukana tuleva maadoitusköysi.
- Maadoituselektrodit kytketään yhteen päämaadoituskiskossa tai yhdistämällä päämaadoituskiskot yhteen suojajohtimella.
- Kaikki johtavat osat tulee liittää päämaadoituskiskoon.
- Kaikki laitteet tulee liittää päämaadoituskiskoon.
- Jos tila on suuri, voidaan käyttää useampaa päämaadoituskiskoa, jotka yhdistetään keskenään.
- Päämaadoituskiskossa on hyvä olla maadoituspallo.
- Kaikki kaapelit merkitään.
- Päämaadoituskisko sijoitetaan keskeiselle paikalle, jotta kaapelivedot olisivat mahdollisimman lyhyet.
- Päämaadoituskisko nimetään MEB 1, 2, 3 jne.
- Maadoituksista piirretään kuvat AutoCAD ohjelmalla.



KUVA 14. Päämaadoituskisko, MEB1

AutoCAD-ohjelmalla piirretyistä kuvista tulee selvitä (kuva 15):

- sijainti
- päämaadoituskiskot MEB ja niiden numerointi MEB 1, 2, 3 jne.
- suojajohtimien nimeäminen ja koko
- maadoituskiskon paikkojen numerointi
- kohde.



KUVA 15. AutoCAD-kuva maadoituksista

Maadoituskaapeloinneista tehdään lisäksi kaapelinvetolista, jossa kerrotaan, mistä ja minne kaapeli vedetään, sen koko ja arvioitu pituus (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Maadoituskaapelien vetolista

Mistä	KOHDE		
	Minne	Pituus/m	Koko/mm2
MEB1	Kaapelihyllyt	5	25
MEB1	Rakennuksen runko	5	70
MEB1	Tietoliikennekaapelihyllyt	7	25
MEB1	Kuitukaappi	10	25
MEB1	Ryömintätilanhyllyt	2	25
MEB1	Ulko-ovi	15	16
MEB1	Ilmalämpöpumppu ulkoyks.	3	25
MEB1	Apusähkökaappi	10	25
MEB1	PK4 Keskus	15	70
MEB1	Kiskosilta	12	70
MEB1	KJ, Pääkojeisto	12	70
MEB1	Muuntaja M4 MEB2	9	120
MEB1	KJ, Oja	10	70
MEB1	Muuntaja M5 MEB	11	120
MEB1	KJ, Nokia	8	70
MEB2	Muuntaja M4	4	120
MEB2	Muuntaja aluskiskot	4	70
MEB2	Pariovet	3	16
MEB2	Rakennuksen runko	4	70
MEB3	Muuntaja M5	4	120
MEB3	Muuntaja aluskiskot	4	70
MEB3	Pariovet	3	16

Jos muuntamorakennuksen kaapelitilassa on tarpeeksi tilaa, kannattaa maadoituskaapeleille tehdä kaapelihyllyt sinne ja sen kautta saadaan helposti vedettyä kaapelit.

Projektikohteessa rakennettiin maadoitushyllyt kaapelitilaan rakennuksen ympäri. Maadoitushyllyjen kooksi valikoitui 200 mm leveä keskiraskas hylly (kuva 16).



KUVA 16. Kaapelihyllyt kaapelitilassa

8.10 Raudoitukset

Muuntamorakennukseen tulee suunnitella tukiraudoitukset kannattelemaan raskaita kuormia. Rakennuksen valmistaja toteuttaa raudoitukset ja kantavuuslaskelmat, mutta kojeistoille, pääkeskusk-selle ja muuntajille tarkoitetut tukiraudoitukset suunnittelee sähkösuunnittelija.

Kojeistojen ja pääkeskuksen raudoituksissa otetaan huomioon tukirautojen paikat siten, että ne eivät tule aukotusten eteen vaan tukevat keskusten liitoskohdissa sekä etu- ja takalaidassa. Oikeat paikat saadaan määritettyä kojeiston ja pääkeskuksen layout-kuvasta, jossa näkyy ulkomitat ja lii-toskohdat.

Projektikohteessa käytettiin kojeistojen ja pääkeskuksen liitoskohdissa 50 x 50 mm:n tukirautoja. Etu- sekä takalaidassa käytettiin 100 x 100 mm:n tukirautoja. Näillä toimenpiteillä saadaan luotua vankka ja tukeva pohja kojeistoille sekä pääkeskukselle (kuva 17).



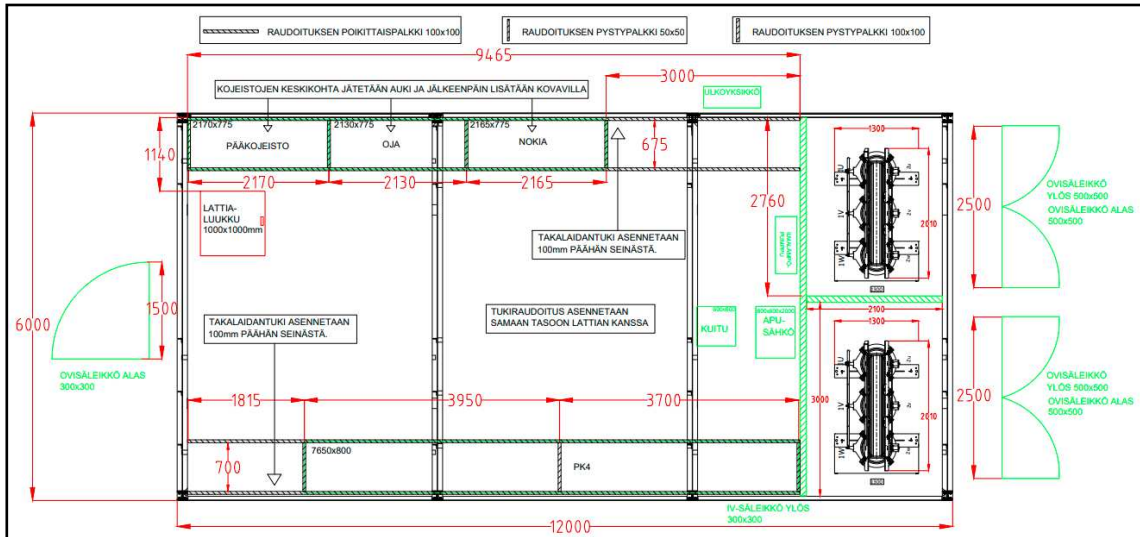
KUVA 17. Raudoitukset

Muuntajalle lisättiin jälkepäin omat U-palkit renkaiden alle, koska muuntajan voi asennusvaiheessa siirtää sitä pitkin paikalleen ja se tukee muuntajan raskasta kuormaa (kuva 18).



KUVA 18. Muuntajan tuki U-palkit

Suunnitelmakuvat tehdään AutoCAD-ohjelmalla ja sen jälkeen hyväksytetään tilaajalla (kuva 19).



KUVA 19. Suunnitelmakuva raudoituksista

8.11 Kaapelihyllyt

Kaapelihyllyjen suunnittelu tehdään AutoCAD-ohjelmalla. Ennen piirtämistä suunnitteluvaiheessa täytyy ottaa huomioon reittivalinnat ja rakennuksen muut rakenteet esim. ilmanvaihto, tukirakenteet ja korkeus. (14.) Reittivalinnassa suositellaan mahdollisimman lyhyttä reittiä, että materiaalikustannukset olisivat mahdollisimman alaiset.

Kaapelihyllyjen valinnassa tulee ottaa huomioon kohteen olosuhteet, millaisille kaapeleille se tehdään ja kaapelihyllyn kantavuus. (14.)

Sähkökaapeleille ja tietoliikennekaapeleille suositellaan tekemään omat kaapelihyllyt, ettei sähkömagneettisia häiriöitä (EMC) syntyisi.

Tilaaaja määrää kaapelihyllyjen tyyppin. Tässä kohteessa hyllyinä käytettiin keskiraskaita hyllyjä, kokoa 200 mm ja 400 mm (kuva 20).



KUVA 20. Kaapelihyllyt

8.12 Ilmanvaihto

Rakennukseen sijoitetulle muuntajalle tulee tehdä oma ilmanvaihto ja sille on asetettu omia vaatimuksia. Lisää vaatimuksia on ST-kortissa 53.11 Kuluttajamuuntamot. (5.)

Vaatimukset ovat muun muassa:

- Ilman tulee olla mahdollisimman raikas ja pölytön esim. ulkoilma.
- Ei saa johtaa muista ilmanottokanavista.
- Tuloilma-aukko tulisi sijoittaa mahdollisimman alas muuntajatilaa, että ilmanvaihto toimisi tehokkaasti ja jäähdyttäisi muuntajan alaosa.
- Ilmanottoaukot tulee suojata säleiköllä, ettei vieraita esineitä tai pölyä pääse tilaan ja säleiköstä ei saa tulla vesi sisään. Säleikköön suositellaan suodatinkangasta, ettei pöly pääse sisälle ja ilma olisi mahdollisimman puhdasta.
- Ilmanottoaukon läheisyydessä ei saa olla palavia materiaaleja.
- Koneellisen ilmanvaihdon tulee poistaa taulukon 3 mukainen ilmamäärä. (5.)

TAULUKKO 3. Koneellisen ilmanvaihdon poistettava määrä (5)

Muuntajateho kVA	Poistettava ilmamäärä [m ³ /h]	
	Dt = 20 °C	Dt = 10 °C
800	1200	2300
1000	1400	2800
1250	1600	3100
1600	1900	3900

Dt = tulo- ja poistoilman lämpötilan erotus

Projektikohteen muuntajatiloiissa on poistoilmahuuhaltimet, jotka toimivat poistoilmalaitteina (kuva 22). Lattian rajassa olevat IV-släleiköt tuovat raittiin ilman tilaan (kuva 21). Sähkötilassa ilmanvaihtolaitteena toimii ilmalämpöpumppu sekä IV-säleikkö.



KUVA 21. Muuntajatilän ilmanvaihtosäleiköt



KUVA 22. Muuntajatilän poistoilmapuhallin

Muuntajalla on lisäksi omat jäähdytyspuhaltimet, jotka sijaitsevat muuntajan alalaidassa (kuva 23). Puhaltimet saavat viileän ilman oven alalaidassa olevasta ilmanvaihtosäleiköstä ja puhaltavat kuumaa ilmaa ylöspäin, josta poistoilmapuhallin poistaa kuumaa ilmaa ulos rakennuksesta.



KUVA 23. Muuntajan jäähdytyspuhaltimet

8.13 Lämmitys ja jäähdytys

Rakennukselle tulee tehdä lämmitys- sekä jäähdytystoimenpiteet, jotta sähkölaitteet toimisivat niille annetuilla lämpötila-arvoilla. Rakennuksen lämpötila pidetään yleensä noin 20 asteessa.

Projektikohteen sähkötilan lämmitys toteutettiin käyttämällä kahta sähkölämmittintä (kuva 24) ja ilmalämpöpumpua. Sähkölämmittimen koon saa määritettyä laskemalla ensin kohteen lämmitettävä pinta-ala ja kertomalla se noin 60 W:lla / m². Lämmittimien kooksi valikoitui 750 W. Muuntajaitiloissa on lämmittimille varauksena pistorasiat. Sähkölämmittimien valintaan vaikuttavat myös kohteen sijainti ja rakennusmateriaalit.



KUVA 24. Lämmitin

Ilmalämpöpumppu toimii kohteessa myös jäähdytysmuotona (kuva 25). Ilmalämpöpumppu valikoitui jäähdytysmuodoksi sen takia, koska rakennusta verrattiin samankaltaisiin kohteisiin, joissa jäähdytysmuotona toimi poistoilmahuuhallin tai säleikkö ja niissä lämpötilat nousivat kesällä korkeiksi, joten järkevä ratkaisu oli asentaa ilmalämpöpumppu. Ilmalämpöpumpulla saadaan varmistettua, että lämpötila pysyy tasaisena.



KUVA 25. Ilmalämpöpumpun sisäyksikkö

8.14 Ovet ja lukot

Muuntamorakennuksen sähkötilan oville on annettu ohjeistuksia ST-kortissa 53.11. Tärkeimmät vaatimukset ovat:

- Sähkötilojen ovesta tulee olla mahdollisuus poistua ilman avainta tai muuta työkalua.
- Ovien palonkestävyys tulee olla minimissään 60 min. Suoraan ulos aukeaville oville riittää, että ne ovat palonkestävää materiaalia.
- Ovet tulee olla varustettu kahvoilla molemmilta puolilta.
- Ovessa tulee olla mekaaninen lukko ja sen sarjoittamisesta sovitaan verkonhaltijan ja tilaajan kanssa.
- Ovessa pitää olla standardin SFS-EN ISO 7010 mukainen varoituskilpi, jossa varoitetaan sähköiskusta ja lukee ”hengenvaara” (kuva 26).
- Jos ovi on kaksiosainen, tulee toisessa osassa olla hätäsalpa avausta varten. (5.)



KUVA 26. Sähkötilan ovi

Kuvassa 27 on vaatimusten mukainen turvakahva asennettuna sähkötilan oveen.

Lukon sarjoittamisesta voidaan sopia verkonhaltijan ja tilaajan kanssa siten, että mekaaniseen lukkoon sopii kaksi avainta tai jos se ei ole mahdollista, voidaan käyttää rakennuksessa putkilukkoa, johon on avain laitettu.



KUVA 27. Turvakahva

9 SÄHKÖISTYS

Sähköistyksessä keskitytään laitteiden ominaisuuksiin, toimintaan, kaapelointiin ja ohjeisiin.

Sähköistysluvussa annetaan ohjeet keskijännitekojeistoihin, releasetteluihin, energiamittareihin, pienjännitekeskukseen, omakäyttöön, valokaarisuojaukseen, kiskosiltaan, apusähkökeskukseen, valvonta-alayksikköön, tuoteluetteloon ja kilpiluetteloon.

9.1 Keskijännitekojeistot

Keskijännitekojeistojen rakenteeseen kuuluu kytkentä-, suojaus-, ohjaus- ja valvontalaitteita (kuva 28). Keskijännitekojeistoja käytetään sähkönjakelussa sekä sähköverkkojen solmukohdissa, joissa tarvitaan erotusta, katkaisua, suojausta ja ohjausta. (15.) Kojeistolla saadaan erotettua tai katkaistua sähkönsyöttö tiettyyn kohteeseen. Kojeistossa on suojareleet, joilla saadaan vaaralliset jännitteet ja virrat katkaistua, etteivät ne rikkoo laitteita. Kojeistojen kautta saadaan myös ohjattua väliaikaisesti syöttöjä eri kohteisiin, jos kohteessa tehdään huoltoa. Tämä on tärkeä hyöty, jos kohteesta ei saa katkaista sähkönsyöttöä.

Keskijännitekojeistoja on erityyppisiä, jotka jaetaan eri luokkiin eristysaineen perusteella, jotka ovat yleensä ilmaeriste, kaasueriste tai tyhjiöeriste. Lisäksi keskijännitekojeistojen kalustustavat jaetaan kahteen luokkaan, jotka ovat ulosvedettävät eli vaunukojeistot ja kiinteillä kalusteilla varustetut kojeistot. (15.)



KUVA 28. Keskijännitekojeistot

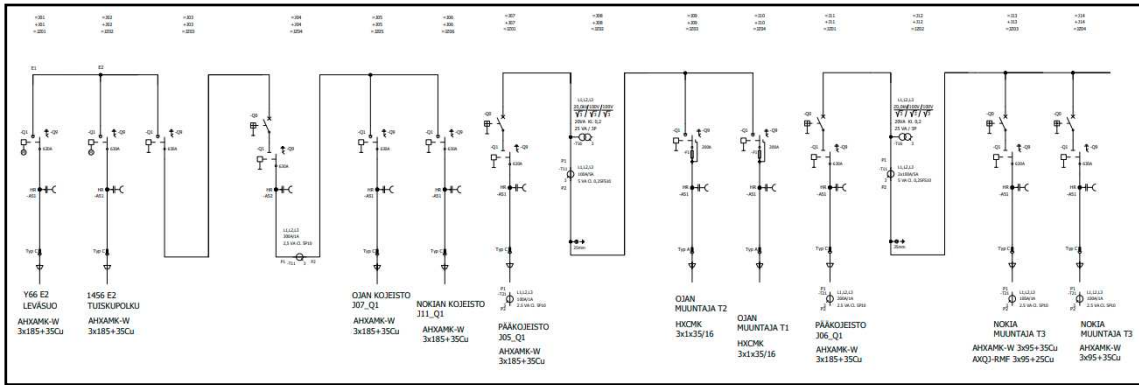
Projektikohteessa keskijännitekojeistoksi valikoitui kaasueristeinen ja kiinteillä kalusteilla varustetut kojeistot (kuva 29).



KUVA 29. Keskijännitekojeisto

Sähkösuunnittelijan tehtävät kojeistossa ovat:

- pääkaavion ja piirikaavion tarkistukset, muokkaukset ja lisäykset
- pääkaaviokuvan luominen, johon on sisällytetty kaikki kojeistot ja kaapelit (kuva 30)
- virtamuuntajien valinta
- kojeistojen nimeäminen
- releasettelut
- relekojeistajan punakynäkuvien muokkaaminen
- kaapeleiden valinta
- energiamittauksen suunnittelu.



KUVA 30. Keskijännitekojeistojen pääkaavio

9.1.1 Kaapelit

Kojeistojen väliset kaapeloinnit voidaan toteuttaa yleensä aina AHXAMK-W kaapelilla (kuva 31). Projektikohteessa käytettiin niin sanottua Wiski-kaapelia eli AHXAMK-W 3x185+35Cu. Wiski-kaapelin etuna on se, että se voidaan liittää lähes minkä tahansa muun keskijännitekaapelin kanssa.



KUVA 31. Kojeistojen väliset kaapeloinnit

9.1.2 Energiamittarit

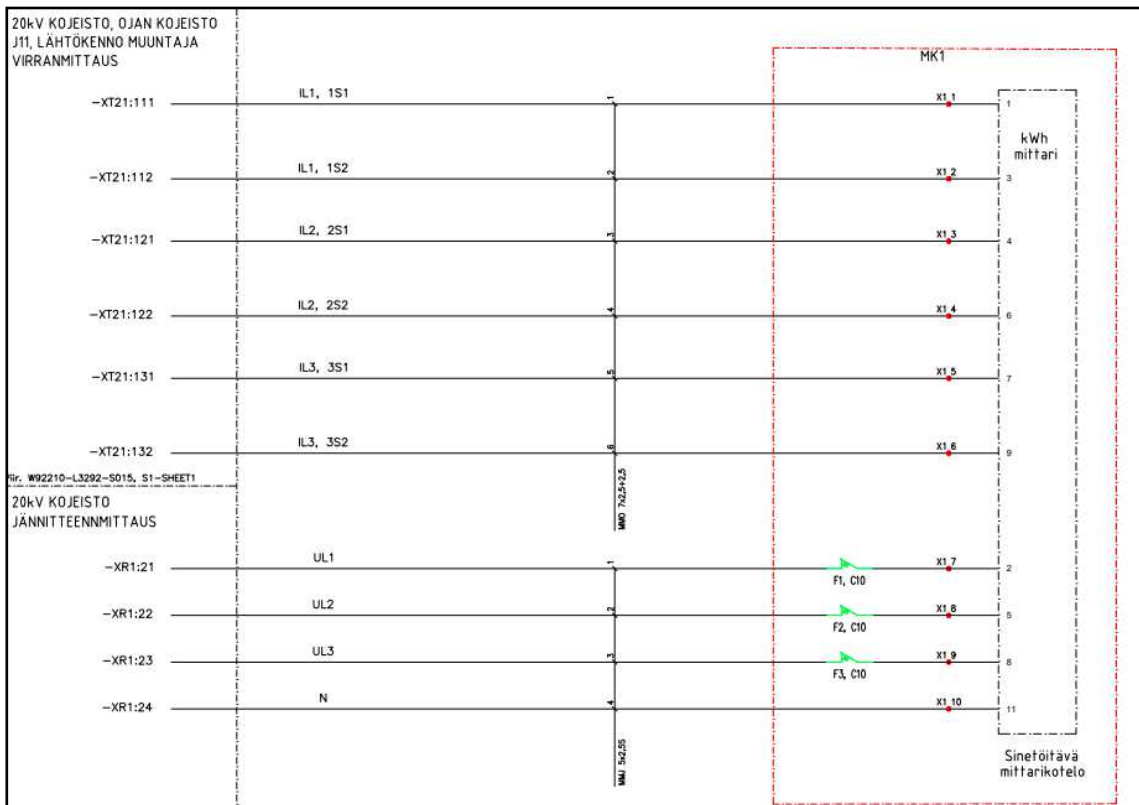
Keskijännitekojeistosta mitataan virtamuuntajien kautta sähkönkulutus. Jokaiselle kiinteistöä syöttävälle kojeistolle asennetaan energiamittari. Energiamittarikotelot sijoitetaan näkyvälle paikalle, josta saadaan helposti luettua kulutus (kuva 32). Energiamittarit ovat myös etäluettavia. Paikallinen sähköverkko-yhtiö käy asentamassa ja sinetöimässä energiamittarit.



KUVA 32. Energiamittarikotelot

Energiamittarista piirretään AutoCAD-ohjelmalla kuva (kuva 33), josta tulee saada selville:

- energiamittarin liittimet
- riviliittimet
- kaapeli
- johdonsuojakatkaisijat
- vaihe merkinnät
- syöttö tai mittaus.



KUVA 33. Energiamittari

9.2 Pienjännitekeskus

Pienjännitekeskus toimii yleensä pääkeskuksena muuntamorakennuksessa (kuva 34).

Pienjännitekeskukselle on määritetty vaatimuksia standardissa IEC-61439. Vaatimuksissa määritellään sen ominaisuudet, käyttöolosuhteet ja tunnusmerkit, jotka sen tulee täyttää. (16.) Pienjännitekeskuksen on täytettävä alla olevat ominaisuudet:

- Keskuksen mitoitusjännite on alle 1000 V vaihtojännitteellä ja alle 1500 V tasajännitteellä.
- Keskus voi olla liikuteltava tai paikallaanpysyvä.
- Keskus voi olla koteloitu tai koteloimaton.
- Keskus on suunniteltu käyttötarkoitukseltaan sähköenergian tuottamiseen, siirtoon, jakeluun, muuntamiseen tai ohjaukseen laitteille, jotka hyödyntävät sähköenergiaa. (16.)



KUVA 34. Pienjännitekeskus

9.2.1 Pienjännitekeskuksen releasettelut

Kojeiston sekä pääkeskuksen katkaisijoille suunnitellaan releasettelut, joilla määritetään, milloin katkaisija laukeaa. Katkaisijan tulee toimia mahdollisimman nopeasti vian sattuessa, jolloin vian aiheuttamat vahingot jäisivät mahdollisimman vähäisiksi. Keskijännite- ja pienjännitereleasettelujen logiikka poikkeaa hieman toisistaan ja tässä luvussa on keskitytty pienjännitereleasetteluihin.

Sähkösuunnittelijalle kuuluu asetella katkaisijalle releasettelut. Releasettelut tehdään Destian käytössä olevalla suunnitteluohjelmistolla.

Releasetteluissa määritetään laukaisuajat suojareleelle, jotka voivat olla 2- tai 3-portaisia riippuen kohteesta, tarpeesta ja muista suojauksista.

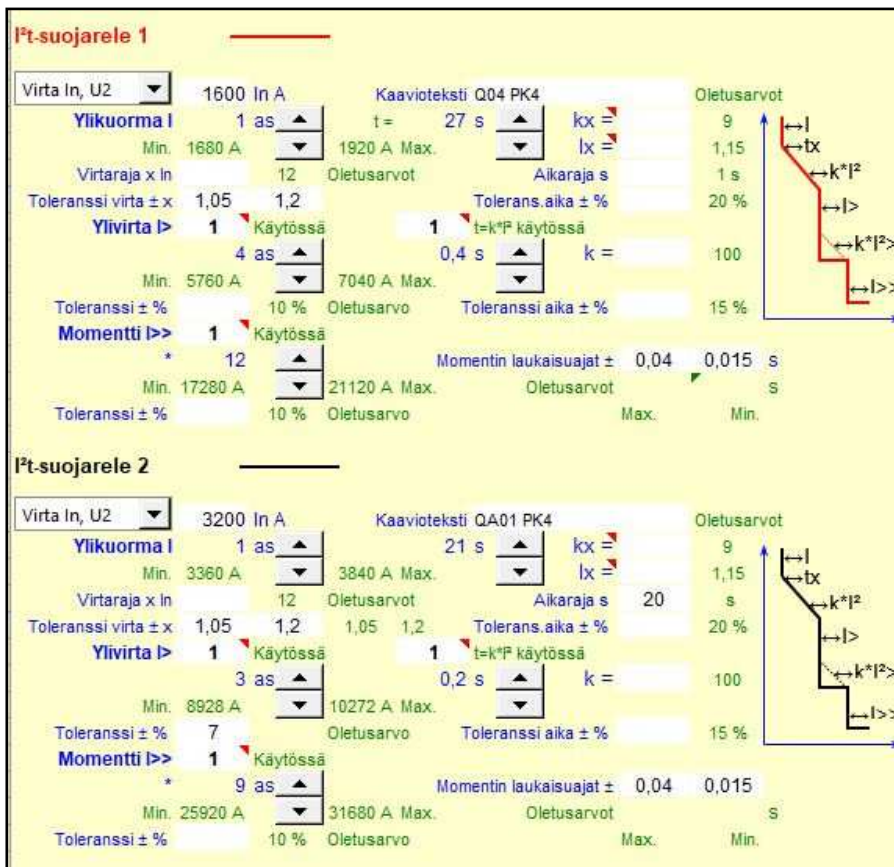
Ylikuormituksen virta-arvoon vaikuttaa suojattavan kohteen nimellisvirta. Katkaisijalle määritetään tietty aika, kuinka kauan katkaisija voi toimia ylikuormituksessa ja saadaan selville virta-arvot, joilla se voi toimia ylikuormituksessa. Tässä kohteessa suojareleen 1 ylikuormitusarvot ovat 1680–1920 A ja se voi toimia ylikuormituksessa 27 sekuntia.

Ylivirrassa katkaisija laukeaa tietyn ajan kuluessa, joka suojarielelle on asetettu. Ylivirtalaukaisu toimii nimensä mukaisesti suurella virralla, joten katkaisijan täytyy toimia nopeasti, ettei suuria vahinkoja pääsisi käymään. Suojareleen 1 ylivirtalaukaisu toimii arvoilla 5760–7040 A ja laukaisu aika on 0,4 sekuntia.

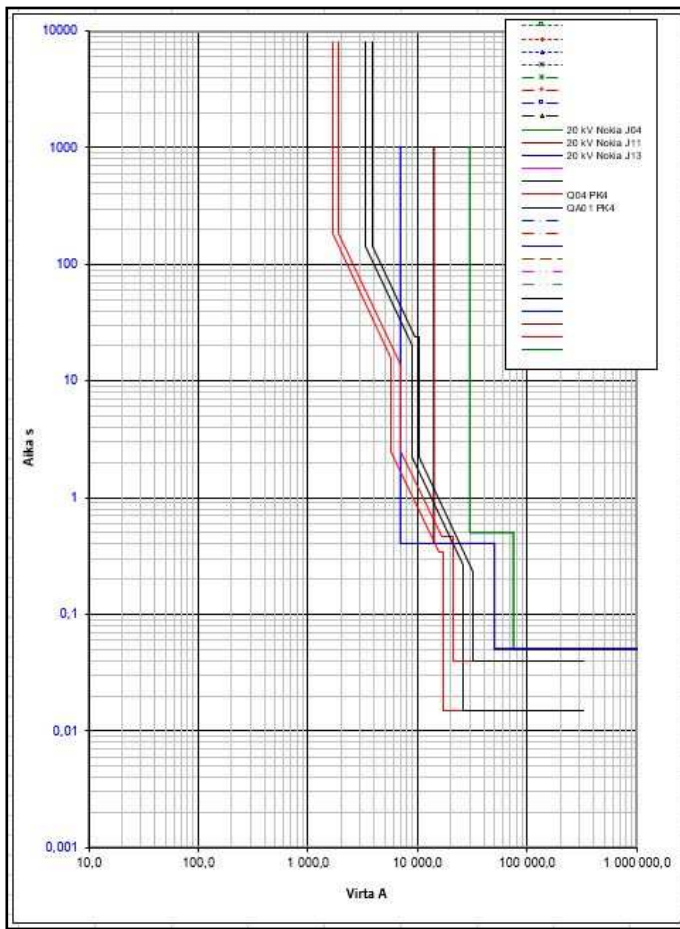
Momenttilaukaisu toimii silloin, kun virta-arvot kasvavat radikaalisti esim. oikosulkutilanteessa, jolloin laukaisun tulee toimia 0,04–0,015 sekunnissa. Momenttilaukaisussa virta-arvot ovat yli kymmenkertaisia verrattuna nimellisvirtaan esim. tässä tapauksessa 17280–21120 A.

Kuvasta 35 näkyy projektikohteen katkaisijan suojarieleen asetuksia eri virta-arvoilla.

Suojausten tulee toimia portaittain, että se toimisi oikein. Kuva 36 havainnollistaa suojausten portastuksen, jossa ne toimivat selektiivisesti.



KUVA 35. Releasettelut



KUVA 36. Releasettelut

9.2.2 Muuntamorakennuksen omakäyttö

Muuntamorakennuksen omakäyttö käsittää ne laitteet, jotka toimivat itsenäisesti rakennuksessa. Laitteisiin kuuluvat valaistus, lämmitys, jäähdytys, pistorasiat, rakennusautomaatio (VAK), apusähkökeskus ja termistorireleet.

Omakäyttö saa sähkön erilliseltä etukojeelta, josta se jakaa sähkön johdonsuojakatkaisijoille.

Pääkaavioon merkitään omakäyttö ja siitä nähdään, mitä laitteita se kattaa (kuva 37).

	4.01	Etukoje, Omakäyttö	63/125	
	4.02.1	Valaistus sähkötila	C10	MMJ 3x1,5 S
	4.02.2	Valaistus muuntajatala	C10	MMJ 3x1,5 S
	4.02.3	Valaistus kellari	C10	MMJ 3x1,5 S

KUVA 37. Omakäyttö

9.2.3 Valokaarisuojaus

Valokaarisuoja on suojalaite, joka suojaa henkilö- ja laitevahingoilta katkaisemalla sähkön vikapaikasta mahdollisimman nopeasti valokaarivian sattuessa (17).

Valokaarisuojausjärjestelmä koostuu valokaarisuojan keskusyksiköstä, valokaarisuojareleestä ja kuituanturista. Valokaarisuojaus asennetaan pienjännitekeskuksen sisälle.

Valokaarisuojaukselle pitää tuoda varmennettu sähkönsyöttö esimerkiksi apusähkökeskukselta.

9.2.4 Valokaarisuojarele

Valokaarisuojarelettä käytetään henkilö- ja laitesuojauksessa valokaarivikatilanteissa (kuva 38).

Valokaarisuojareleeseen saadaan aseteltua releasettelut laitteen etukannessa olevista kytkimistä. Releasetteluilla määritetään, miten laite toimii. Releasettelut määritetään laitteelle dippikytkimillä ja kytkimien asennot katsotaan tapauskohtaisesti laitevalmistajan manuaalista.

Sähkösuunnittelija määrittää releasettelut ja tekee siitä erillisen taulukon (taulukko 4). Releasettelut tehdään laitteen manuaalin ja käyttötarkoituksen perusteella.



KUVA 38. Eräs valokaarisuojarele

TAULUKKO 4. Kohteen valokaarisuojareleen asettelut

PK4							
REA101, B50							
SG1		SG2		SG3		SG4	
1	0	1	0	1	0	1	0
2	1	2	0	2	0	2	0
3	0	3	0	3	0	3	0
4	0	4	0	4	0	4	0
5	1	5	0	5	0	5	0
6	1	6	0				
7	1	7	0				
8	0	8	0				

9.2.5 Valokaarisuojan keskusyksikkö

Valokaarisuojan keskusyksikkö on laite, joka ohjaa laitteiston toimintaa (kuva 39). Valokaarisuojareleet yhdistetään keskusyksikölle valmistajan omalla RJ45 kaapelilla, jolla lähetetään tieto suojarielelle ilmenneestä valokaaresta. Keskusyksikkö saa tiedon valokaaresta valokuituanturista.



KUVA 39. Valokaarisuojan keskusyksikkö

9.2.6 Valokuituanturi

Valokuituanturin toiminta perustuu valon havaitsemiseen. Kuituantureilla tehdään silmukoita keskuksen sisällä ja molemmat päät vietään keskusyksikölle. Kun valokaari ilmenee, niin kuituanturi havaitsee tämän kirkkaan valon ja antaa tiedon keskusyksikölle, joka antaa laukaisutiedon suojarielelle (kuva 40). (17.)



KUVA 40. Kuituanturi (17)

Valokuituanturin sijaan voidaan myös käyttää valoanturia (pisteanturi) (kuva 41). Valoanturia käytetään yleensä silloin, kun valokuituanturia ei voida käyttää esimerkiksi keskuksen umpinaisuuden takia. Valoanturilla saadaan vikapaikka selville helposti, koska valoanturi, joka havaitsee vian, antaa sijaintitiedon valokaarisuojan keskusyksikölle. Valoanturilla toteutettu suojaus on työläämpi toteuttaa, koska jokaiselle kentälle tarvitaan oma anturi, kun taas yhdellä valokuituanturilla voidaan toteuttaa koko keskuksen suojaus. (17.)



KUVA 41. Valoanturi (17)

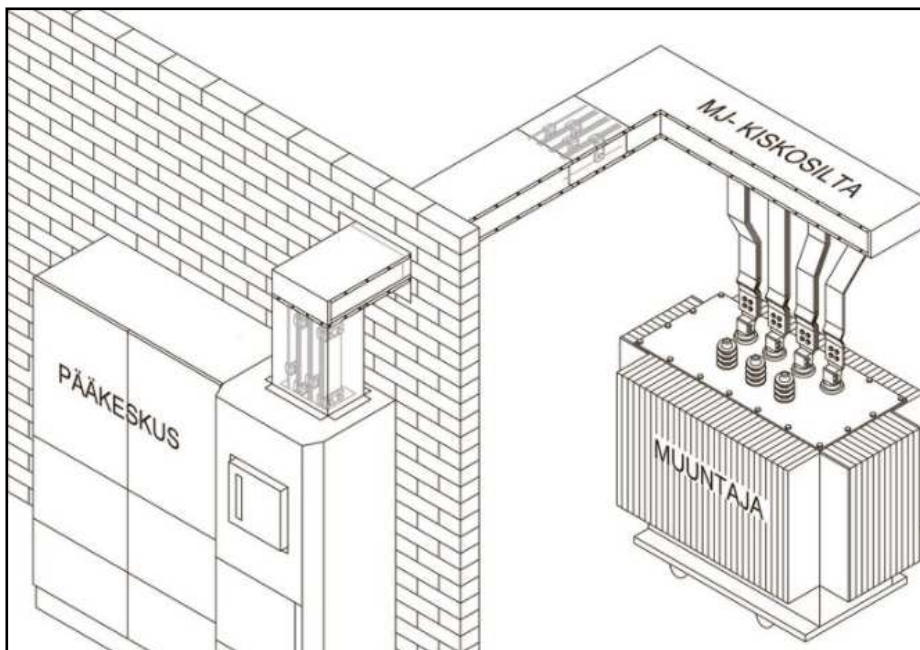
Sähkösuunnittelijan tehtäviin kuuluu valokaarisuojauksessa:

- määrittää laitteet
- piirtää AutoCAD kuva laitteistosta
- määrittää releasetteluarvot
- määrittää valokuituanturin paikka.

9.3 Kiskosilta

Kiskosiltoja käytetään sähkönsiirrossa, kun virrat ovat yli 500–800 A. Kiskosilloilla on korkea oikosulkukestoisuus ja niiden ympärille syntyy erittäin pieni sähkömagneettikenttä. Kiskosiltoja käytetään yleensä pääkeskuksen ja muuntajan välisessä yhteydessä (kuva 42), lisäksi niitä voidaan käyttää myös keskuksien välissä. (18.) Kaapeleita käytetään yleensä silloin, kun kohteen virrat eivät ylitä 500 ampeeria tai kohteeseen on haastava rakentaa kiskosilta.

Kiskosiltojen valmistusmateriaali on yleensä alumiini, mutta poikkeustapauksissa käytetään myös kuparia esimerkiksi, kun tarvitaan pienempää poikkipinta-alaa.



KUVA 42. Kiskosilta pääkeskuksen ja muuntajan välissä (18)

Projektikohteessa käytettiin kiskosiltaa. Kiskosilta tuli pienjännitekeskuksen (pääkeskuksen) ja muuntajan välille.

9.4 Apusähkökeskus

Apusähkökeskus toimii sähkönsyöttönä laitteille, jotka tarvitsevat jatkuvan sähkön, vaikka tulisikin sähkökatkos tai huoltokatko kohteeseen. Apusähkökeskus saa sähkönsyötön pääkeskukselta ja toimii myös itsenäisesti akuston ansiosta. Kun sähköt katkeavat kohteesta, rupeavat akut syöttämään sähköä laitteille ja näin saadaan varmistettua jatkuva sähkönsyöttö. Apusähkökeskuksella ohjataan sähkönsyöttö katkaisijoiden viritysmoottoreille, suojareleille, valokaarisuojaukselle ja turvavalaistukselle.

Apusähkökeskuksella on oma valvontayksikkö, joka valvoo laitteiden hälytyksiä ja vie ne rakennusautomaatiojärjestelmään (VAK).

Apusähkökeskuksen laitteistoon kuuluvat tasasuuntaajat, ylijännitesuoja, valvontaosa ja automaattivarokkeet (kuva 43).

Keskuksen valvontaosan hälytyksiin kuuluvat ylijännite, alijännite, maasulku, varaajavika, AC-puuttuu sekä yhteishälytykset A (kiireellinen) ja B (ei kiireellinen). Järjestelmän yhteishälytykset viedään rakennusautomaatiojärjestelmään (VAK).

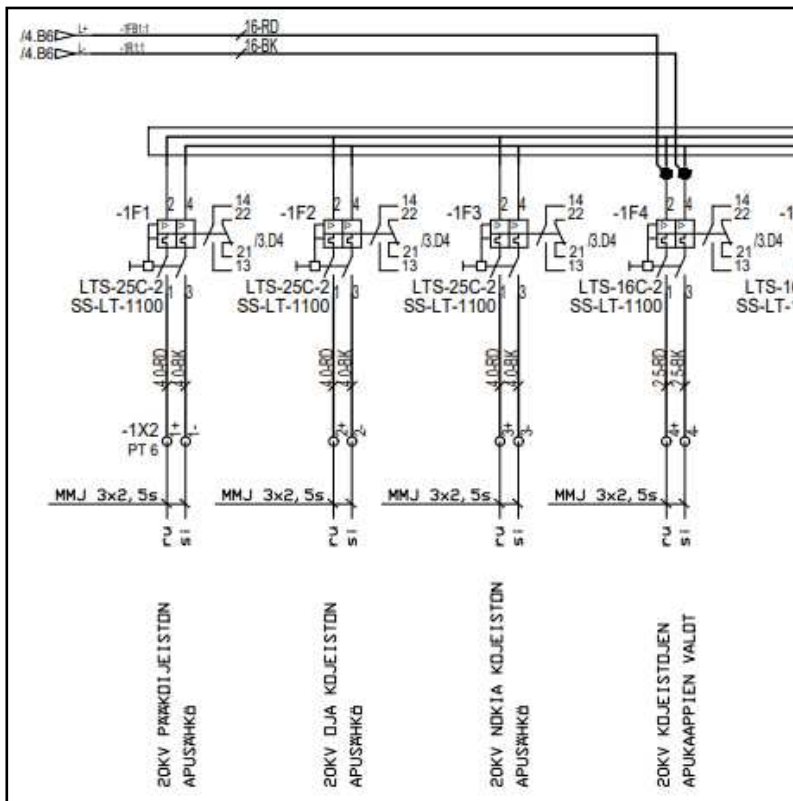
Apusähkökeskukselle tuodaan sähkönsyöttö pääkeskukselta (230 V / 400 V), joka tasasuunnataan keskuksella tasajännitteeksi 24 VDC. Apusähkökeskuksen akustot toimivat 2 x 24 VDC:n jännitteellä. Akustot ovat lyijyakkuja, joiden ikäluokitus on vähintään 10 vuotta.



KUVA 43. Apusähkökeskus

Sähkösuunnittelijan tehtävät apusähkökeskuksen osalta ovat:

- piirikaavioiden tarkistaminen
- piirikaaviokuvaan katkaisijoiden sähkönsyötön merkkeäminen (kuva 44)
- kojeistojen kennovalojen sähkönsyötön lisääminen piirikaaviokuvaan
- hälytystiedot
- kojeiston piirikaaviokuvaan katkaisijoiden sähkönsyötön lisääminen.



KUVA 44. Sähkösyöttöjen merkkäminen apusähkökeskuksen piirikaaviokuvaan

9.5 Valvonta-alakeskus

Valvonta-alakeskus eli VAK kuuluu rakennusautomaatiojärjestelmään. Valvonta-alakeskukseen liitetään laitteet, joita halutaan valvoa ja säätää etänä, ettei tarvitse paikan päällä käydä. Rakennusautomaatioon voidaan yleisesti kytkeä kohteen lämmitys, ilmastointi ja valojen ohjaus. Näillä toimenpiteillä saadaan tehtyä kohteesta kustannustehokkaampi.

Valvonta-alakeskus toimii rakennusautomaatiojärjestelmän välilaitteena (kuva 45). Rakennusautomaatiolaitteilta tuodaan tieto kaapelia pitkin valvonta-alakeskukseen, josta tieto vietään valokuidulla valvomoon, josta nähdään valvottujen laitteiden tiedot ja tehdään tarvittaessa säädöt.



KUVA 45. Valvonta-alakeskus

9.6 Tuoteluettelo

Tuoteluettelon tarkoitus on toimia tilattavien laitteiden muistilistana (taulukko 5). Listasta nähdään, mitä laitteita on tilattu, keneltä ja määrä. Lista voidaan lisätä myös hinnat, jotta voidaan tarkastella, onko pysytty budjetissa.

TAULUKKO 5. Tuoteluettelo

TUOTELUETTELO		
KOHDE		
Nimitys	Tunnus	Määrä
VALO	PHILIPS TEOLL.VAL. LEDINAIRE SULJ. LED 36S/840 PSU TW1 L1200	14
PISTORASIA	ABB JUSSI 2S/16A/IP21 PPJ HL VAL	4
KYTKIN	ABB JUSSI 5 PINTA 1065SWP	1
KYTKIN	ABB JUSSI 6 PINTA 1066SWP	2
OVIPIHUHALLIN SLO	AKSIAALIPUHALLIN	2
HYLLY 200	KS20-200 K L=6000 PG (MEKA)	90m
HYLLY 400 (REXEL)	KS20-400 K L=6000 PG (MEKA)	36m
ILMALÄMPÖPUMPPU	TOSHIBA POLAR 25, ASENNETTUNA	1
HYLLY KULMAKAPPALE	KS90-400 R=600 HDG	3
HYLLY KULMAKAPPALE	KS90-200 R=600 HDG	3
LÄMMITIN	ENSTO BETA7-BT-EB 750W K 39X72	2
ULKOVALO	FLOODLIGHT FL PFM 50W 4000K SYM SENSOR BK	2
POISTUMISTIEVALO	OPASTEVALAISIN Y8071W105 24-230VAC/DC 20M	1
HYLLY KIINNIKE SEINÄ	SEINÄKANNAKE MEKA VK 200 F=2 KN	32
HYLLY KIINNIKE SEINÄ	SEINÄKANNAKE MEKA VK 400 F=2 KN	14

9.7 Kilpiluettelo

Kilpiluettelolla määritetään kilven koko, määrä, teksti, kenttä ja asennuspaikka. Tunnuskilvet asennetaan pääkeskukselle, josta saadaan selville, mikä kyseinen kenttä on tai mitä se tekee. Jokaiselle kentälle tulee oma tunnuskilpi. Tunnuskilvillä autetaan käyttäjiä tunnistamaan kentän toiminnan.

Destialta löytyy oma Excel-ohjelma, josta näkyy, millaisia kilpiä käytetään missäkin kentässä (taulukko 6). Ohjelmassa on myös omat erilliset ohjeet, jonka perusteella on helppo määrittää tunnuskilvet sekä siellä on myös mallikilpiä.

TAULUKKO 6. Kilpiluettelo

Tyyppi	Määrä	Rivi 1	Rivi 2	Rivi 3	KENTTA	Asennuspaikka, huom.
9S	1	PAAKATKAISUA	QA01	3200A	01B	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KISKOSILTA	MUUNTAJALTA 4	3200A	01A	KENTÄNYLÄREUNA
9S	1	MAADOTUSKYTKIN JA LUKITUSKEI	S01		01D	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	VARA	100F1		02A	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	ETUKOJE	101F1	63/125A	02B	KENTÄNYLÄREUNA
9S	1	KATKAISUA	GB01	3200A	03D	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	YHDYSKISKO	GB01	3200A	03C	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	VARA	200F1		03A	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	ETUKOJE	201F1	63/125A	03B	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	YHDYSKISKO	QC01		05A	KENTÄNYLÄREUNA
9S	1	KATKAISUA	QC01		05B	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	ETUKOJE	301F1	63/125A	04B	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	OMAKÄYTTÖ	401F1	63/125A	04C	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	YLIJÄNNITTESUOJA	2F	250A	02D	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	AKTIIVIYLIJÄÄLTSUODATIN	3F	630A	10E	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KATKAISUA	Q4	1600A	06B	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KATKAISUA	Q5	1600A	07B	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KATKAISUA	Q6	1600A	08B	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KATKAISUA	Q7	1600A	09B	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KATKAISUA	Q8	630A	06A	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KATKAISUA	Q9	630A	07A	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KATKAISUA	Q10	630A	08A	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KATKAISUA	Q11	630A	09A	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KATKAISUA	Q12	250A	10A	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KATKAISUA	Q13	250A	10B	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	KATKAISUA	Q14	250A	10C	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	24VDC AUTOMAATIT			01C	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	JOHDONSUOJAT JA RIVILIITTIMET			02C	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	JOHDONSUOJAT JA RIVILIITTIMET			03E	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	RIVILIITTIMET			04A	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	OMAKÄYTTÖ	JOHDONSUOJAT JA RIVILIITTIMET		05C	KENTÄNYLÄREUNA
1S	1	VÄYLÄ			10D	KENTÄNYLÄREUNA

10 DOKUMENTOINTI

Dokumentoinnissa käytetään kuvien nimeämisessä seuraavanlaisia tunnuksia:

- SÄH, kun kuvat liittyvät sähköistykseen
- RAK, kun kuvat liittyvät rakennukseen
- AUT, kun kuvat liittyvät automaatioon.

Tämän jälkeen voidaan antaa vielä lisätietoja kuvasta, mihin se liittyy, antamalla lyhenne tai sen koko nimi:

- SÄH_MUUNTAJA
- RAK_ASEMAPIIRROS
- AUT_VAK.

Kuvat numeroidaan siten, että ensin tulee kuvan kohde ja sen jälkeen siihen liittyvät muut kuvat:

- SÄH_MUUNTAJA_1_2
- RAK_ASEMAPIIRROS_1_1
- AUT_VAK_2_3.

11 TURVALLISUUS JA LAATU

Turvallisuus ja laatu -luvussa käydään läpi turvallisuussuunnitelmaa sekä laadunvarmistussuunnitelmaa.

11.1 Turvallisuuksuunnitelma

Tilaaaja vaatii projektista turvallisuussuunnitelman, josta tulee ilmi projektikohte, kesto, toteuttaja, työnnumero, kohteen vaarat ja miten niiltä vältytään. Projekteissa noudatetaan aina sähköturvallisuuslakia, asetuksia ja standardeja, että työn tekeminen olisi turvallista. Työt eivät saa vaarantaa kenenkään henkeä tai terveyttä.

Standardissa SFS 6000 Pienjänniteasennukset on annettu ohjeistukset pienjännitteellä työskenteleyn, jota noudatetaan alle 1000 V:n vaihtojännitteellä ja alle 1500 V:n tasajännitteellä.

Standardissa SFS 6001 Suurjänniteasennukset on annettu ohjeistukset suurjännitteellä työskenteleyn. Standardia SFS 6001 noudatetaan silloin, kun jännitetasot ovat yli 1000 V vaihtojännitteellä ja yli 1500 V tasajännitteellä.

Standardia SFS 6002 Sähköturvallisuuslaki noudatetaan, kun käytetään sähkölaitteistoa ja työskennellään sähkölaitteistossa tai niiden läheisyydessä.

Kuvassa 46 näkyy projektikohteen turvallisuussuunnitelma.

Työn turvallisuussuunnitelma (TTS)		
<p>Työn turvallisuussuunnitelmalla (TTS) poistetaan turvallisen työnteon esteitä. Työnjohtajan vastuulla on, että suunnitelma tehdään yhdessä työntekijöiden kanssa jokaisesta aikavasta työmaan viikkosuunnitelmaan merkitystä tehtävästä sekä jokaisesta korkean riskin työvaiheesta erikseen ennen sen aloittamista. Aliurakoitsijan tekemän suunnitelman tarkastaa ja hyväksyy pää-toteuttajan työnjohtaja, jolle jää kopio suunnitelmasta. Tehtäväsuunnitelma tai muu vaarat käsittelevä suunnitelma voi korvata TTS:n.</p>		
Projekti/urakka	Työnumero	Päivämäärä
Nokia Rusko 2, muuntamon rakentaminen	404702	1.7.2021
Työ, jota TTS koskee	Työn kesto	
	1.7-31.10.2021	
Työn vaaroille altistuvat:		
Työn toteuttaa (yhties):		
<input checked="" type="checkbox"/> Työryhmän työntekijät	<input checked="" type="checkbox"/> Työnjohto	Dulun Energia Urakointi Oy
<input type="checkbox"/> Muut työntekijät kolmas osapuoli	Harjoittelijat, kesätyöntekijät tms.	
Mitä työssä tehdään? Kirjaa työn vaiheet järjestyksessä. Esim. aloita materiaalien tuomisesta ja päästä alueen siivoukseen.	Vaiheen vaarat Kirjoita vain numero alla olevasta taulukosta	Miten vaarat hallitaan? Mieti tärkeysjärjestyksessä, poistetaan, korvataan vaarattomammalla, rajataan altistumista, yleinen/tekninen suojaus, henkilönsuojaus
Maatyöt, eli kaivuun työt.	1,19,21,23	Kaivuualue rajataan aidoilla, jotta ulkopuoliset eivät pääse alueelle. Melua ja pölyä voi syntyä alueella.
Kaapelinäytöt	1,12,19,21,23	Kaapelinäytöt tehdään ennen kaivuuta/kaivuun alkana. Pitää varoa työkoneita.
Sokkelin rakentaminen	7,12,19	Oikeita työvälineitä, suojavarusteita käyttäen ja ympäristöä huomioiden.
Kopin toimitus	19,21	Varoa muita työntekijöitä sekä muita ajoneuvoja.
Laitteiden toimitus ja asennus	7,12,15,19,21	Oikeita työvälineitä ja suojavarusteita käyttäen. Varoa muita urakoitsijoita sekä työkoneita.
Kaapelityöt	3,7,12,15,19,21	Kaapelitoissa on tärkeää käyttää oikeata työkaluja ja olla huomaavainen ympäristölle
Työn vaarat (poimi vaaraa vastaava numero yllä olevaan taulukkoon)	Muut vaaratekiäjät	
1. Melu	10. Putoaminen	19. Toiset urakoitsijat / yhteensovitus
2. Tärinä	11. Esineen putoaminen	20. Viestintä (esim. kielimuuri)
3. Sähköisku	12. Kompastuminen	21. Liikkuvat ajoneuvot, nosturit
4. Puutteellinen valaistus	13. Liukastuminen	22. Hankala sääolosuhde / lämpötilat
5. Lentävät hukkaset, kipinät	14. Vaara-alueella työskentely	23. Ilman epäpuhtaudet: pöly, kaasu
6. Puristuminen	15. Käsin tehtävät siirrot	24. Home, bakteerit, asbesti, kreosotit
7. Viihto, leikkaantuminen, hiertymä	16. Kemikaalit	25. Työ tiellä tai sen penkalla
8. Takertuminen	17. Polttoaineet, palavat kaasut	26. Työ veden äärellä
9. Isku	18. Vuodot	27. Muu, mikä
Sitoutuminen turvalliseen työhön		
Työn turvallisuussuunnitelman osapuolet ovat vastuussa tämän työtehtävän turvallisesta toteuttamisesta.		
Työnjohtaja vastaa, että tässä sovitut asiat käydään läpi uusien työntekijöiden kanssa.		

KUVA 46. Turvallisuussuunnitelma

11.2 Laadunvarmistussuunnitelma

Kohteeseen täytyy myös tehdä laadunvarmistussuunnitelma, joka on laajempi kokonaisuus kuin turvallisuussuunnitelma. Destialla on oma pohja laadunvarmistussuunnitelmalle.

Laadunvarmistussuunnitelma käsittelee seuraavia aiheita:

- yrityksen laatusuunnitelma
- laatusuunnitelman tarkoitus ja tavoite
- sopimuskohteen kuvaus ja yhteystiedot
- organisointi
- riskikartoitus
- tuotannon suunnittelu
- tiedonkulun ja yhteistyön varmistaminen
- laadun varmistaminen
- luovutus tilaajalle.

Kun nämä kohdat on saatu täytettyä, lähetetään lomake tilaajalle ja tilaaja hyväksyy suunnitelman. Liitteessä 2 on tarkemmat tiedot laadunvarmistussuunnitelmasta. Liite 2 on salattu julkisesta versiosta, mutta löytyy yrityksen omasta versiosta.

12 YHTEENVETO

Sähkösuunnittelu on laaja-alaista työtä, johon ei pysty yhtä ainoaa ohjetta tekemään, joten tässä työssä päätettiin keskittyä muuntamorakennukseen.

Destialla on monia muuntamorakennuskohteita ja nämä eroavat toisistaan melko paljon. Tällä suunnitteluohjeella saadaan suunnittelu pysymään samankaltaisena, jottei kohteissa olisi merkittäviä eroavaisuuksia sekä työ pysyisi laadukkaana.

Etsiessäni muuntamorakennuksen suunnitteluun tietoa sitä ei löytynyt hirveästi, vaan aiheet keskittyivät enemmänkin kiinteistömuuntamoihin tai puistomuuntamoihin. Nämä aiheet kumminkin liittyvät toisiinsa merkittävästi.

Tieto muuntamorakennuksen suunnitteluun tuli kokemuspohjaisen tiedon perusteella, sekä haastatteleamalla alan ammattilaisia. Kesän 2021 projekti auttoi merkittävästi opinnäytetyön tekemisessä.

Sähkösuunnittelijaksi ei ole yhtä koulutusohjelmaa vaan, se sisältyy insinöörikoulutukseen. Koulussa annettava suunnitteluopetus on vain pintaraapaisu työelämän suunnittelutöihin. Opetus on kuitenkin merkittävä osa oman uran suunnan kannalta. Suunnittelutyöt ovat laaja-alaisia töitä, jotka pystytään vain työelämässä opettelemaan, mutta koulussa annettava opetus on kuitenkin tärkeää, että jäisi jonkinlainen käsitys suunnittelijan töistä. Koulutusohjelmassa kuitenkin voisi olla enemmän sähkösuunnitteluun liittyviä kursseja.

Erittäin suuret kiitokset vielä Destia Oy:lle ja työssä auttaneille henkilöille. Työ oli todella opettavainen sekä aihe oli mielenkiintoinen.

LÄHTEET

1. Destia Oy 2022. Hakupäivä 24.3.2022. <https://www.destia.fi/>.
2. Finder. Destia Oy taloustiedot. Hakupäivä 24.3.2022. <https://www.finder.fi/Maanrakennus+ja+maansiirto/Destia+Oy/Vantaa/yhteystiedot/254935>.
3. Destia Oy. historia. Hakupäivä 24.3.2022. <https://www.destia.fi/yritys/historia.html>.
4. Pussinen, Jouni 2014. Muuntamon saneerauksen/rakentamisen työn tehostaminen. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Insinööriyö. Hakupäivä 28.10.2021. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/83226/Pussinen%20Jouni.pdf?sequence=1>.
5. Sähköinfo Severi. ST53.11 Kuluttajamuuntamot. Hakupäivä 29.10.2021. <https://severi.sahkoinfo.fi/item/516?search=muuntamotila>.
6. Supperi, Ville 2017. Kiinteistömuuntamon saneeraus. Oulun ammattikorkeakoulu. Sähkötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 12.2.2022. <https://docplayer.fi/68827454-Ville-supperi-kiinteistomuuntamon-saneeraus.html>.
7. Puuinfo. Suunnittelu, määräykset, paloturvallisuus. Hakupäivä 22.11.2021 <https://puuinfo.fi/suunnittelu/maaraykset/paloturvallisuus/>.
8. Virkajarvi, Jari 2014. Sähkökaapeleiden asentaminen maan alle. Tampereen ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 2.11.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/75196/Virkajarvi_Jari.pdf?sequence=1.
9. Onninen. Putket ja osat kaapelinsuojaukseen. Hakupäivä 5.12.2021. <https://www.onninen.fi/pipelife-tel-tupla-keltainen-pipelife-110x98-a-6m-tiivisteella/p/ADF397>.
10. D1-2017. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo Oy.

11. Tukiainen, Aleks 2018. Kaapeliverkkoon varastoituneen energian vaikutukset kytkentäyli-jännitteisiin. Tampereen teknillinen yliopisto. Sähkötekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma. Diplomityö. Hakupäivä 13.1.2021. <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/26917/Tukiainen.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
12. Taloon.com. Maakaapeli MCMK 3x10+10. Hakupäivä 1.2.2022. <https://www.taloon.com/maakaapeli-mcmk-3x10-10>.
13. Onninen. Nexans-Euromold pistokepäätte. Hakupäivä 1.2.2022. <https://www.onninen.fi/nexans-euromold-pistokepaate-36kv-1250a-400mm2-500mm2-sis-liit/p/CHC003>.
14. Karhunen, Jani 2015. Kattilalaitosten kaapelihylly- ja valaistusjärjestelmien toteutus. Savonia-ammattikorkeakoulu. Energiatekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 26.10.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87328/Karhunen_Jani.pdf?sequence=1.
15. Kuivanen, Jani 2021. Ilmaeristeiset keskijännitekojeistot Suomessa. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Insinöörityö. Hakupäivä 17.11.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/399878/Kuivanen_Jani.pdf?sequence=2.
16. Aalto, Tapani 2017. Pienjännitekeskusten saneeraus. Tampereen ammattikorkeakoulu. Talotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 17.12.2021. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/130529/Aalto_Tapani.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
17. Saarinen, Lassi 2020. Pienjännitekeskuksen valokaarisuojaus. Oulun ammattikorkeakoulu. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. Hakupäivä 5.1.2022. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/296880/saarinen_lassi.pdf?sequence=2.
18. Lapp Connecto. Kiskosillat. Hakupäivä 6.1.2022. <https://lappconnecto.lappgroup.com/kiskosillat.html>