

Rengasliikkeen sähkösuunnittelu

Veli-Matti Leppälä

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö

Sähkövoimatekniikka

Insinööri(AMK)

KEMI 2012

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin ElplanFinland Oy:n toimeksiannosta Torniossa syksyllä 2012. Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajaa Jaakko Ettoa erittäin hyvistä neuvoista ja asiantuntevasta ohjauksesta opinnäytetyön kirjoitusprosessin aikana. Haluan kiittää myös kaikkia läheisiäni ja ystäviäni kannustuksesta opintojeni aikana.

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU, TEKNIikka

Koulutusohjelma:	Sähkötekniikka
Opinnäytetyön tekijä:	Leppälä Veli-Matti
Opinnäytetyön nimi:	Rengasliikkeen sähkösuunnittelu
Sivuja (joista liitesivuja):	70 + (71)
Päiväys:	13.12.2012
Opinnäytetyön ohjaajat:	Etto Jaakko
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä rengasliikkeen urakkalaskentavaiheen sähkösuunnitelmat. Suunnitelmiin sisältyi sähkö-, yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmien suunnittelu. Suunnitelmat sisältävät tasopiirustukset, keskus- ja järjestelmäkaaviot, piirustus- ja valaisinluettelon sekä sähkötyöselostuksen. Suunnitelmista tuli tehdä pdf-tiedostot ja lähettää ne työn tilaajalle sähköpostilla.</p> <p>Suunnittelukohteen rakennustyöt olivat juuri alkaneet maatöiden osalta. Sähköura-koitsijaa ei kohteeseen ollut valittu puuttuvien sähkösuunnitelmien vuoksi. Kohteen urakoitsija oli päättänyt alustavan pääkeskuksen paikan, huolehtinut riittävästi alitusputkia perustusten sisään ja rakentanut maadoituselektrodin. Kiinteistön pinta-ala oli 940m² ja siinä oli lämmintä tilaa 596,5m² ja kylmää varastotilaa 304,5m². Tavoitteena oli saada rakennuttajalle kustannustehokkaat mutta samalla rengasliikettä hyvin palvelevat sähkösuunnitelmat urakkalaskentaa varten.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosassa käsiteltiin kohteeseen suunniteltujen sähkö- ja tietojärjestelmien ominaisuuksia. Lisäksi työssä käsiteltiin järjestelmien määräyksiä ja suunnitteluohjeita. Teoriaosuudessa keskityttiin kyseisen teollisuuskiinteistön suunnittelussa tarvittaviin määräyksiin ja suosituksiin. Tärkeimpinä tietolähteinä käytettiin rakennusalan määräyksiä, sähköalan standardeja ja määräyksiä, sähkötietokortistoa sekä alaan liittyvää muuta kirjallisuutta. Sähkösuunnitelmat laadittiin Cads Planner –ohjelmistoa käyttäen.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kiinteistön urakkalaskentaa varten sähköselostus ja tarvittavat dokumentaatiot, jotka sisältävät kohteeseen asennettavien sähkö- ja tietojärjestelmien sekä palovaroitinjärjestelmän ja poistumisteiden valaistusjärjestelmän kuvat, kaaviot ja luettelot. Suunnitelmia tullaan käyttämään kohteen sähköurakkaa kilpailutettaessa.</p>	
Asiasanat: sähkösuunnittelu, sähköpiirustus, paloturvallisuus, turvajärjestelmät.	

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Electrical Engineering
Author:	Leppälä Veli-Matti
Thesis title:	Electric Plan for a Tire Store
Pages (of which appendixes):	70 + (71)
Date:	13.12.2012
Thesis instructor:	Etto Jaakko
<p>The aim of this thesis was to design the electrical plan for contract calculation stage of tire store. Electric, information-technological, and antenna systems are designed. The plan consists of wiring drawings, switchboard diagrams, system diagrams, drawing- and lightning catalogue and electric work description. The documents were converted to pdf-files and sent to customer by email.</p> <p>Earthwork at the construction site had started. Contractor for electrical work was not chosen because electrical designs had not been done. Main contractor had chosen preliminary position for main switchboard and earthing electrodes and sufficient amount of installation pipes for cables had been already installed. The floor area of building was 940m². The objective was to make cost-efficient and useful plans for builder.</p> <p>Theory part of thesis deals with electrical and informational systems used in the work. The regulations and designing instructions for systems were also investigated. Electrical drawings were made using Cads Planner designing software.</p> <p>Main results for the thesis were electric work description and necessary documentations including drawings, diagrams and catalogues for electric, information-technological, and antenna systems.</p>	
Keywords: electrical designing, electrical drawing, fire safety, security systems.	

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1. JOHDANTO	7
2. TEOLLISUUSHALLI SÄHKÖSUUNNITTELUN KOHTEENA	8
2.1. Kiinteistön käyttötarkoitus	8
2.2. Teollisuushallin paloturvallisuusmääräykset	9
2.2.1. Palovaarallisuusluokka	9
2.2.2. Suojaustaso	9
2.2.3. Rakennuksen paloluokka	11
2.2.4. Kerrosluvun soveltaminen	12
2.2.5. Savunpoiston järjestäminen	12
2.2.6. Palovaroittimet	13
2.2.7. Poistumisreittien merkinnät	13
3. SÄHKÖN JAKELU JA LIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT	14
3.1. Sähköliittymän mitoitus	14
3.2. Liittymisjohdon mitoitus	15
3.3. Asennus ja apujärjestelmät	15
3.4. Läpiviennit	17
4. MAADOITUS JA POTENTIAALINTASAUS	20
5. OIKOSULKUSUOJAUS JA JÄNNITTEEN ALENEMA	25
5.1. Jännitteen alenema	25
5.2. Syötön automaattinen poiskytkentä	26
6. VALAISTUSSUUNNITTELU	32
6.1. Valotekniset vaatimukset	32
6.2. Valaisimien vaatimukset	33
6.3. Poistumistievalaistus	34
6.4. Turvavalauksen suunnittelu	36
7. YLEISKAPELOINTI JA ANTENNIJÄRJESTELMÄ	39
7.1. Yleiskaapelointijärjestelmä	39
7.1.1. Yleiskaapeloinnin parikaapeloinnit	43
7.1.2. Optiset kaapeloinnit	45

7.2 Antennijärjestelmä	47
8. TEOLLISUUSHALLIN SUUNNITTELUPROSESSIN KULKU	55
8.1. Asemakuva	55
8.2. Tasokuva	56
8.2.1 Liittymän mitoitus	58
9. SÄHKÖPISTEIDEN SUUNNITTELU	62
9.1. Huoltohallin sähköpisteet	62
9.2. Varastohallin sähköpisteet	63
9.3. Liiketilän sähköpisteet	64
9.4. Taukotilan sähköpisteet	65
10. PALOTURVALLISUUS	67
10.1. Palovaroitinjärjestelmä	67
10.2. Poistumistieopasteet	67
10.3. Savunpoistoluukut	68
10.4. Palo-ovet	68
11. YHTEENVETO	69
LÄHTEET	70
LIITTEET	71

1. JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheen valintaan vaikutti mielenkiinto kiinteistöjen sähkösuunnittelua kohtaan. Työssä tutustuttiin kiinteistön sähkösuunnitteluprosessin kokonaisuuden hallintaan ja suunnittelun eri vaiheisiin. Suunnitteluprosessin aikana perehdyttiin eri rakentamismääräyksiin ja suunnitteluohjeisiin. Nykypäivän sähkösuunnittelijan tulee tuntea laajasti eri sähkö- ja tietojärjestelmiä sekä niiden määräyksiä. Yksittäisen järjestelmien syvälinen tuntemus luo pohjan isomman kokonaisuuden suunnittelulle.

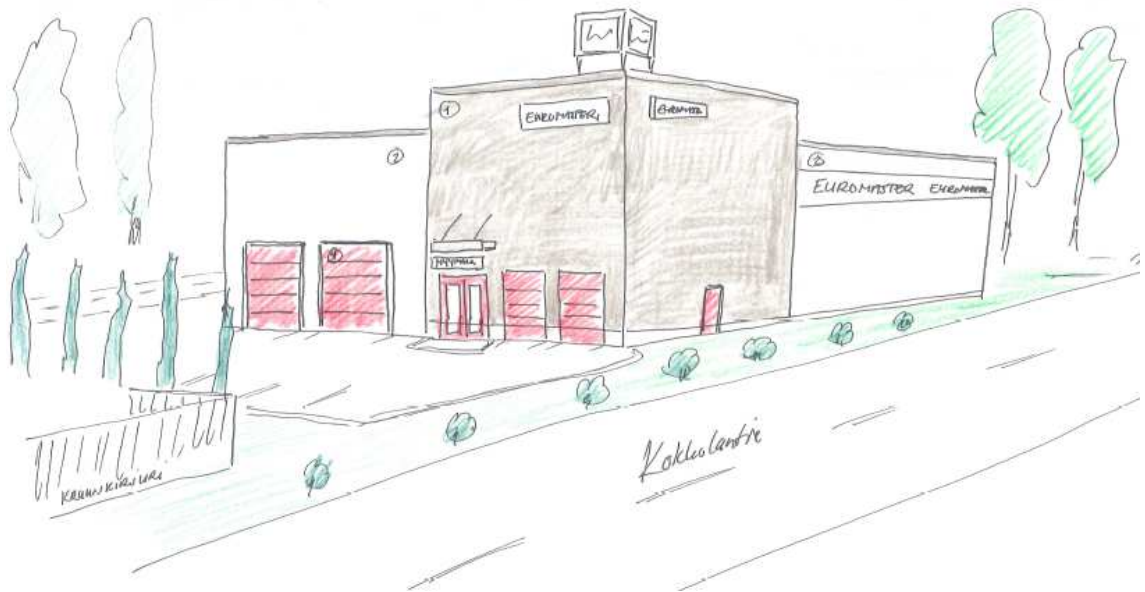
Insinööriyön aihe saatiin torniolaiselta sähkösuunnittelutoimisto ElplanFinland Oy:ltä. ElplanFinland on keskittynyt omakotitalojen ja pienteollisuuskiinteistöjen sähkösuunnitteluun. Tavoitteena oli tehdä tarjouslaskentaa varten sähkösuunnitelmat Raaheen rakennettavan Euromaster-rengasliikkeen kiinteistöön. Työn tilaajana toimi OptimiKodit Oy Kempeleestä. OptimiKotien konsepti perustuu aitoon avaimet käteen -periaatteeseen, jossa kiinteistöt ovat luovutettaessa muuttovalmiita pihoineen ja kuluväylineen.

Suunnittelukohteen rakennustyöt olivat alkaneet maatöiden osalta heinäkuussa 2012. Kohteen urakoitsija oli päättänyt alustavan pääkeskuksen paikan, huolehtinut riittävästi alitusputkia perustusten sisään ja rakennuttanut maadoituselektrodin. Sähkösuunnitteluprojektissa kerätään tietoa kohteeseen tulevasta sähkökulutus laitteista, perehdytään kohdetta koskeviin määräyksiin sekä selvitetään kiinteistöön tulevaa tekniikkaa yhteistyössä eri alojen suunnittelijoiden kanssa. Tietojen perusteella suunnitellaan rakennuksen sähkö- ja tietotekniset järjestelmät sekä palovaroitin, -savunpoisto- ja poistumistiejärjestelmät, laaditaan sähköselostus ja tarvittavat sähkötekniset dokumentoinnit urakkalaskentaa varten.

2. TEOLLISUUSHALLI SÄHKÖSUUNNITTELUN KOHTEENA

2.1. Kiinteistön käyttötarkoitus

Työn aiheena oli tehdä sähkösuunnitelmat Euromaster-rengasliikkeeseen Raaheen. Työssä tarkoituksena oli suunnitella sähköistys rakenteilla olevaan teollisuuskiinteistöön. Kiinteistössä tulisi olemaan kaksi huoltohallia, yksi rengasvarasto, myymälä ja sosiaalitilat. Kiinteistössä tulisi toimimaan rengasliike. Työ suunniteltiin yhteistyössä urakoitsijana toimivan Optimikotien sekä Euromaster rengasliikkeen edustajan kanssa. Tärkein osa työstä oli suunnitella sähköpisteet rengasliikettä mahdollisimman hyvin palvelevaksi mutta kuitenkin kustannustehokkaasti. Kiinteistön kerrosala oli 940 m² josta lämmintä tilaa oli 596,5 m² ja kylmää varastotilaa 304,5 m². Lämmitysmuotona kiinteistössä tulee olemaan kaukolämpö. Huoltohallin osalta lämmön jako tapahtuu puhallinkonvektoreilla, myymälän ja sosiaalitilojen osalta vesipattereilla. Hallin puhallinkonvektoreita ohjataan erillisillä huonetermostaateilla. Kuva 1 on havainnekuva kohteesta.



Kuva 1. Suunnittelun kohteena oleva rengasliike.

2.2. Teollisuushallin paloturvallisuusmääräykset

2.2.1. Palovaarallisuusluokka

Tuotanto ja varastointi jaetaan kahteen eri vaarallisuusluokkaan:

- Palovaarallisuusluokka 1: toiminnot, joihin liittyy vähäinen tai kohtuullinen palovaara ja
- Palovaarallisuusluokka 2: toiminta, joihin liittyy huomattava tai suuri palovaara tai joihin voi esiintyä räjähdysvaara.

Päätoiminta määrittää yleensä palovaarallisuusluokan koko rakennuksessa. Tapauskohtaisesti rakennuksen eri palo-osastojen toimintoja voidaan kuitenkin käsitellä eri palovaarallisuusluokkiin kuuluvina. Palovaarallisuusluokka merkitään rakennuslupapiirustuksiin. Toiminnan muuttaminen olemassa olevassa rakennuksessa palovaarallisuusluokasta 1 luokkaan 2 edellyttää, että rakennuksen soveltuvuus uuteen toimintaan tarkistetaan. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

2.2.2. Suojaustaso

Tuotanto ja varastotilat varustetaan aina pelastus ja sammutustyötä helpottavilla laitteilla valitun suojaustason mukaisesti. Suojaustaso vaikuttaa rakennuksen paloluokkaan, suurimpaan sallittuun osastokokoon, savunpoistoon sekä kantavien ja osastovien rakennusosien paloluokkavaatimuksiin. Suojauksen yksityiskohdista neuvotellaan paikallisen pelastusviranomaisen kanssa. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

Suojaustaso 1

Tavallinen alkusammutuskalusto sekä tarvittaessa tehostettu alkusammutuskalusto

- Tavallisella alkusammutuskalustolla tarkoitetaan yhdenhenkilön käytettävissä olevia, palonalkujen sammuttamiseen suunniteltuja laitteita kuten paloposteja ja käsisammuttimia. Tämä tulee kysymykseen paloturvallisuusluokassa 1.
- Tehostetulla alkusammutuskalustolla tarkoitetaan tehokasta palopostiverkkoa ja raskaista kemiallisia sammuttimia. Tätä käytetään tarvittaessa palovaarallisuusluokassa 2. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

Suojaustaso 2

Paikallisesti ja hätäkeskukseen automaattisen ilmoituksen antava paloilmoitin sekä suojaustason 1 mukainen alkusammutuskalusto.

- Automaattinen paloilmoitin tulee kysymykseen kohteissa, joissa sammutusvoimien riittävän aikainen ja luotettava hälyttäminen sekä siitä seuraavat toimenpiteet oleellisesti lisäävät henkilöturvallisuutta ja vähentävät omaisuusvahinkoja. Tehokas sammutustyö tulee voida aloittaa viimeistään 10 minuutin kuluttua paloilmoituksesta. Jos tämä ei ole muutoin mahdollista, edellytetään yleensä myös sitä, että kohteella on oma koulutettu sammutusryhmä tai tehdaspalokunta. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

Suojaustaso 3

Automaattinen sammutuslaitteisto sekä suojaustason 1 mukainen alkusammutuskalusto.

- Sprinklerilaitteisto tulee kysymykseen kohteista, joissa vesi on sopiva sammutusaine ja joissa henkilöturvallisuus, suuret omaisuusarvot, suuret palo-osastot tai kohteen palotekninen luonne edellyttävät tehokasta automaattista sammutuslaitteistoa.
- Vaahtolaitteisto soveltuu sekä syttyvien nesteiden että useiden kiinteiden aineiden sammutukseen. Myös muita automaattisia sammutuslaitteistoja voidaan eräissä tapauksissa käyttää kohteiden yleissuojaukseen. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

2.2.3. Rakennuksen paloluokka

P1-luokan rakennus

P1-luokan rakennuksen kerroslukua tai korkeutta ei rajoiteta. Rakennukseen saadaan sijoittaa palovaarallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvia toimintoja. Kaksikerroksinen rakennus tehdään aina P1-luokan vaatimukset täyttäväksi, mikäli siinä harjoitettava toiminta on palovaarallisuusluokkaa 2 tai siinä työskentelee yli 50 henkilöä. Yli kaksikerroksinen rakennus tehdään aina P1-luokan vaatimukset täyttävä. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

P2 luokan rakennus

P2-luokan rakennus voi olla yksi- tai kaksikerroksinen. Kaksikerroksinen rakennus saa olla enintään 9 m korkea; yksikerroksinen rakennus saa kuitenkin olla tätä korkeampi. Yksikerroksiseen rakennukseen saadaan sijoittaa palovaarallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvia toimintoja. Kaksikerroksiseen rakennukseen saadaan sijoittaa vain palovaarallisuusluokkaan 1 kuuluvia toimintoja. Rakennuksessa saa työskennellä enintään 50 henkilöä. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

P3-luokan rakennus

P3-luokan rakennus saa olla vain yksikerroksinen ja enintään 14 m korkea. P3-luokan rakennus tulee kysymykseen lähinnä palovaarallisuusluokassa 1. Jos toiminta on palovaarallisuusluokkaa 2, rakennuksen suojaustaso on 3. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

2.2.4. Kerrosluvun soveltaminen

Jos pääosin yksikerroksisessa rakennuksessa on vain vähän tiloja sijoitettu kahteen kerrokseen, voidaan rakennusta paloteknisessä mielessä tarkastella yksikerroksisen tapaan edellyttäen, että kaksikerroksisessa osassa olevat tilat liittyvät oleellisesti kyseisen rakennuksen toimintaan. Toisen kerroksen kerrosala saa olla 15% koko rakennuksen kerrosalasta, ei kuitenkaan yli 200k-m². Kerros erotetaan omaksi palo-osastoksi. Tämä ei koske toiseen kerrokseen sijoitettua enintään 50 k-m²:n suuruisia tiloja. Avonaisia varastoparvia tai hoitotasoja, jotka on tarkoitettu lähinnä koneiden ja laitteiden huoltoa ja korjaamista varten, ei yleensä pidetä kerroksena. Niiltä sekä kulku- ja kuljetinsilloilta järjestetään varatie turvalliseksi katsottavalle paikalle. Kulkureitin pituus on enintään 45 m. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

2.2.5 Savunpoiston järjestäminen

Rakennukseen järjestetään sen eri tiloihin soveltuva riittävä mahdollisuus savunpoistoon. Savunpoistojärjestelyistä neuvotellaan paikallisen pelastusviranomaisen kanssa. Rakennuksen palo-osastointi jaetaan yleensä savusuluilla enintään 1600 m² :n savulohkoihin, joista järjestetään savunpoisto. Savulohkoja muodostettaessa otetaan huomioon muun muassa palokuorman jakautuminen. Suurien palokuormakeskittymien kohdalle järjestetään korkeat savusulut ja riittävät savunpoistoaukot. Savusulkuina voidaan käyttää kohteen rakennusosia kuten palkkeja tai kuumuutta kestäviä seinämiä ja verhoja. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

Painovoimainen savunpoisto

Painovoimainen savunpoisto voidaan järjestää

- käyttämällä huoneen yläosassa sijaitsevia helposti avattavia tai helposti rikottavia ikkunoita ja luukkuja sekä korkeita oviaukkoja
- käyttämällä pääosin erillisiä savunpoistoluukkuja sekä lisäksi huonetilan yläosassa sijaitsevia helposti avattavia tai rikottavia ikkunoita tai
- käyttämällä automaattista savunpoistolaitteistoa.

Ensimmäinen vaihtoehto riittää yleensä suojaustasossa 1 sekä automaattisen sammutuslaitteiston yhteydessä. Toisen vaihtoehdon mukaista ratkaisua käytetään suojaustason 2 yhteydessä. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

Automaattinen savunpoisto

Automaattinen savunpoistolaitteisto tulee kysymykseen silloin, kun turvallinen poistuminen saattaa vaarantua tai pelastus- ja sammutustehtävät sitä edellyttävät tilan koon, sijainnin, palokuorman määrän tai laadun, henkilömäärän tai muun vastaavan syyn johdosta. (Suomen ympäristöministeriö 2005, hakupäivä 11.8.2012.)

2.2.6. Palovaroittimet

Tilat joihin tulee asentaa sähköverkkoon kytkettävät palovaroittimet:

- asunnot huoneistokohtaisesti
- majoitustilat, joissa on enintään 50 majoituspaikkaa
- hoitolaitokset, joissa on enintään 25 vuodepaikkaa
- päivähoitolaitokset, sekä
- P2-luokan 3-4 -kerroksiset työpaikkarakennukset.

Laitteen virransyöttö varmistetaan akulla tai paristolla. (Suomen Ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.8.2012.)

2.2.7 Poistumisreittien merkinnät

Majoitustilojen, hoitolaitosten sekä kokoontumis- ja liiketilojen uloskäytävät ja kulureitit tulee yleensä varustaa poistumisopasteilla ja poistumisreittivalaistuksella. Poistumisopasteilla tai poistumisreittivalaistuksella tai molemmilla varustetaan muutkin sellaiset tilat, joista poistuminen muutoin saattaa olla ilmeisen vaikeata. Mikäli uloskäytävien ovet ja pääsy niille eivät ole selvästi nähtävissä tai muut ovet voivat harhauttaa ulospyrkijöitä, uloskäytävät ja pääsy niille tulee tarvittaessa merkitä. (Suomen Ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.8.2012.)

3. SÄHKÖN JAKELU JA LIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT

Kiinteistön sähköliittymän tehoa mitoitettaessa on tehtävä arvioita tilojen käyttötarkoituksesta ja niitä varten varattavista sähkötehoista. Liittymistehon arviointi on hyvin haastava osuus suunnittelutyöstä. Teollisuuskiinteistöjen tehojen mitoittamista varten ei ole selkeitä ohjeita ja vertailukohtia. Jokainen kiinteistö on yksilöllinen. Suunnittelun kohteena olevan teollisuuskiinteistön sähkökojeista en saanut tehotietoja tilaajalta. Mitoitus perustui arviointeihin sekä vastaavanlaisen kohteen liittymistehoa vertaillen.

3.1. Sähköliittymän mitoitus

Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittamisessa on pyrittävä todellisen huipputehon selvittämiseen laskemalla se todellisten tehontarpeiden mukaan. Aina tämä ei ole mahdollista, sillä kun liittymän kokoa määritellään, ei välttämättä ole tiedossa kuin rakennuksen laajuus ja käyttötarkoitus. (ST kortisto 13.31 1994.)

Eri rakennustyyppien todellisten kuormitusten selvittämiseksi on tutkittu satojen erityyppisten rakennuksien toteutuneita kulutus- ja tehotietoja ja yritetty muodostaa tällä tietomäärällä sekä aiemmalla kokemustiedolla jokaiselle rakennustypille oma tehon- ja energiantarve rakennusneliölle. (ST kortisto 13.31 1994.)

Tehdyissä tutkimuksissa on käynyt kuitenkin ilmi, että aiempien rakennusten toteutunut tehontarve rakennusneliötä kohden vaihtelee käyttötarkoituksen, varustelutason yms. vuoksi niin paljon, ettei tältä pohjalta saa kuin karkeita arvioita neliötehoista. (ST kortisto 13.31 1994.)

Sähköliittymän mitoitus on teknis-taloudellinen optimointitehtävä. Toisaalta on huomioitava sähkönsaannin varmuus, tulevaisuuden sähkötehon tarpeet ja muutostarpeet, mutta toisaalta liittymän tarpeeton ylityö ei taloudellisesti ole järkevää. (ST kortisto 13.31 1994.)

Liittymän mitoittamiseen vaikuttavat rakennuksen käyttötarkoituksen ja käytön lisäksi järjestelmä- ja laitevalinnat. Niillä on suuri merkitys myös elinkaarikustannuksiin ja ympäristövaikutuksiin. (ST kortisto 13.31 1994.)

3.2. Liittymisjohdon mitoitus

Liittymisjohto on mitoittettava SFS 6000-8-801 mukaisin suojavaatimuksin. Liittymisjohdon minimi poikkipinta on $4 \times 25 \text{ mm}^2$ Al. Maakaapeleina käytetään alumiinisia 4-johdinkaapeleita. Verkkoyhtiöiden ohjeissa on niin paljon erilaisia vaihtoehtoja liittymisjohdojen mitoituksessa, että on suositeltavaa varmistaa ko. verkkoyhtiön vaatimukset tapauskohtaisesti. Raahen energia soveltaa liittymisehtoina energiateollisuus ry:n suositusta sähkökäyttöpaikkojen liittymisehdoista. Liittymisehdot liitteessä 1. Raahen energian sähköliittymän hinnoitteluperusteet ja rakentamiseen liittyvät ohjeet näkyvät liitteessä 2. (ST kortisto 13.31 1994.)

3.3. Asennus ja apujärjestelmät

Sähköisen talotekniikan asennusreittien suunnitteluun on kiinnitettävä erityistä huomiota, koska niiden on pystyttävä palvelemaan tehtävässään koko rakennuksen eliniän. Suunnittelussa tulee varautua tulevaisuuden tarpeisiin järjestämällä rakennukseen sellaiset asennusreitit, joissa on riittävästi tilaa myös taloteknisten järjestelmien laajentamiselle. asennusreitit tule valita ja niiden tilantarve tulee ottaa huomioon jo rakennussuunnittelun alkuvaiheessa. (ST kortisto 51.10 2005.)

Johtoreitit on aina rakennettava siten, että reiteillä oleviin kaapeleihin päästään helposti käsiksi niin, että niiden lisääminen ja purkaminen on mahdollista koko rakennuksen käyttöänsä aikana. (ST kortisto 51.10 2005.)

Teknisissä tiloissa sekä alas lasketuissa katoissa ja muissa näkymättömiin jäävissä paikoissa käytetään yleensä tikashyllyjä. Levyhyllyjä käytetään avoimissa tiloissa. Hyllyjen materiaalina on alumiini tai kuumasinkitty teräs. Ripustuskiskoja käytetään silloin, kun kyse on vähäisestä johtotien tarpeesta. (ST kortisto 51.10 2005.)

Metalliset kaapelihyllyt suositellaan yhdistettäväksi potentiaalintasaukseen ja toisiinsa vähintään 4 mm²:n kuparijohtimella tai vastaavalla johtokyvyn omaavalla metallilla. Käytännön toteutuksesta on annettu ohjeita standardissa SFS-EN 50174-3. (ST kortisto 51.10 2005.)

3.4. Läpiviennit

Johto on erityisesti suojattava seinän, välipohjan tai muun rakenteen läpivientikohdassa, jos siinä esiintyy rasituksia, eikä johdon rakenne sellaisenaan anna riittävää suojaa. (Autio 2001, 33.)

Läpivientijohtoa saatetaan helposti vahingoittaa myös välittömästi läpiviennin luona, esimerkiksi lattian läpiviennissä, jossa suoja-putken tulee ulottua vähintään 50 mm:n korkeudelle lattiatasosta. Läpivienti on tiivistettävä, jos siinä muodostuva tai sen kautta valuva vesi voi aiheuttaa vaaraa esimerkiksi kerääntymällä läheisyydessä olevaan liitäntärasiaan. Putkituksessa on vältettävä alaspäin viettäviä mutkia, joihin vesi voi kerääntyä. (Autio 2001, 33.)

Johdon läpivienti on tehtävä sellaisella johtolajilla, jonka käyttö on sallittu läpivientirakenteen kummallakin puolella olevassa tilassa. Läpivientiputki on tiivistettävä huolella, jos tilojen välinen lämpötilaero aiheuttaa vetoa ja veden tiivistymistä putkeen. Myös läpivientiputken on oltava sellainen, että sen käyttö on sallittu molemmissa tiloissa. Seinän läpiviennissä on suositeltavaa varustaa läpivientireikä sähköasennusputkea Jm20 käyttäen, vaikka mekaaniset syyt eivät sitä vaatisikaan. Standardisarjan SFS 6000 ohjeet kaapeleiden läpiviennistä on annettu palon leviämisen minimoimiseksi. (Autio 2001, 33.)

Paloeristäminen

Sellaisessa kohdassa, jossa johtojärjestelmän kaapeli viedään rakennuksen osan (esimerkiksi lattian, seinän, katon tai väliseinän) läpi, läpivienti on tiivistettävä siten, että rakennuksen osalle vaadittu palotekninen luokka pysyy vähintään samana kuin ilman läpivientiä. Sähköläpivientien paloeristeinä tulee käyttää vain testattuja ja paloluokiteltuja aineita ja ne tulee asentaa hyväksyttämispäätöksen edellyttämällä tavalla. Valitun paloeristeen palotekninen luokka on voitava myös tarvittaessa todistaa. Suomessa tyyppihyväksyntäpäätökset myöntää ympäristöministeriö ja laadunvalvontaa hoitaa Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT). (Autio 2001, 34.)

Yksinkertaiseen ja vähän kaapeleita sisältävään läpivientiaukkoon (betoni, tiili) soveltuu vesipohjainen kevytbetonityyppinen massa varsin hyvin. Massa on nopea ja helppo asentaa. Jälkikaapelointia varten voidaan vesipohjainen massa varustaa esimerkiksi tähän tarkoitukseen hyväksytyillä läpivientielementeillä tai turpoavalla massalla varustetuilla putkilla. Kipsilevyseinissä voidaan vesipohjainen massa varustaa esimerkiksi tähän tarkoitukseen hyväksytyillä läpivientielementeillä tai turpoavalla massalla varustetuilla putkilla. (Autio 2001, 34.)

Kipsilevyseinissä voidaan käyttää lämmöstä turpoavalla massalla pinnoitettuja kivivilla levyjä. Kaikki läpivientiaukon seinämät tulee vahvistaa esim. kipsilevyn teräsrunkoprofiililla, koska tulipalon aikana tulipalon puoleinen seinämä voi romahtaa jo aikaisessa vaiheessa. Vahvistus pitää paloeristeen paikoillaan ja paloluokkavaatimus säilyy. Vaikeat ja paljon kaapeleita sisältävät läpiviennit saadaan parhaiten tiiviiksi turpoavilla massoilla, jotka juoksutetaan nestemäisessä muodossa läpivienttiin. (Autio 2001, 33.)

Mikäli läpivientielementtiin kohdistuu liikettä ja värinää, kovat ja puolikovat massat eivät sovellu eristeeksi. On suositeltavaa pyrkiä useaan pieneen läpivientiaukkoon yhden suuren sijasta, jolloin vältytään paloeristeen vahvistusten lisäämiseltä. Kaapelihyllyt tulee tukea molemmin puolin läpivienttiä. Tukien etäisyys läpivientiaukosta tulee tarkistaa valitun paloeristeen hyväksyntäpäätöksistä. Tukien etäisyys läpivientiaukosta saa yleensä olla enintään 30 cm. Kaapelihyllyjä ei saa viedä sähköläpiviennin kautta. (Autio 2001, 37.)

Kohdassa, jossa kanava viedään seinän läpi, läpivienti on tiivistettävä siten, että rakennuksen osalle vaadittu palotekninen luokka pysyy vähintään samana kuin ilman läpivienttiä. Kanavat jotka lävistävät rakennusten osat, joille on määritelty palotekninen luokka, on ulkopuolisen tiivistämisen lisäksi tiivistettävä sisäpuolelta siten, että tiivistyksen palotekninen luokka on sama kuin sen rakennuksen osan, jonka kautta ne asennetaan. (Autio 2001, 37.)

Kevyiden väliseinien läpiviennissä johtokanavan runko-osaa ei mielellään katkaista tai jatkos tehdään väliseinän keskelle. Väliseinän kohdalla kanava varustetaan ääni ja/tai paloeristyksellä. (Autio 2001, 37.)

Paloeristysratkaisujen hyväksyntäpäätökset määrittelevät myös,

- saavatko kaapelit olla niputettuina ja kuinka suurissa nipuissa
- mitkä ovat yksittäisten kaapeleiden suurimmat sallitut halkaisijat
- mitkä ovat kaapeleiden ja nippujen keskinäiset etäisyydet
- mitkä ovat kaapeleiden määrät kaapelihyllyillä jne. (Autio 2001, 37.)

Tarvittavat tiedot ovat saatavissa paloeristeiden valmistajalta tai maahantuojalta. Paloeriste ei saa olennaisesti estää kaapelin jäähtymistä eikä vahingoittaa kaapeleita. Läpivientiaukko tulee palo eristää kaikilta osin. Paloeristeen asennus läpivientiaukkoon tehdään ko. paloeristeen asennusohjeitten mukaisesti. Tarvittavat tukien poistot ja mahdolliset pintakäsittelyt tehdään myös asennusohjeiden edellyttämällä tavalla. (Autio 2001, 38.)

Jälkiasennuksia varten sähköläpivienteihin tehtävät aukot tulee asennustöiden jälkeen eristää siten, että paloluokitus säilyy. Vastuu jälkiasennuksissa tehtävien aukkojen paloluokituksen säilymisestä on sähkötöidenjohtajalla. (Autio 2001, 38.)

4. MAADOITUS JA POTENTIAALINTASAAUS

Yleisvaatimukset

Maadoitusta voidaan käyttää täyttämään sähköasennuksen käyttötarkoituksen mukaan joko erikseen tai yhteisesti turvallisuutta ja toimintaa koskevat vaatimukset. Turvallisuutta koskevien vaatimusten pitää olla aina ensisijaisia. Käytössä olevat maadoituselektrodit on liitettävä maadoitusjohtimella päämaadoituskiskoon. (SFS 6000 2007, 319.)

Maadoitusjärjestelmän tarkoituksena on saada aikaan johtava yhteys maahan, joka

- on luotettava ja sopii asennuksen suojausvaatimuksiin
- voi johtaa maasulkuvirrat ja suojajohtimien virrat maahan aiheuttamatta termisiä, lämpömekaanisia tai sähkömekaanisia rasituksia ja aiheuttamatta näistä virroista johtuvia sähköiskuja
- on vankkarakenteinen tai mekaanisesti suojattu ja arvioituihin ulkoisiin olosuhteisiin verrattuna kestää riittävästi korroosiota
- tarvittaessa soveltuu myös toiminnallisiin tarkoituksiin. (SFS 6000 2007, 319.)

Perustusmaadoituselektrodi

Maadoituselektrodia käytetään ensisijaisesti rakennuksen perustuksiin tai maahan perustusten alle sijoitettua maadoituselektrodia eli perustusmaadoituselektrodia, teräkset on liitettävä yhteen hitsaamalla tai vastaavalla tavalla, niin että saadaan aikaan perustuksissa kiertävä rengas. Kuparia voidaan käyttää myös asennettuna maahan perustusten alle. (SFS 6000 2007, 334.)

Suosittelaa, että betonin sisään asennettuun perustusmaadoitukseen liitetyt maadoitusjohtimet viedään betonin sisään rakennuksen sisäpuolella, ja jos ne viedään betonin sisään rakennuksen ulkopuolelta, tämä pitäisi tehdä maanpinnan yläpuolella. (SFS 6000 2007, 334.)

Perustusmaadoitus elektrodin toteuttaminen rakennuksen rakentamisen aikana on paras tapa saada aikaan hyvä maadoituselektrodi

- siihen ei tarvitse ylimäärästä kaivutyötä
- se on hyvin suojassa myöhemmiltä kaivutöiltä
- se asennetaan yleensä sellaiseen syvyyteen, että siihen ei vaikuta ilmaston vaihtelusta johtuvat rasitukset.
- sillä on hyvä kosketus maahan
- se käyttää hyväksi lähes koko rakennuksen alan ja antaa pienen maadoitusresistanssin
- sitä voidaan käyttää rakentamisen alusta lähtien, myös rakennustyömaan maadoituselektrodina. (SFS 6000 2007, 334.)

Suositellaan, että yhdistetään toisiinsa kaikki maadoituselektrodit ja suojajohtimet, rakennuksen johtavat osat, metalliset rakennusosat ja betonirakenteiden teräkset lukuun ottamatta esijännitetyn betonin teräksiä. Kunkin maadoituselektrodin tehokkuus riippuu maaperän paikallisista olosuhteista. On käytettävä yhtä tai useampaa maaperän ominaisuuksiin ja vaadittavaan maadoitusresistanssiin soveltuvaa maadoituselektrodia. (SFS 6000 2007, 334-335.)

Seuraaventyyppisiä maadoituselektrodeja voidaan käyttää:

- maadoitustankoja tai putkia
- nauhoja lankoja tai köysiä
- levyjä
- perustuksiin upotettuja maanalaisia teräsrakenteita
- hitsattuja betonirakenteen teräksiä
- muita soveltuvia maanalaisia rakenteita paikallisten olosuhteiden tai vaatimusten mukaisesti. (SFS 6000 2007, 321.)

Maadoituselektrodina ei saa käyttää vesijohtoja tai muita putkiverkkoja eikä kaapelien metallivaippoja. Nämä pitää kuitenkin liittää potentiaalintasaukseen. (SFS 6000 2007, 321.)

Valittaessa maadoituselektrodien rakennetta ja upotussyvyyttä on otettava huomioon paikalliset olosuhteet ja vaatimukset siten, että maan kuivuminen tai jäätyminen ei suurennakaan maadoitusresistanssia niin suureksi, että se vaarantaa sähköiskulta suojaamisen menetelmät. Maadoituselektrodina käytettävät maanalainen rakenteellinen perustuksiin upotettu metalliverkko tai betoni teräkset, on liitettävä luotettavasti maadoitusjohtimeen. Liitäntä pitää tehdä hitsaamalla tai luotettavalla mekaanisella liitoksella. (SFS 6000 2007,321.)

Muut hyväksytyt maadoituselektrodirakenteet

Jos perustuselektrodia ei pystytä jostain syystä rakentamaan, voidaan rakennuksissa käyttää maadoituselektrodina perustusten ympäri kulkevaa elektrodia, joka on asennettu lähelle perustusten reunaan ja riittävän syväälle, ettei se helposti vahingoitu. Jos perustusten ympäri kulkevaa elektrodia ei teknisistä syistä voida tehdä, voidaan maadoituselektrodin minimirakenteena käyttää vähintään 20m pitkää vaakaelektrodia, joka asennetaan siten, ettei elektrodi vahingoitu helposti. Asennustapoina pidetään seuraavanlaisia:

- asennus rakennusta syöttävän kaapelin kanssa samaan ojaan
- asennus lähelle rakennuksen perustuksia. (SFS 6000 2007, 335.)

Jos maadoituselektrodia ei voida asentaa siten, että se on suojattu vahingoittumiselta, pitää käyttää kahta eri suuntiin sijoitettua vähintään 20 m pitkää vaakaelektrodia tai mieluummin yhtä vähintään 40 m pitkää renkaan muotoista elektrodia. (SFS 6000 2007, 335.)

Maadoitusjohtimet

Maadoitusjohtimen on vastattava taulukon 1 suojajohtimen minimi poikkipinnalle asetamat vaatimukset.

Taulukko 1 Maahan asennettujen maadoitusjohtimien minimipoikkipinta (SFS 6000 2007, 322.)

Maadoitusjohdin	Minimipoikkipinta mm ² suojattuna mekaaniselta vahingoittumiselta		Minimipoikkipinta mm ² suojaamatta mekaaniselta vahingoittumiselta	
	Kupari	Teräs	Kupari	Teräs
Suojattu korroosiolta	2,5	10	16	16
Suojaamatta korroosiolta	16	50	16	50

Maadoitusjohdin on yhdistettävä maadoitus elektrodiin huolellisesti ja liitoksen on oltava sähköisesti luotettava. Liitos on tehtävä kovajuotoksella, puristusliitimellä tai muulla mekaanisella liitoksella. Mekaaniset liitokset pitää asentaa valmistajan ohjeiden mukaisesti. Puristusliitin ei saa vaurioittaa elektrodiä tai maadoitusjohdinta. (SFS 6000 2007, 322.)

Päämaadoituskisko tai -liitin

Jokaisessa asennuksessa jossa käytetään suojaavaa potentiaalintasausta, on oltava päämaadoituskisko tai -liitin johon liitetään seuraavat johtimet:

- suojaavat potentiaalintausjohtimet
- maadoitusjohtimet
- suojajohtimet
- mahdolliset toiminnalliset maadoitusjohtimet

Jokainen päämaadoitus kiskoon liitetty johdin on voitava irrottaa yksitellen. Liitoksen on oltava mekaanisesti ja sähköisesti luotettava, ja se saa olla avattavissa vain työkalun avulla. Maadoitusjohtimet tulee merkitä osoitekilvellä. (SFS 6000 2007, 322.)

Päämaadoituskiskoon liitettävät suojaavat potentiaalintausjohtimet

Pääpotentiaalintauskseen käytettävien suojaavien potentiaalintausjohtimien, jotka liitetään päämaadoituskiskoon, on oltava poikkipinnaltaan vähintään

- 6 mm² kupari tai
- 16 mm² alumiini tai
- 50 mm² terästä. (SFS 6000 2007, 327.)

Suojaavat potentiaalintasausjohtimet lisäpotentiaalintasausta varten

Kaksi jännitteelle altista osaa toisiinsa yhdistävän lisäpotentiaalintasausjohtimen johtavuuden on oltava vähintään yhtä suuri kuin jännitteelle alttiiseen osaan kytketyn pienemmän suojajohtimen poikkipinta. Potentiaalintasausjohdinta, joka ei ole kaapelin osa, pidetään mekaanisesti suojattuna, jos se on sijoitettu putkeen, johtokanavaan, listaan tai suojattu vastaavalla tavalla. (SFS 6000 2007, 327.)

5. OIKOSULKUSUOJAUS JA JÄNNITTEEN ALENEMA

5.1. Jännitteen alenema

Standardissa SFS 6000 suositellaan, ettei jännitteenalenema saisi olla sähkölaitteiston liittymiskohdan ja sähkölaitteen välillä suurempi kuin 4% sähkölaitteiston nimellisjännitteestä. (D1-2009,226.)

Mikäli jännite kulutuspiisteellä on liian alhainen voi se aiheuttaa laiteiden toimimattomuutta ja pahimmillaan laiterikkoja. Kotitalouksissa erityisen herkkiä laitteita jännitteenalenemalle on erilaiset elektroniikka laitteet kuten televisiot, tietokoneet yms. Teollisuus ympäristössä ongelma koske myös elektroniikka laitteita kuten taajuusmuuttajia, ohjelmoitavia logiikoita ja teollisuustietokoneita.

Jännitteenalenema voidaan laskea käyttäen seuraavia kaavoja:

Tasajännitteellä:

$$\Delta U = I \times 2 \times r \times l \quad (1)$$

jossa

ΔU on jännitteenalenema volteissa (V)

I on kuormitusvirta (A)

r on ominaisresistanssi (Ω/m)

l on johdonpituus (m)

Yksivaiheisella vaihtojännitteellä:

$$\Delta U = I \times 2 \times r \times l \times (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (2)$$

jossa

ΔU on jännitteenalenema volteissa (V)

I on kuormitusvirta (A)

r on ominaisresistanssi (Ω/m)

l on johdonpituus (m)

φ on jännitteen ja virran välinen vaihekulma

Kolmivaiheisella vaihtojännitteellä:

$$\Delta U = I \times l \times \sqrt{3} \times (r \cos \varphi \pm x \sin \varphi) \quad (3)$$

jossa

ΔU on jännitteenalenema volteissa (V)

I on kuormitusvirta (A)

l on johdonpituus (m)

r on ominaisresistanssi (Ω/m)

x on ominaisreaktanssi (Ω/m)

φ on jännitteen ja virran välinen vaihekulma

Kaavoissa plus merkkiä käytetään induktiivisella kuormalla ja miinusmerkkiä kapasitiivisella kuormalla.

Vastaava suhteellinen jännitteenalenema saadaan kaavasta:

$$\Delta u = \Delta U / U_n \times 100\% \quad (4)$$

jossa

Δu on suhteellinen jännitteenalenema

ΔU on jännitteenalenema volteissa (V)

U_n on nimellisjännite

x on ominaisreaktanssi (Ω/m)

(D1-2009, 226-227.)

5.2. Syötön automaattinen poiskytkentä

Suojaus syötön automaattisen poiskytkennän avulla on yleisimmin asennuksissa käytetty vikasuojausmenetelmä. Suojausmenetelmän avulla on tarkoitus estää ihmistä (tai koti-

eläintä) joutumasta koskettamaan eristysvian aiheuttamaa vaarallista kosketusjännitettä niin kauan, että se aiheuttaisi hengenvaaraa.

Eristysvian aiheuttama vikavirta ja syntyvä kosketusjännite on poistettava niin nopeasti, ettei se aiheuta vaaraa ihmisille. Suojaukseen tarvitaan suunniteltu vikavirtapiiri ja sopiva suojalaite. (D1-2009, 82-83.)

Toimiakseen kunnolla suojausmenetelmän on täytettävä seuraavat kaksi ehtoa:

1) Virtapiirissä on oltava johtava yhteys, suunniteltu vikavirtapiiri, joka mahdollistaa vikavirran kulkemisen. Vikavirtapiirin rakenne riippuu käytetystä maadoitusjärjestelmästä. (D1-2009, 82-83.)

Ehto edellyttää kaikkien asennuksesta syöttävien sähkölaitteiden jännitteelle alttiiden osien yhdistämistä suojajohtimilla maadoitusjärjestelmään siten, että syntyy vikavirtapiiri. (D1-2009, 82-83.)

2) Vikavirta (ja kosketusjännite) on kytkettävä pois sopivalla suojalaitteella. Poiskytkentäaika riippuu eri tekijöistä, kuten kosketusjännitteestä, jonka alaiseksi henkilö tällöin saattaisi joutua, vian todennäköisyydestä ja sen todennäköisyydestä, että henkilö koskettaa laitetta vian aikana. Sallittu kosketusjännite ja sen kestoaika perustuu tehtyihin tutkimuksiin sähkövirran vaikutuksesta ihmiseen. (D1-2009, 82-83.)

Vikasuojauksen suunnittelu

Vikasuojauksen toimivuus tulee varmistaa sähkölaitteistoa suunniteltaessa. Standardin SFS 6000 kohdan 132 mukaan sähköasennusta suunniteltaessa on varmistettava, että suojaus toteutuu standardin luvun 131 mukaisesti. Luku 131 sisältää vaatimuksen vikasuojauksesta. (D1-2009, 90.)

Suojausehtojen toteutumisen tarkistamiseksi on selvitettävä pienin sallittu oikosulkuvirta arvo, jolla valittu suojalaite toimisi vaaditussa ajassa (joko 0,4 tai 5,0 sekunnissa). (D1-2009, 90.)

Taulukossa 2 on esitetty pienin sallittu oikosulkuvirta eri suojalaitteilla eri toiminta-aikoina. D-tyypin tulppasulakkeilla voi käyttää samoja virta-arvoja, vaikka sen tyyppisten sulakkeiden toimintakäyrät poikkeavat gG-tai gL-sulakkeiden vastaavista. (D1-2009, 90.)

Mitattujen oikosulkuvirtojen tulee olla 25% suurempia kuin suojalaitteiden toimintarajavirrat. Tämä johtuu siitä, että mittauslämpötila on alhaisempi kuin oikosulun aikainen lämpötila. (D1-2009, 90.)

Taulukko 2. Automaattisen poiskytkennän takia vaadittavat oikosulkuvirrat eri suojalaitteilla. (D1-2009, 91.)

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta A	B-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1000
125	625	781,3	1250	1562,5

Haasteellisinta on selvittää, onko suojattavan piirin oikosulkuvirta riittävä. Jos suojausten toimivuus selvitetään jo suunnitteluvaiheessa, ei työn valmistuttua oikosulkuvirtaa välttämättä tarvitse mitata. Suojauksen korjaaminenkin voi jälkepäin olla työlästä.

Myös tämän takia suojaustarkastelu suunnitteluvaiheessa on välttämätöntä. (D1-2009, 92.)

Taulukko 3. Suurimmat johtopituudet käytettäessä vikasuojaukseen automaattista poiskytkentää, joka toteutetaan C-tyypin johdonsuojakatkaisijoilla. Pituudet pätevät sekä poiskytkentäaikaan 0,4 s että 5,0 s. (D1-2009, 98.)

Poikki-pinta Cu A mm ²	Nimel-lisvirta A	Pienin oikosul-kuvirta A	Suurin johtopituus (m), kun impedanssi ennen suojalaitteita on seuraava (mΩ) (vastaava oikosulkuvirta A sulussa)				
			10 (22000)	100 (2200)	300 (730)	500 (440)	1000 (220)
1,5	6	60	124	121	114	107	90
1,5	10	100	74	71	64	57	40
1,5	16	160	46	43	36	29	12
1,5	20	200	37	34	27	20	3
2,5	10	100	124	119	107	96	68
2,5	16	160	77	72	61	49	21
2,5	20	200	61	56	45	34	5
2,5	25	250	49	44	32	21	x
4	16	160	124	115	97	79	133
4	20	200	99	90	72	54	8
4	25	250	79	70	52	34	x
4	32	320	61	53	35	16	x
6	16	160	185	173	146	119	50
6	20	200	148	136	108	81	13
6	25	250	118	106	78	51	x
6	32	320	92	80	52	25	x
6	50	500	58	46	18	x	x
6	63	630	46	33	6	x	x

Poiskytkentäehtojen tarkastelussa kannattaa ensin selvittää, kuinka laajasti ja missä kohdissa asennusta oikosulkuvirta tulee määrittää. Esimerkiksi yhdessä virtapiirissä riittää oikosulkuvirran määrittäminen suojalaitteesta kauimmaisessa pisteessä. Samoin voi käyttää hyväksi esim. suojauksen kannalta kaikkein hankalimman virtapiirin arvoja muiden virtapiirien suojauksen toimivuuden selvittämisessä. (D1-2009, 92.)

Vikasuojausehtojen kannalta tulee määrittää oikosulkuvirta vaihe- ja suojajohtimen välisessä oikosulussa. Oikosulkuvirta voidaan joko mitata tai laskea. Oikosulkuvirran laskentamenetelmät on esitetty mm. standardissa IEC 909. Mikäli laskentaan on käytettävissä soveltuvia laskentaohjelmia, voi oikosulkuvirran määrittää melko tarkasti laske- malla. Tällöin tulee ottaa huomioon myös oikosulkuvirran vaihekulma. (D1-2009, 92.)

Käytännössä oikosulkuvirtaa laskettaessa voidaan tehdä joitain yksinkertaistuksia. Seuraavassa esitettyä menetelmää käytettäessä virhe voi olla yleensä korkeintaan n. 10%. Menetelmää voidaan kuitenkin käyttää, koska virheet tapahtuvat aina turvallisempaan suuntaan eli laskettu oikosulkuvirta on pienempi kuin todellinen. Tällä laskentatavalla ei voi tutkia oikosulkuvirtoja esim. suojalaitteiden katkaisukyvyyn kannalta, koska saadut oikosulkuarvot ovat todellisia arvoja pienempiä. (D1-2009, 92.)

Yksivaiheista oikosulkuvirtaa laskettaessa voidaan käyttää kaavaa

$$I_k = (c \times U) / (\sqrt{3} \times Z) \quad (5)$$

jossa

I_k on pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta (A)

c on kerroin 0,95, joka ottaa huomioon jännitteenaleneman liittimissä, johdoissa, sulakkeissa, kytkimissä jne.

U pääjännite (V)

Z virtapiirin kokonaisimpedanssi, joka muodostuu

- jakelumuntajaa edeltävän verkon impedanssista
- muuntajan impedanssista
- muuntajan jälkeisten johtimien impedanssista.

(D1-2009, 92.)

Tärkein yksinkertaistus on se, että osaimpedanssit lasketaan aritmeettisesti yhteen, jolloin todellinen impedanssi on aina laskettua arvoa pienempi ja vikavirta siten suurempi. (D1-2009, 92.)

Johtimen impedanssia laskettaessa kaapeleilla ja asennusputkiin asennetuilla johtimilla reaktanssi voidaan jättää huomioimatta, jos johtimen poikkipinta on korkeintaan 70 mm². Tällöin impedanssin arvona voidaan käyttää resistanssiarvoa. Ilmajohdoilla reaktanssi on otettava kuitenkin huomioon. Likimääräinen laskenta voi olla perusteltua poikkeustapauksissa, yleensä laskenta kannattaa tehdä tarkemmin käyttämällä valmiita laskentaohjelmia. (D1-2009, 93.)

Sallittu johtopituus voidaan laskea käyttäen kaavaa

$$l = ((c \times U) / (\sqrt{3} \times I_k) - Z_v) / (2 \times z) \quad (6)$$

jossa

l on johtopituus (km)

c on kerroin 0,95

U on pääjännite (V)

I_k on oikosulkuvirta, joka aiheuttaa automaattisen poiskytkennän vaaditussa ajassa

Z_v on impedanssi ennen suojalaitteita

z on suojattavan johtimen impedanssi (Ω/km)

(D1-2009, 94.)

Edellä esitettyä menetelmää käyttäen on laskettu seuraavat suojalaitteiden valintataulukot, taulukko 2 ja taulukko 3. Taulukoista voidaan suoraan nähdä sallitut johtopituudet eri suojalaitteilla (B- ja C- tyyppin johdonsuojakatkaisijat, gG-sulakkeet) ja eri laukaisuajoilla (0,4 ja 5,0 s), kun tunnetaan oikosulkuvirta ennen suojalaitetta. (D1-2009, 94.)

Taulukossa 2 on esitetty johtopituudet myös 5 sekunnin poiskytkentäajoille alle 32A ylivirtasuojilla suojatuille virtapiireille. Näitä voidaan tarvita esimerkiksi vanhojen asennusten muutos- ja laajennustöissä. Uudiskohteissa enintään 32 A ylivirtasuojatuille ryhmäjohtoille käytetään 0.4 sekunnin poiskytkentäaika. (D1-2009, 94.)

Tarkempaa laskentaa tarvittaessa tulee selvittää erikseen käytettyjen johtimien impedanssiarvot ja laskennassa tulee ottaa huomioon myös impedanssien vaihekulma. Tällöin laskenta annattaa yleensä tehdä erityisellä laskentaohjelmalla. Laskennan lähtöarvoina tarvittavat tiedot oikosulkuvirran suuruudesta liittymiskohdassa saa jakeluverkko-yhtiöltä. (D1-2009, 94.)

6. VALAISTUSSUUNNITTELU

Hyvä valaistus on erittäin merkittävä tekijä, kun halutaan luoda miellyttävä työskentelyympäristö ja ihanteelliset työolosuhteet. Hyvät työolosuhteet takaavat parhaan mahdollisen tuottavuuden ja lisäävät huomattavasti myös työturvallisuutta.

Näkökyky on suoraan riippuvainen valon määrästä. Ilman riittävää valoa ihminen ei näe. Siksi valaistuksen pääasiallinen tehtävä onkin taata hyvät näkemisolosuhteet. Ihanteellinen valaistusvoimakkuus voi joskus olla vaikea toteuttaa, mutta valaistussuositustaulukoissa on määritelty minimivaatimukset erityyppisille toimintoille sekä tiloille ja nämä vaatimukset tulee kuitenkin saada toteutettua.

6.1. Valotekniset vaatimukset

Hyvään valaistukseen sisältyy useita laatutekijöitä. Oikeanlaisen valaistuksen saavuttamiseksi tulee ottaa huomioon valaistusvoimakkuus, valaistuksen tasaisuus, häikäisyn rajoittaminen, valon suunta ja muotoilu sekä valon väri ja väriloisto. Tekijöiden tärkeysjärjestys saattaa vaihdella tilojen käyttötarkoituksen tai sisustuksen mukaan. (ST-kortisto 58.07 2005.)

Suomessa käytetään Suomen Standardoimisliiton standardin /SFS-EN 12464-1, Valo ja valaistus. (Työkohteiden valaistus) Valaistussuosituksia, joissa on esitetty tila- ja tehtäväkohtaisesti sekä arvoina valaistusvoimakkuudet, väriominaisuudet ja häikäisyindeksit. Valaistussuositukset ovat kuitenkin vain suuntaa antavia arvoja ja niitä voidaan tietyissä tapauksissa hieman muokata tilanteen mukaan. Viihtyvyyden kannalta ja väsymyksen ehkäisemiseksi on kuitenkin suositeltavaa valita korkeampi valaistustaso. (ST-kortisto 58.07 2005.)

Valaistus voimakkuudella voidaan tarkoittaa koko tilan tai työalueen ja sen lähiympäristön valaistusvoimakkuutta. Ulkotyötiloissa valaistusvoimakkuudella tarkoitetaan työalueen valaistusvoimakkuuksien keskiarvoa. (ST-kortisto 58.07 2005.)

Suosittelut valaistusvoimakkuudet työalueelle

Jatkuvasti miehittyjen työpisteiden valaistusvoimakkuuden ehdottomana miniminä pidetään 200 lx. Valaistus voimakkuus mitataan yleensä vaakasuoralta tasolta 0,85 metrin korkeudelta lattiatasosta. Valaistusvoimakkuusasteikoksi on suositeltu seuraavanlainen (arvot lukseina).

20 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1000 – 1500 – 2000 – 3000 – 5000

Välittömän lähiympäristön valaistusvoimakkuuden tulee myötäillä työympäristön valaistusvoimakkuutta ja sen tulee saada aikaan tasapainoinen luminanssijakauma näkökentässä. Työalueen välitön läheisyys määritellään 0.5 metrin säteellä työalueesta. Esimerkiksi tavanomaisessa toimistohuoneessa suositeltava valaistusvoimakkuus on työalueella 500 lx ja välittömässä lähiympäristössä 300 lx. (ST-kortisto 58.07 2005.)

6.2. Valaisimien vaatimukset

Valaisimet on valittava ja asennettava siten, että suojausmenetelmille ja valaisimen toiminnalle asetetut vaatimukset toteutuvat. Myös ulkoisten tekijöiden asettamien vaatimusten on täyttyvä.

Valaisimien on täytettävä häiriötä koskeva EMC – direktiivi. (ST-kortisto 58.07 2005.)

Valaisimien on täytettävä sitä koskevien rakennestandardien turvallisuusvaatimukset niin, että valaisimet:

- ovat helppoja asentaa, käyttää ja huoltaa
- on rakennettu tarkoituksenmukaisista komponenteista
- ovat energiataloudellisia
- eivät aiheuta palo- tai tapaturman vaaraa
- sietävät ulkopuolista likaa, kosteutta, pölyä ja kemiallisia vaikutuksia kotelointiluokan mukaisesti
- suojaa valonlähdettä mekaanisilta rasituksilta tarkoituksenmukaisissa olosuhteissa

- eivät aiheuta ympäristölle vahinkoa (sirpalesuojat)
- toteuttavat työympäristön ergonomiaan liittyvät vaatimukset
- täyttävät ympäristöministeriön vaatimukset valmistuksen, käytön ja hävityksen suhteen. (ST-kortisto 58.07 2005.)

Valaisimen valinnassa on huomioitava valmistusmateriaalit, koska eri metallit saattavat syövyttää toisiaan ja vaatimus on, että valaisimien värin ja mekaanisten ominaisuuksien on säilyttävä muuttumattomina koko valaisimen elinkaaren ajan. (ST-kortisto 58.07 2005.)

Valaisimen tärkeimmät ominaisuudet ovat sen

- valonjako
- häikäisysojaus
- hyötysuhde
- valon aleneman hallinta

Alenemakerroin määrittää huoltovälin, jota on noudatettava sen varmistamiseksi, ettei valaistusvoimakkuus putoa vaaditun jatkuvan valaistusvoimakkuusarvon alapuolelle. (ST-kortisto 58.07 2005.)

6.3. Poistumistievalaistus

Rakennusten poistumisjärjestelyistä säädetään rakentamismääräyksissä, pelastus lain-säädäntöä täydentää ja tarkentaa sisäasiainministeriön asetus SMa 805/2005 rakennus-ten poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta. Turvavalaisusjärjestelmien kaapeloinnille ja valaisimien ryhmittelylle asetetut vaatimukset on esitetty standardisar-jan SFS 6000 luvussa 556.6. Standardi edellyttää palonkestävää asennusta. (ST-kortisto 59,10 2007.)

Poistumisvalaistus määritellään seuraavasti:

- Poistumisvalaistus: Turvavalaisuksen osa, jonka tarkoituksena on varmistaa henkilöiden turvallisuus tilasta poistuttaessa tai turvata mahdollisesti vaaraa aiheuttavan prosessin lopettaminen ennen poistumista. (ST-kortisto 59,10 2007.)

- Poistumisreitivalaistus: Poistumisvalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on varmistaa, että tilassa olevat henkilöt voivat vaivatta tunnistaa poistumiskeinot ja käyttää niitä turvallisesti (ST-kortisto 59,10 2007.)

Poistumisopasteet ja niiden sijoittaminen

Uloskäytävien ja kulkureittien merkitsemisestä ja valaisemisesta säädetään sisäasiainministeriön asetuksella, jossa edellytetään poistumisreittien merkitsemistä poistumisopasteilla

- 1) majoitustiloissa
- 2) hoitolaitoksissa
- 3) kokoontumis- ja liiketiloissa
- 4) työpaikkatiloissa
- 5) tuotantotiloissa
- 6) varastotiloissa, joissa työskennellään
- 7) sellaisissa muissa tiloissa, joista poistuminen on vaikeaa tai joissa poistumisjärjestelyt ovat tavanomaisesta poikkeavat. (ST-kortisto 59,10 2007.)

Poistumisopasteiden on oltava selkeitä ja helposti tunnistettavissa. Selkeysvaatimus edellyttää, että samassa tilassa käytetyt opasteet ovat mahdollisimman samanlaisia. Opasteiden on oltava aina valaistuja. Ne valaistaan joko sisä- tai ulkopuolisilla valonlähteillä, joiden tulee hätäpoistumistilanteessa toimia määrätyn ajan. Valaistuksella on oltava tavallisen valaistuksen sähkönsyötöstä riippumaton virransyöttö, jolla turvataan valaistuksen toiminta. Jälkivalaisevasta materiaalista tehtyjen opasteiden käyttö on mahdollista lähinnä täydentävinä opasteina. (ST-kortisto 59,10 2007.)

Poistumisopasteet on sijoitettava niin, että uloskäytävät ja kulkureitit ovat riittävän selvästi havaittavissa. Poistumisopasteet sijoitetaan jokaisen poistumiseen käytettävän oven kohdalle. Opasteita sijoitetaan niin, että poistumisreittiä kuljettaessa opasteen ohittamisen jälkeen seuraava opaste näkyy välittömästi. (ST-kortisto 59,10 2007.)

6.4. Turvavalaistuksen suunnittelu

Rakennuksen poistumisreittien suunnittelu on osa arkkitehti suunnittelua. Arkkitehti määrittelee rakennuslupavaiheessa uloskäytävät ja poistumisreitit ja esittää ne pääpiirustuksissa. Suunnittelijan tehtävänä on määrittellä rakennuksen tyyppin, sen tilojen käyttötavan ja poistumisreittien erityispiirteiden perusteella poistumisvalaistuksen tarve ja ominaisuudet. Täysin yleispätevää rakennustyyppikohtaista ohjetta poistumisvalaistuksen toteuttamiseksi ei voida antaa, mutta hyvänä lähtökohtana voidaan kuitenkin pitää taulukossa 4 esitettyä jaottelua. (ST-kortisto 59,10 2007.)

Taulukko 4. Poistumisopasteiden ja poistumisreitin valaistuksen tarve. (ST-kortisto 59,10 2007.)

	Poistumisopasteet	Poistumisreitin valaistus
Majoitustilat	+	+ ¹
Hoitolaitokset	+	+
Rangaistuslaitokset	+	+
Kokoontumis- ja liiketilat	+	+ ²
Toimistot ja muut työpaikatilat	- ⁴	-
Tuotantotilat	+	-
Varastotilat	-4	-
Autosuojat	+	-
Maanalaiset tilat	+	+
Yli 8-kerroksiset rakennukset	+	+

1 Yksikerroksisissa rakennuksissa, joissa poistumismahdollisuudet ovat hyvät (esimerkiksi poistumisen ollessa huoneista suoraan ulos) poistumisreitin valaistus voidaan jättää suoraan pois.

2 Tiloissa, joiden pinta-ala on suurempi kuin 300m². Pienemmissä tiloissa poistumisreitin valaistus harkinnan mukaan.

3 Mikäli poistuminen on vaikeaa tai poistumisjärjestely on tavanomaisesta poikkeava, poistumisreitti on valaistava.

4 Mikäli tilassa ei työskennellä jatkuvasti. (ST-kortisto 59,10 2007.)

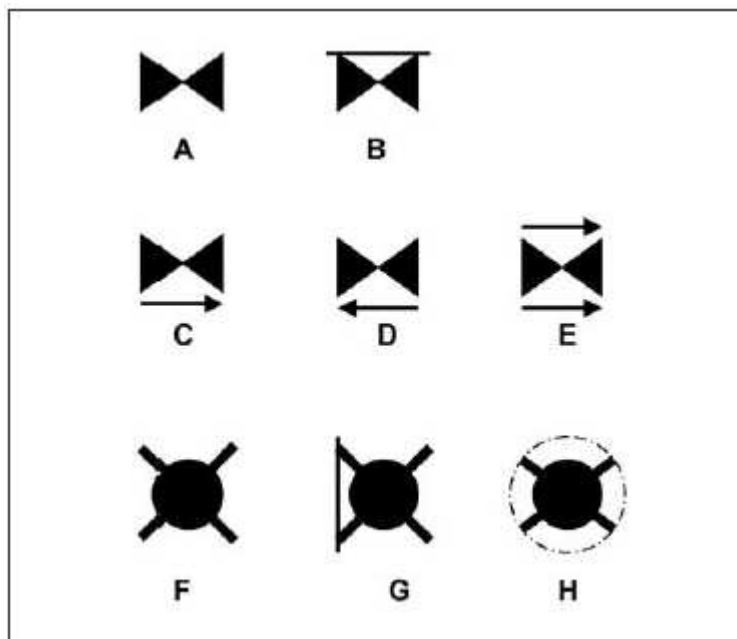
Taulukkoa 4 tulee käyttää tapauskohtaisesti harkiten. Poistumisreittien selkeä merkitseminen on tarpeellista kaikissa niissä tiloissa, joissa liikkuu ihmisiä joiden ei voida olettaa tuntevan tiloja hyvin. (ST-kortisto 59,10 2007.)

Opastevalaisimien valinta ja sijoitus

Opasteiden on oltava jatkuvasti valaistuja eli opasvalaisimien on oltava jatkuvatoimisia. Poistumisopasteiden sijoittamisperiaatteena on, että uloskäytävät on pystyttävä havaitsemaan tilan kaikista osista.

Piirrosmerkit

Turvavalaistuksessa käytettävät piirrosmerkit on esitetty kuvassa 2. Perusmerkkejä ovat kuvan 2 merkit A ja F. Havainnollisuuden parantamiseksi ja selvyyden vuoksi piirrosmerkkejä on usein suositeltavaa täydentää suuntanuolilla suunnan ollessa muu kuin eteenpäin. (ST-kortisto 59,10 2007.)



Kuva 2. Poistumisvalaistuksen piirrosmerkkejä. (ST-kortisto 59,10 2007.)

A opasvalaisin, kattoasennus, kuvasymbolin nuoli eteenpäin (alas)

B opasvalaisin, seinäasennus

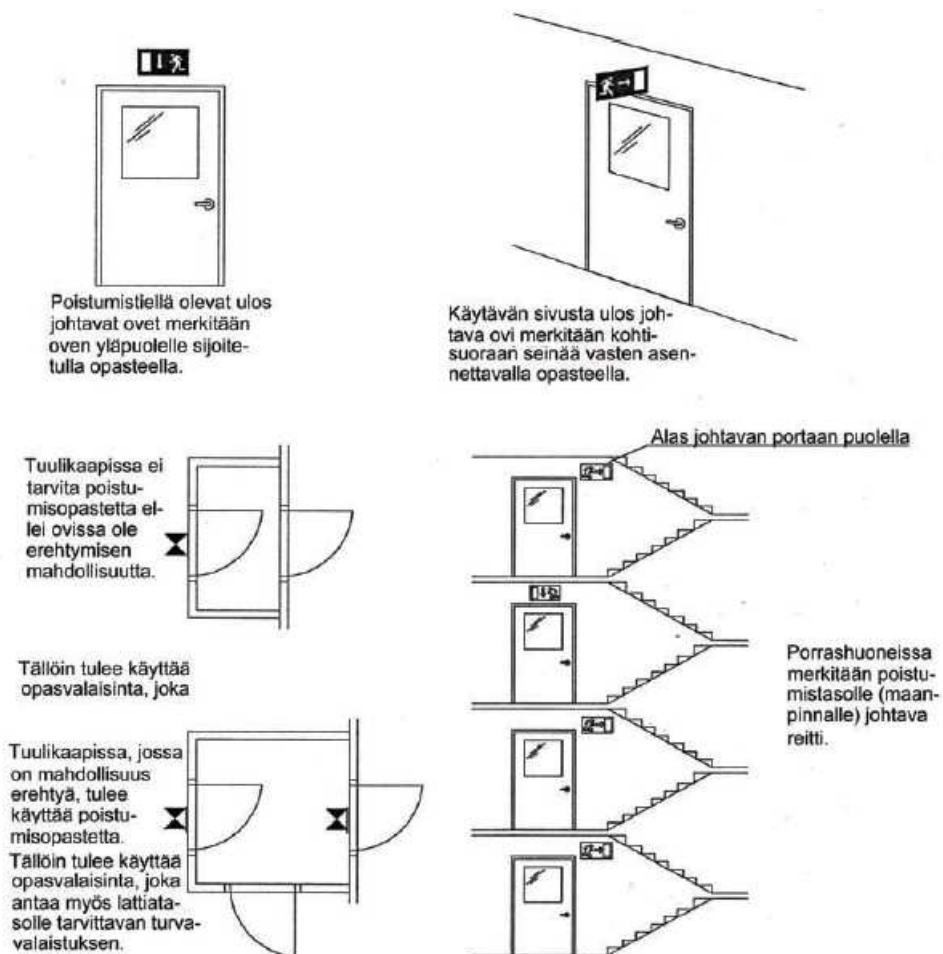
C opasvalaisin, kuvasymboli

D opasvalaisin, kuvasymbolien nuoli vasemmalle

E kasipuoleinen opasvalaisin, kuvasymbolien suuntanuolet oikealle/vasemmalle (ST-kortisto 59,10 2007.)

Virransyöttöjärjestelmä ja ryhmitys

Poistumisvalaistusjärjestelmien päätyypit ovat keskusakustojärjestelmä (24V tai 230V) ja valaisinkohtaiset akut sisältävä yksikkövalaisinjärjestelmä. Turvallisen poistumisen kannalta järjestelmät ovat samanarvoisia. Valinta tehdään tapauskohtaisesti, puntaroiden huollettavuutta sekä kustannustekijöitä. Kuvassa 3 on esimerkkejä opasvalaisimien sijoittelusta. (ST-kortisto 59,10 2007.)



Kuva 3. Esimerkkejä opasvalaisimien sijoittelusta. (ST-kortisto 59,10 2007.)

7. YLEISKAPELOINTI JA ANTENNIJÄRJESTELMÄ

7.1. Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapeloinnilla tarkoitetaan pari- tai optisella kaapeloinnilla tai niiden yhdistelmällä toteutettua kiinteistön sisäistä tiedonsiirtoverkkoa. Yleiskaapelointiverkko on sovelluksesta riippumaton. Sitä voidaan käyttää tietoliikenteen lisäksi esimerkiksi kiinteistön valvontaan tai ohjauksiin liittyviin toimintoihin. Yleiskaapelointi kuuluu nykyään olennaisena osana kiinteistöjen rakenteeseen aivan kuten vesijohtoverkko, lämmitys tai valaistuskin. (Kauppi ym. 2010, 49-50.)

Yleiskaapelointi on pitkälle standardoitu sekä rakenne että komponenttitasolla. Yleiskaapelointia koskevat standardit kuuluvat EN 50173-sarjaan. Tämä sarja käsittää ns. päästandardin EN 50173-1 ja lisäksi kiinteistökohtaiset standardit koti-, toimisto-, teollisuus-, ja datakeskuskapeloinneille. Lisäksi on tulossa oma standardinsa myös sairaalaympäristöihin. Standardi 50173-1 määrittää kaikille kiinteistötyypeille yhteiset vaatimukset riippumatta siitä onko kyseessä toimistotila vai teollisuushalli. (Kauppi ym. 2010, 49-50.)

Yleiskaapelointiverkon suunnittelulle, asennukselle, dokumentoinnille, ja mittaamiselle on julkaistu oma standardinsa. Nämä asiat ovat käsitelty seuraavissa standardeissa. (Kauppi ym. 2010, 49-50.)

EN 50174-1-Standardi määrittelee spesifioinnin vaatimukset, laadunvarmistuksen, dokumentoinnin, hallintoasiat sekä ylläpidon. (Kauppi ym. 2010, 49-50.)

EN 50174-2-Standardissa määritellään mm asennuksen suunnittelu, kaapeleiden ja komponenttien asennustavat sisätiloissa, työturvallisuusasiat sekä maadoitukset ja häiriösuojaukset. (Kauppi ym. 2010, 49-50.)

EN 50174-3 Standardi määrittelee ulkoasennuksissa vastaavat asiat kuin EN 50174-2 sisäasennuksissa. (Kauppi ym. 2010, 49-50.)

EN 50346 Mittaus ja testaus. Tämä standardi määrittelee mm. mittareissa käytettävät testausparametrit. (Kauppi ym. 2010, 49-50.)

Kiinteistökohtaiset kaapeloinnit

Standardeissa EN 50173-2, EN 50173-3, EN 50173-4 ja EN 50173-5 oli siis määritelty käyttötarkoituksiltaan erilaisille kiinteistöille omat vaatimukset yleiskaapelointiverkkojen osalta. Erityisesti asuinkiinteistöissä kaapeloinnin suorituskyvyn vaatimustaso koki Suomessa ison muutoksen vuonna 2008. Perinteiseen puhelinkaapelointiin perustuva sisäjohtoverkko sai väistyä. Uuden Viestintäviraston sisäjohtoverkkoja koskevan määräyksen 25 E/2008 M myötä veloitettiin urakoitsija asentamaan asuinkiinteistöön verkko, jonka suorituskykyvaatimukset pohjautuivat nyt yleiskaapelointistandardeihin. (Kauppi ym. 2010, 49-50.)

Viestintäviraston määräyksen 25 tarkoittaman sisäjohtoverkon piirustukset

Sisäjohtoverkosta on laadittava ja pidettävä ajan tasalla käytössä ja ylläpidossa tarvittavat asiakirjat. Kiinteistön omistaja huolehtii asiakirjojen säilytyksestä talojakamossa tai muussa turvallisessa paikassa niin kauan kuin verkko on käytössä. (ST-kortisto 681.41 2007.)

Aluekaapelointipiirustus

Aluekaapelointi piirustus laaditaan asemapiirustus pohjaan, asioiden selkeän esityksen kannalta riittävään mittakaavaan. Esitettäviä asioita ovat:

- rakennukset nimineen ja rakennusten sijainti esimerkiksi teihin nähden
- rakennusten väliset asennusreitit
- parikaapelit ja niiden tyypit, luokat, kategoriat ja parimäärät
- optiset kaapelit ja niiden, kuitukategoriat ja kuitumäärät, optiset liittintyytit.
- kaapelien asennustavat
- kaapelien käyttötarkoitus (esim. puhelinkaapeli, talokaapeli jne.) (ST-kortisto 681.41 2007.)

Kerros- tai kotikaapeloinnin asennuspiirustukset (tasopiirustukset)

Kerroskaapeloinnin asennuspiirustukset (tasopiirustukset) laaditaan tasopiirustus pohjaan, asioiden selkeän esityksen kannalta riittävään mittakaavaan. Tyypillisiä mittakaavoja ovat 1:50 ja 1:100. Koko kerroskaapelointia ei ole syytä piirtää, vaan vain tietoliikenne rasialta lähtevän kaapeloinnin suuntaan.

Esitettäviä asioita ovat:

- tietoliikennesasioiden asennuspaikat ja -korkeudet
- tietoliikennesasioiden asennustapa, rasiatyypit ja kytkentäperiaate
- keskistyskohdat (CP)
- parikaapelit ja niiden tyypit, luokat kategoriat ja parimäärät
- optiset kaapelit ja niiden tyypit, kuitukategoriat ja kuitumäärät, optiset liitintyypit
- jakamoiden palvelemat alueet (suositellaan sähköpistorasioiden ryhmitysten huomioimista)
- vaaka ja pystyasennusreitit; hyllyt, kanavat, putket ja kerrosten väliset läpiviennit
- jakamohuoneet sekä telineiden ja kaappien sijoitus niissä (mittakaavassa)
- sähkösyötöt pistorasioineen
- piirrosmerkkien selitykset.

Samoin periaattein laaditaan myös asuinkiinteistöjen kotikaapeloinnin asennuspiirustukset. (ST-kortisto 681.41 2007.)

Johtokaaviot

Johtokaaviot laaditaan selkeiksi ja yksiselitteisiksi niin, että niistä selviää yleiskaapeloinnin laajuus, rakenne ja sisältö mahdollisimman hyvin. Mikäli esityksen selkeys vaatii, esitetään runkokaapelointi (nousu- ja aluekaapeloinnit) omassa kaaviossaan ja kerros tai kotikaapeloinnit omassa kaaviossaan. (ST-kortisto 681.41 2007.)

Maadoituskaavio

Maadoituskaaviossa esitetään yleiskaapelointia varten asennettavat maadoituskaapelit ja mahdolliset laitteiden potentiaalintasaukset. Asiat voidaan esittää myös runkojohtokaaviossa, mikäli selkeys sen sallii. (ST-kortisto 681.41 2007.)

Jakamon varustuspiirustus

Kytkentäkaapeista tai -telineistä laaditaan tyyppi- ja piirustukset, joissa esitetään seuraavat asiat:

- kaappien ja telineiden mitat: leveys * korkeus * syvyys millimetreinä (mm)
- suositus kaapin mitoiksi, esim. 800 * 600 * 2000 (myös syvyys voi olla 800 joissain tapauksissa)
- seinien irrotettavuus, sokkeli, ovien laatu (lasi metalli), kätisyys ja lukitus
- mahdolliset kääntökehykset (ei yleisesti käytössä)
- asennuskehikko ja kaapeloinnin tulosuunta
- optisten kytkentäpaneelien sijainti, lukumäärät sekä liittimien lukumäärät ja tyyppit
- parikaapelien kytkentäpaneelien sijainnit, lukumäärät sekä liittimien lukumäärät ja tyyppit.
- puhelinkaapelien kytkentäpaneelien sijainnit ja lukumäärät sekä liittimien lukumäärät ja tyyppit (esim. Rj45 tai LSA PLUS)
- ohjuripaneelien sijainnit ja lukumäärät (normaalisti joka kolmas paneeli on ohjuripaneeli)
- Sivuille tulevat pystyohjaussangat
- aktiivilaitteille varatut tilat, kiinteät hyllyt ja liukuhyllyt
- tuulettimet, termostaatit ja suodattimet
- pistorasiapaneeli (sähkö) ja sen sijainti
- tarve tai tilavaraus varmennetulle sähkölle, kuten UPS : lle
- maadoituskiskon tyyppi ja sijainti mikäli on tarvetta, ristikytkentäkaapelien lukumäärät, pituudet ja tyyppit. (ST-kortisto 681.41 2007.)

Käytettäessä telineitä on suositeltavaa käyttää lattialla seisovaa kaappirunkoa tai seinään kiinnitettävää tukevaa runkoa. (ST-kortisto 681.41 2007.)

Merkinnät

Merkinnöistä laaditaan ohje tai ohjepiirustus, jossa on esitetty, mitä merkitään ja millä tavalla. Esitetään merkintätekniikka, kuten tarra tai kilpi, sekä niiden koot ja kiinnitystavat.

Merkittäviä kohteita ovat ainakin seuraavat:

- tietoliikenne rasiat
- kerroskaapelit
- runkokaapelit
- kytkentäpaneelit ja paneeliliittimet
- jakamon muut mahdolliset kytkentäpäätteet
- maadoitusrima
- sähkönsyöttö ja sähkönsyöttöpaneelit
- aktiivilaitteet

kytkentäkaapit tai –telineet. (ST-kortisto 681.41 2007.)

7.1.1. Yleiskaapeloinnin parikaapeloinnit.

Parikaapeleiden tiedonsiirron väylänä toimii neljä kierrettyä, kuparista johdinparia. Jokainen johdin kulkee oman eristeensä sisällä ja on symmetrisesti kierretty toisen vastaavanlaisen eristetyn johtimen kanssa pariaksi. Lisäksi nämä neljä johdinparia kaapeloidaan vielä yhteisellä vaipalla, mikä tekee siitä kaapelille tyypillisen rakenteen. Johtimien eristemateriaalina käytetään yleensä polyeteeniä sekä vaipan materiaalina PVC-muovia tai vastaavaa. (Kauppi ym. 2010, 62.)

Eristeiden lisäksi parikaapeleissa käytetään erityyppisiä suojausrakenteita. Niiden tarkoitus on estää esimerkiksi ulkoisten sähkömagneettisten häiriöiden haitalliset vaikutukset kaapeleissa tapahtuvaan tiedonsiirtoon. Suojausrakenne voi sijaita eristetyn johdinparin ympärillä tai se voi olla yhteinen kaikille johdinpareille. Suojausrakenteen materiaalina käytetään yleensä folio- tai metallipunossukkaa. (Kauppi ym. 2010, 62.)

Valittaessa kaapeleita asennuskohteeseen tulee kiinnittää erityistä huomiota kaapelin suojausrakenteen tasoon. Toimistokiinteistöjen ja kotien parikaapeloinneissa riittävät

tyypillisesti kevyen suojausrakenteen omaavat kaapelit. Teollisuuskiinteistöissä tilanne voi olla toinen: koneiden, muuntajien, vahvavirtakaapeleiden ym. tuottamat sähkömagneettiset häiriöt vaativat raskaamman suojausrakenteen parikaapeleille. Voi olla myös mahdollista, että parikaapeleiden asennus tiettyihin ympäristöihin ei ole lainkaan mahdollista johtuen suurista häiriökentistä. Tässä tapauksessa voidaan käyttää optisilla kaapeleilla toteutettuja yhteyksiä. Optiset kaapelit ovat immuuneja sähkömagneettisille häiriöille. (Kauppi ym. 2010, 62.)

Parikaapelit muodostuvat siis neljästä johdinparista eli kahdesta erillisestä johtimesta. Jokaisen johtimen eriste on merkitty tietyllä värikoodilla. Värimerkinnän avulla pystytään johtimet kytkemään ja päättämään oikeassa järjestyksessä liittimiin. (Kauppi ym. 2010, 63.)

Parikaapelia päätettäessä on syytä tarkastaa, että liittinyksiköt ja kaapelit ovat samaa kategorialla ja samaa suojaustasoa. Parikaapelit päätetään joko RJ45-liittinyksiköihin tai tarkoitukseen soveltuvaan hahloliitosrimaan. Liittinyksikön takaosaan on selkeästi merkitty johtimien kytkentäjärjestys. (Kauppi ym. 2010, 62.)

Parikaapeli kytketään liittinyksikköön joko kytkennän A tai B mukaisesti. Valittua kytkentätapaa täytyy noudattaa koko kaapeloinnin alueella. Verkon laajennustöissä täytyy huomioida olemassa olevan verkon kytkentätapa ja käyttää sitä. Parikaapeleiden päättämisessä RJ45-liittinyksikköön pitää ensisijaisesti noudattaa valmistajan ohjeita. Laadukkaan päättämistyön saavuttamiseksi voidaan esittää kuitenkin seuraavat yleiset perussäännöt:

- Parikaapelin ulkovaippaa poistetaan valmistajan ohjeissa mainittu määrä. Vaippaa poistetaan vain niin paljon kuin on välttämätöntä. Vaipan pitää olla yhteinen mahdollisimman lähelle liitinrunkoa.
- Kytkettäessä johtimia liittinyksikköön täytyy symmetrisen parikierron säilyä muuttumattomana mahdollisimman lähelle kytkentäkohtaan.
- Parikaapelin johtimet asetetaan liittinyksikköön siinä olevan värikoodin (A tai B) mukaisesti. Johtimet kytketään liittinyksikköön valmistajan ilmoittamalla tekniikalla ja työkalulla.
- Kaapelin vedonpoisto tehdään valmistajan ohjeiden mukaisesti.

- Suojattuja kaapeleita ja liitinyksikköjä asennettaessa on suojauksen oltava jatkuva ja kattava (360°) kaapelin ja liitinyksikön välillä. (Kauppi ym. 2010, 64-65.)

7.1.2. Optiset kaapeloinnit

Valokaapeli koostuu optisista kuiduista sekä niitä suojaavista elementeistä. Optiset kuidut toimivat valokaapelin tiedonsiirtoväylänä. Kaapeleissa oleva optinen kuitu on tyyppillisesti päällystetty ensiö- tai toisiopäällysteellä, joiden halkaisijat ovat 250 µm tai 900 µm. (Kauppi ym. 2010, 66.)

Optisessa kuidussa informaatio siirtyy ainoastaan ytimen alueella. Ytimen koko voi vaihdella kuitutyypistä riippuen. Yksimuotokuiduissa (SM) ytimen koko on 9-10 µm ja monimuotokuiduissa (MM) 50 tai 62,5 µm. Informaatio siirretään optiseen kuituun joko laser- tai led-lähettimellä. Yksimuotokuiduilla saavutetaan huomattavasti pidemmät tiedonsiirtoetäisyydet kuin monimuotokuiduilla. Optiset kuidut jaetaan kuuteen eri kategoriaan niiden ominaisuuksien perusteella: monimuotokuiduilla kategoriat ovat OM1, OM2, OM3 ja OM4, yksimuotokuiduilla OS1 ja OS2. (Kauppi ym. 2010, 66.)

Tyypillisesti valokaapeleissa on kuituja 2-192 kpl. Valokaapelin rakenne- ja suojaelementtien tehtävänä on suojata optisia kuituja mekaaniselta rasitukselta, kuten iskuilta vedolta, kosteudelta ym. Valokaapeleissa, erityisesti maakaapeleissa, on käytössä myös metallisia suoja- ja vahvike-elementtejä. Nämä täytyy aina maadoittaa asianmukaisesti. Tyypillisimmät yleiskaapeloinnissa käytettävät valokaapelit voidaan jakaa käyttötarkoituksen perusteella seuraaviin ryhmiin:

- maakaapelit
- kanavakaapelit
- sisä-/ulkokaapelit
- sisäasennuskaapelit

(Kauppi ym. 2010, 66-67.)

Maakaapelit ovat joko suoraan maahan tai kanavaputkeen asennettavia kaapeleita. Maasennuksia tehtäessä on syytä kuitenkin välttää asentamista kivikkoiseen maaperään. Maakaapeleille ominaista on jyrkät rakenne sekä niissä on yleensä rasva tai geelitäyte

suojaamassa kuituja vedeltä ja kosteudelta. Maakaapeleiden asentamista sisätiloihin tulee välttää mm. niiden huonomman paloturvallisuuden takia. (Kauppi ym. 2010, 67.)

Kanavakaapelit ovat rakenteeltaan astetta kevyempiä kuin maakaapelit. Niissä voi olla myös rasvatäyte. Kanavakaapeleita ei saa asentaa suoraan maaperään, vaan niiden suojana täytyy olla asennuskohteeseen putki. (Kauppi ym. 2010, 67.)

Sisä-/ulkokaapelit on pääasiassa tarkoitettu kiinteistöjen sisäisiin kaapelointeihin kuten nousukaapelointiin. Näitä kaapeleita voi myös asentaa kanavaputkiin tietyin varauksin. Sisäasennuskaapelit on tarkoitettu ainoastaan kiinteistöjen sisäisiin kaapelointeihin, kuten esimerkiksi aktiivilaitekaapelointeihin, työpistekaapelointeihin tai ristikytkentään. (Kauppi ym. 2010, 67.)

Valokaapelit päätetään aina urospuolisia kuituliittimiä käyttäen. Suositeltavat liittintyyppit ovat LC tai SC. Optisen liittimen liitinrungon väristä voidaan päätellä, mikä kuitutyypin liittimeen on liitetty. (Kauppi ym. 2010, 69.)

Yksimuotoliittimissä käytetään joko vihreää tai sinistä liittintä. Vihreää väriä käytetään ns. vinohiotuissa (APC) liittimissä, joissa liitinpää (ferrule) on hiottu n. 7asteen kulmaan. Vinohiotuilla liittimillä saavutetaan paremmat heijastusvaimennusarvot liitosrajapinnassa kuin perinteisillä, suorilla hionnoilla (SPC,UPC). Vinohiottuja liittimiä käytetään yleensä kohteissa, joissa heijastusvaimennuksella on suuri merkitys yhteyden laatuun esimerkiksi kaapelitelevisioverkoissa (KTV). (Kauppi ym. 2010, 69.)

Sinistä yksimuotoliittintä (SPC,UPC) käytetään pääsääntöisesti tietoliikenneverkoissa. Sininen liitin ei ole yhteensopiva vihreän liittimen kanssa. (Kauppi ym. 2010, 70.)

Monimuotokuituja käytettäessä on liittimen väri beige. Pitää kuitenkin ottaa huomioon, että monimuotokuituja on olemassa kahta eri tyyppiä: 50/125 μ m ja 62,5/125 μ m. Nämä eivät ole keskenään yhteensopivia. Liittimen rungon väristä voidaan siis päätellä ainoastaan että kyseessä on monimuotokuitu. Kuitutyypin pitää erikseen tarkastaa, jos tehdään kytkemis- tai päättämistöitä. (Kauppi ym. 2010, 70.)

Kuituliittimet joko hitsataan tai liitetään mekaanisesti valokaapelissa oleviin kuituihin. Hitsaamalla tehtävässä liitoksessa käytetään häntäkuitua, jossa on liitin asennettu valmiiksi toisiopääällystettyyn (900µm) kuituun. Mekaanisessa liitoksessa käytetään puolestaan erikoisvalmistettua liitintä, jonka voi asentaa suoraan valokaapelin kuituun. Hitsaaminen on kuitenkin yleisin tapa päättää kuidut liittimiin. Hitsaamalla saadaan yleensä paremmat vaimennusarvot kuin mekaanisilla ratkaisuilla. (Kauppi ym. 2010, 66-71.)

7.2 Antennijärjestelmä

Kiinteistön sisäisen yhteisantenniverkon ja -järjestelmän rakenteen on oltava asuin-/liikehuoneistokohtainen tähtiverkko.

Tähtipisteestä kiinteistön väestönsuojaan on asennettava erillinen kaapeli suojaista reitistöä. (Viestintävirasto, hakupäivä 25.9.2012.)

Antennijärjestelmien sähköturvallisuuden valvonta kuuluu sähköturvallisuuslain (410/96) nojalla Turvatekniikan. Viestintämarkkinalain (393/2003) nojalla Viestintävirasto voi antaa teknisiä määräyksiä, jotka koskevat yleisiä tai yksityisiä televerkkoja. (ST-kortisto 621.10 2010.)

Viestintämarkkinalain mukaan yhteisantenniverkko on aina viestintäverkko riippumatta siitä, onko verkko tarkoitettu liitettäväksi yleiseen viestintäverkkoon vai onko se erillinen nk. rakennuksen sisäinen viestintäverkko. Yhteisantennijärjestelmän urakoinnista on määrätty lain 137 §:ssä. Lain mukaan tele- ja antenniurakoitsijan on tehtävä kirjallinen ilmoitus Viestintävirastolle ennen toiminnan aloittamista. (ST-kortisto 621.10 2010.)

Kiinteistön sisäisen yhteisantenniverkon ja -järjestelmän tarvitsemat tilat

Kiinteistön sisäisen yhteisantenniverkon tähtipisteen sisältävä tila on mitoitettava ja sijoitettava siten että:

- kaapelitelevisioverkon liityntäkaapeleille tai yhteisantennijärjestelmän antennille meneville kaapeleille saadaan tarkoituksenmukaiset ja turvalliset johtotiet
- väestönsuojaan menevälle kaapelille saadaan turvallinen johtotie

- kiinteistön sisäinen yhteisantenniverkko ja järjestelmä voidaan rakentaa ja huoltaa tarkoituksenmukaisesti
- asiattomien pääsy tilaan voidaan tehokkaasti estää
- tilan olosuhteet ovat riittävän tasalämpöiset ja kuivat sinne sijoitettaville laitteille ja rakenneosille
- tarvittavat kiinteistön sisäisen yhteisantenniverkon rakenneosat ja laitteet pystytään tilaan tuomaan ja sinne asianmukaisesti asentamaan
- tilaan sijoitettujen rakenneosien ja laitteiden ylläpitotyöt pystytään rakenteita purkamatta tekemään
- tilaan tai sen lähellä olevaan muuhun tilaan on mahdollista tarvittaessa sijoittaa yleiseen viestintäverkkoon tai teleyritykselle kuuluvia, kiinteistöön kytkettävien liittymien tarvitsemia laitteita ja tilaa jää myös kohtuullisiin tulevaisuuden tarpeisiin. (Viestintävirasto, hakupäivä 25.9.2012.)

Toteutus

Pienissä kohteissa voidaan luonnosvaiheen asiat sopia tilaajan kanssa ilman dokumentaatiota. Suurissa kohteissa tehdään alla luetellut dokumentit. Tilaajan pyynnöstä voidaan tehdä myös selvitys useista vaihtoehtoisista ratkaisuista (esim. satelliittisuorajakelu).

Selvitettävät asiat:

- antennirasioiden lukumäärä ja mihin tiloihin niitä sijoitetaan
- verkon tähtipisteiden sijoitusperiaatteet
- verkon taajuusalue ja välitettävät palvelut
- hinta-arvio

Dokumentit (sopimuksen mukaan):

- tekstimuotoinen työselitys
- järjestelmäkaaviopiirros
- tyypillisistä tai toistuvista tiloista sähkötasopiirustus (antenni- ja sähköpistorasiat).

(ST-kortisto 621.10 2010.)

Alustava toteutusvaihe

Tarkoitus on määritellä yksiselitteisesti kaikki asiat, jotka vaikuttavat järjestelmän urakkahintaan. Dokumenttien perusteella voidaan pyytää urakkatarjoukset. (ST-kortisto 621.10 2010.)

Toteutus

Tehdään varsinainen antennijärjestelmän suunnittelu, joka dokumentoidaan.

Selvitettävät asiat:

- tilavaraukset
- tilan sähkönsyöttö
- tilan valaistus
- mastonpaikkaehdotus
- antennit
- antennien syöttökaapelien tyyppi ja reitti
- maadoitus ja potentiaalintasaus
- päävahvistin lohkokaaaviona
- tähtipiste lohkokaaaviona
- kaapelitelevisioverkonliityntäkaapelin reitti
- antennirasioiden määrä, tyyppi ja sijainti
- passiivisen jakoverkon taajuusalue
- kaapelien tyyppi ja reitti

(ST-kortisto 621.10 2010.)

Käyttöönottovaihe

Varmistutaan, että antennijärjestelmän dokumentit sisältävät kaikki muutokset, joita urakoinnin aikana on jouduttu tekemään tai jotka ovat jääneet toteutusvaiheessa dokumentoimatta. (ST-kortisto 621.10 2010.)

Toteutus

Päivitetään dokumentit. Varmistetaan että teleurakoitsijan nimi ja yhteystiedot ovat kaikissa dokumenteissa. (ST-kortisto 621.10 2010.)

Dokumentit:

- antennijärjestelmän kaavio
- maston ja antennien rakennepiirustus ja lujuuslaskelma
- sähkötasopiirustukset
- kaapeliluettelo, jossa kaapelien tyyppi, pituus ja jakoverkkokaaviota vastaavat osoitetunnukset
- tarkastusasiakirja, johon liittyy mittaustulokset (teleurakoitsija toimittaa). (ST-kortisto 621.10 2010.)

Laitteiden sijoitus ja tilavaraukset

Antennijärjestelmän laitteille varataan tilat, jotka ovat lukittavia (paitsi huoneistoissa) ja mielellään tasalämpöisiä.

Päävahvistinta ei saa sijoittaa

- palo- tai räjähdysvaaralliseen tilaan
- yksityiseen tilaan (esim. kellarivarasto)
- paikkaan jonne teleurakoitsijalta on pääsy kielletty (esim. hissikonehuone)
- paikkaan jonne kulku on vain kattoluukun kautta tai ulkotikkaita käyttäen.

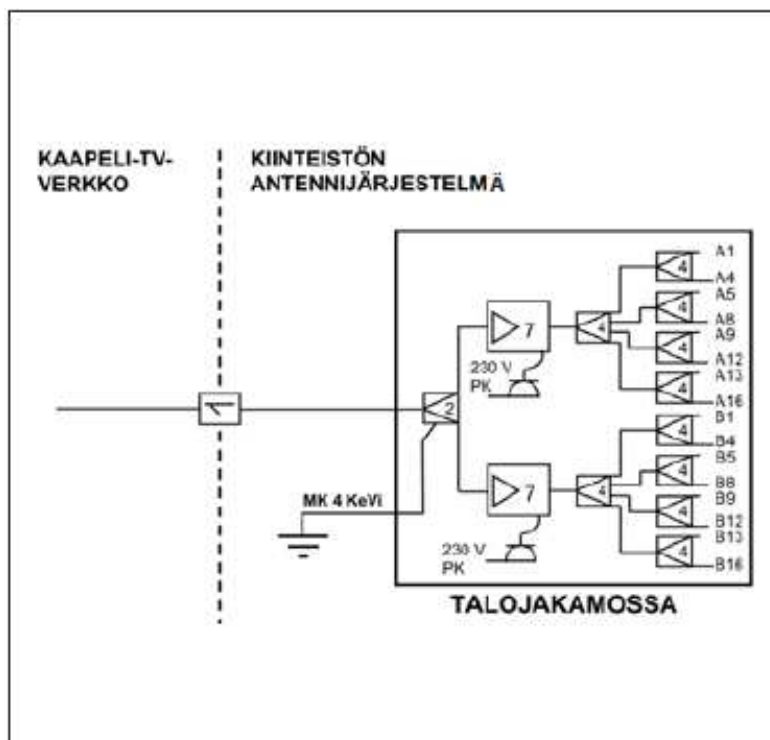
(ST-kortisto 621.10 2010.)

Päävahvistin

Päävahvistimen sijoituspaikassa on oltava seuraava varaus:

- liitäntä potentiaalintasaukselle
- maadoitettu sähköpistorasia mittalaitteelle
- riittävä valaistus huoltotyöhön
- antennijärjestelmän dokumentaatio.

Päävahvistin liitetään sähköverkkoon omana ryhmänä. Tieto ryhmäsulakkeen paikasta on oltava myös päävahvistimella. Kuva 4 on esimerkki päävahvistimen lohkokaaviosta, kun antennijärjestelmä liittyy kaapeli-tv-verkkoon. Vahvistimet ovat esimerkissä kaksisuuntaisia eli ne on varustettu paluusuunnan vahvistimella. (ST-kortisto 621.10 2010.)



Kuva 4. Esimerkki päävahvistimen lohkokaaviosta, kun antennijärjestelmä liittyy kaapeli-tv-verkkoon. (ST-kortisto 621.10 2010.)

Kaapeli-tv-liityntä

Uusien antennijärjestelmien suunnittelussa ja toteutuksessa on kaksi vaihtoehtoa.:

1. Järjestelmässä käytetään omia antennoja ja varaudutaan kaapeli-tv-liityntään. Liittymäkaapelia varten asennetaan 50 mm:n putki perustuksien läpi vahvistin-keskukselle.
2. Järjestelmässä ei käytetä omia antennoja, vaan signaalit saadaan kaapeli-tv-verkosta. Kaapeli-tv:n liityntäkaapelin reitti, luovutuspuoleisen paikka ja signaalien taso sovitaan verkko-operaattorin kanssa ja tiedot arkistoidaan antennijärjestelmän dokumentteihin. (ST-kortisto 621.10 2010.)

Maadoitus

Salamaniskun vaikutus ja siltä suojautuminen riippuu siitä, osuuko salama antennimastoon vai jonnekin lähelle antennijärjestelmää. Näitä kahta vaihtoehtoa on vertailtu taulukossa 5. Jos antennijärjestelmässä ei käytetä omia antennoja, vaan se on liitetty kaapeli-tv-verkkoon tai vastaavaan, maadoitusta ei tarvita. Sen sijaan tarvitaan potentiaalintasaus. (ST-kortisto 621.31 2006.)

Taulukko 5. Salama voi iskeä suoraan mastoon tai lähelle. (ST-kortisto 621.31 2006.)

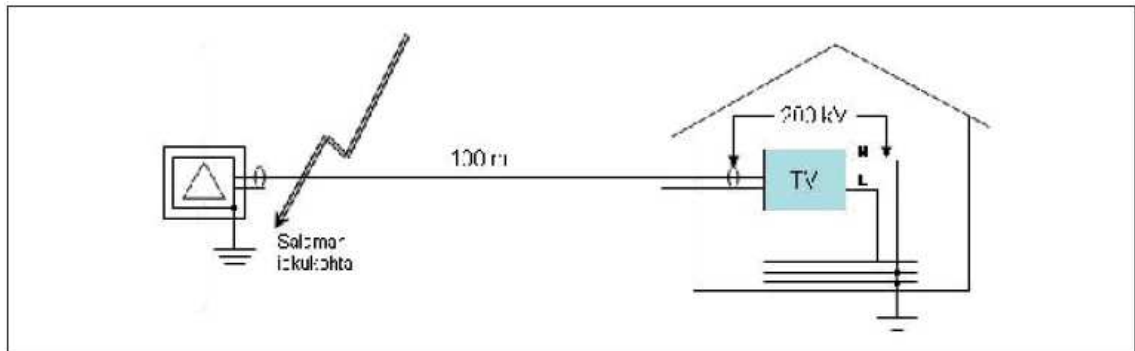
Salamanisku	Aiheuttaa	Suojautuminen
antennimastoon	suuri virta	maadoitus
lähelle	potentiaalieroja	potentiaalintasaus

Potentiaalintasauksen periaate antennijärjestelmässä

Kuva 5 esittää tilannetta, jossa talo on liitetty kaapeli-tv-verkkoon. Talon sähköverkko on maadoitettu maadoituskiskoon. Kaapeli-tv-verkko on maadoitettu 100 metrin päässä rakennuksesta. Kun salama iskee lähelle toista maadoituspistettä, näiden kahden maadoituspisteenvälille syntyy suuri potentiaaliero.

Kuten kuvan 5 esimerkki näyttää, maadoituspisteiden välinen potentiaaliero voi olla salaman iskun aikana hyvin suuri. Rakennuksessa olevaan tv-vastaanottimeen tulee kaksi maapotentiaalia, joiden ero voi hetkellisesti olla siis jopa satoja kilovolteja. Tämä

jännite rikkoo vastaanottimen ja antennivahvistimen sähköeristyksen, jolloin koko antennijärjestelmä tulee jännitteelliseksi. Tämän estämiseksi tarvitaan potentiaalintasausta. (ST-kortisto 621.31 2006.)



Kuva 5. Esimerkki asennuksesta jossa ei ole potentiaalintasausta. (ST-kortisto 621.31 2006.)

Potentiaalintasaus antennijärjestelmässä

Potentiaalintasaamisen periaatteena on, että kaikki kosketeltavissa olevat metallirakenteet kytketään yhteen, jolloin maapotentiaalierot pienenevät. Samalla potentiaalierojen aiheuttama rasitus laitteiden sähköeristykselle vähenee olennaisesti. (ST-kortisto 621.31 2006.)

Antennijärjestelmän kaikki koaksiaalikaapelit kytketään samaan potentiaaliin (eli niiden potentiaali tasataan). Koska koaksiaalikaapelin vaippa on yhteydessä metallisen laitekotelon runkoon, tehdään potentiaalintasaus käytännössä yhdistämällä laitekotelon potentiaalintasauskiskoon, joka yhdistetään maadoituskiskoon. Potentiaalintasausjohtimet ovat 4 mm²:n Cu-johdinta, joka voi olla eristämätön tai kelta-vihreäraitainen. Arinalle tai johdotkanavaan asennetun suojajohtimen on oltava aina eristetty. Rakennukseen tulevien kaapelien (kaapeli-tv:n liittytäkaapelien) potentiaalit pitää tasata jatkoliittimen tms. rakenteen avulla. (ST-kortisto 621.31 2006.)

Maadoituksen ja potentiaalintasauksen dokumentointi

Maadoitus- ja potentiaalintasausjohtimet merkitään maadoitus- tai potentiaalintasauskiskon lähellä. Merkinnät voidaan tehdä tekstimerkintöinä tai merkitsemällä johtimet numeroilla, ja numeroiden merkitys esitetään kiskon lähelle sijoitettavassa kilvessä. Maadoitus ja potentiaalintasaus merkitään antenniverkon johdotuskaavioon. (ST-kortisto 621.31 2006.)

8. TEOLLISUUSHALLIN SUUNNITTELUPROSESSIN KULKU

Työn alussa tutustuttiin kohteen asemakuvaan sekä pohjakuvaan, tavoitteena oli saada mahdollisimman hyvä kokonaiskäsitys kohteen tiloista ja mahdollisista sähköntarpeista. Selvitettiin kohteen lämmitysmuoto, lämmönjakojärjestelmä ja niihin liittyvät sähköpisteet. Oltiin yhteydessä tilaajaan, tilaaja antoi ohjeeksi toteuttaa mahdollisimman tavanomaiset sähkösuunnitelmat. Ratkaisujen tulisi olla mahdollisimman edulliset mutta toimivat. Lisäksi pyydettiin tilaajalta pistekuva, johon oli merkitty mahdollisimman tarkasti kohteeseen tulevat sähköpisteet ja niiden sijainnit.

Oltiin myös yhteyttä kiinteistön tulevaan käyttäjään. Häneltä pyydettiin kohteeseen tulevista sähkölaitteista laiteluetteloa ja layout-kuvaa. Näiden kuvien perusteella oli edellytykset alkuvaiheessa suunnitella sähköpisteet mahdollisimman tarkasti oikealle paikalle ja oikean tehoiseksi. Perehdyttiin myös teollisuuskiinteistön rakentamismääräyksiin savunpoiston, palo-ovien, poistumistievalaistuksen ja palovaroitin järjestelmien osalta.

8.1. Asemakuva

Asemakuvaa suunniteltaessa oltiin yhteydessä paikalliseen sähköverkkoyhtiöön, Raahen energiaan. Heiltä selvitettiin syöttökaapelin tulosuunta ja oikosulkuvirta liittymän luona. Oikosulkuvirta liittymän luona oli 2013A. Syöttökaapelin energialaitos oli järjestänyt tontille. Syöttökaapeliksi he olivat valinneet varastossa jo lojuneen kaapelinpätkän AXMK 4*120S. Kaapelin maksimi kuormitettavuus asennustavalla D (monijohdinkaapelit maassa) on 255A (SFS 6000 2007, 267-268). Syöttökaapelissa on reilu laajennusvara. Suunniteltaessa tulevaisuudessa mahdollista liittymän suurentamista, pelkkä kaapelin maksimi kuormitettavuuden huomioiminen ei riitä. On varmistettava myös muiden suojausheitojen täyttyminen.

Seuraavaksi oltiin yhteydessä paikalliseen puhelinlaitokseen. Kyseltiin telekaapeleista joita he toimittavat kiinteistöön. Samalla selvitettiin heidän kaapeleidensa tulosuunnat. Puhelinlaitoksella oltiinkin todella halukkaita antamaan tietoa. Heiltä saatiin tiedoksi, että kohteen tietoliikennekaapeliksi oli suunniteltu 12-kuituinen yksimuotokuitu. Puhelinlaitoksella oltiin tultu johtopäätökseen, että kyseinen teollisuuskiinteistö ei tarvitse

erikseen antennikaapelointia. Antennijärjestelmä päädyttiin suunnittelemaan vain varauksena. Jos tulevaisuudessa antenna kaivattaisiin, niin järjestelmän saisi toimimaan valokuidun kautta.

Piha-alueelle oli tulossa valomainoskyltti ja autolämmitystolpat. Kyseisten sähköpisteiden paikat oltiin saatu tilaajalta. Pääkeskukselta valomainokselle oleva matka oli sen verran pitkä, että kaapelityyppiä valittaessa jouduttiin tarkastelemaan kyseisen pisteen jännitteenalenemaa.

Tilaaja ei vielä tässä vaiheessa osannut sanoa valomainoksen tehoa. Laskin jännitteenaleneman 10A virralla kaavaa (2) käyttäen. Kaapelina laskennassa käytettiin MCMK 2 x 2,5+2,5 ja MCMK 2 x 6+6. Matka pääkeskukselta valomainokselle oli 110m. Käytettäessä 2,5 mm² johdin poikkipinnalla olevaa kaapelia, saatiin jännitteenalenemaksi 8,3 %. Arvo oli yli kaksinkertainen määräyksissä sanottuun sallittuun arvoon verrattuna. Käytettäessä 6 mm² johdin poikkipinnalla olevaa kaapelia, jännitteenalenema oli 3,48 %. Laskelmien pohjalta laitettiin asemakuviin valomainoksen syöttökaapeliksi MCMK 2 x 6+6. Kosketusjännite-ehtojen toteutuminen varmistettiin käyttämällä vikavirtasuojakytkimellä varustettua ryhmälähtöä.

Saatiin asemakuvaan laitettua kaikki tarvittavat tiedot ja lähetettiin se tilaajalle hyväksyttäväksi. Tilaaja halusi asemakuvan mahdollisimman nopeasti koska maatyöt olivat kohteessa jo käynnissä. Asemakuva liitteenä (liite 4).

8.2. Tasokuva

Tasokuvaa suunniteltaessa ensimmäinen vaihe oli tehdä valaistussuunnitelma Dialux ohjelmaa käyttäen. Dialux ohjelmalla saatiin standardin mukaiset valotehot ja valaisinmäärät kiinteistön eri osiin. Sijoiteltiin ohjelman antamat valaisin määrät halleihin Dialux ohjelmasta saaduilla etäisyyksillä. Laadittiin kohteeseen tulevista valaisimista valaisinluettelon, valaisinluettelo on liitteenä (liite 5).

Pistekuva

Valaistussijoittelun jälkeen aloitettiin laittamaan kohteen käyttäjältä saadun ohjeen pohjalta sähköpisteitä paikoilleen. Kaikki sähköpisteet eivät tulleet tavanomaisille paikoille joten jouduttiin laittamaan suunnitelmaan paljon viittauksia joissa kerrottiin kohteen poikkeavuuksista. Pääkeskukselle oli tilaaja varannut paikan teknisestä huoneesta. Paikka näytti kuitenkin ahtaalta, joten päädyttiin selvittämään uutta paikkaa keskukselle. Keskukselle löytyikin paikka teknisen tilan ulkopuolelta, rengasvaraston puolelta. Telekaappi sijoittui teknisen tilan seinälle.

Sähköpistesijoittelun jälkeen alettiin suunnitella kaapelointireittejä. Koska kyseisen kohteen sähköasennukset tulevat pinta-asennuksina ja sähköpisteitä ei tule paljon, päädyttiin johtotienä käyttämään valaisinripustuskiskoa.

Suunniteltiin valaisinripustuskiskojen reitit valaisinlinjoja myötäillen. Valaisimet kiinnitettäisiin myös valaisinripustuskiskoon. Huolehdittiin että jokaisen sähköpisteen kohdalle tuli johtoreitti pääkeskuksen luota. Sähköpisteet kaapeloitaisiin alas valaisinripustuskiskoilta alumiinista asennusputkea käyttäen.

Sähköpistesijoittelun lopuksi suunniteltiin valaistusohjauspainikkeiden sijoittelua ja ohjaustekniikkaa. Kun kaikki sähköpisteet olivat paikoillaan, lähetettiin pistekuvat hyväksyttäväksi työn tilaajalle. Tilaaja hyväksyi suunnitelmat muutamilla muutoksilla joten työtä päästiin jatkamaan johdotuksien osalta.

Johdotus

Johdotussuunnittelun ensimmäisenä tehtävänä oli varmistaa oikosulkuvirran riittävyys kaukaisimmalla sähköpisteellä. Oikosulkuvirran riittävyys todettiin katsomalla taulukosta kolme epäedullisimmilla vikavirta arvoilla olevan kaapelipituuden. Epäedullisimpaan pisteeseen tuli keskukselta matkaa 55m. Kaapelin poikkipinta oli $2,5 \text{ mm}^2$, kaapelin pituus 55m, oikosulkuvirta ennen suojalaitetta 2013 A sekä johdonsuoja automaattina C-16 tyyppin johdonsuojakatkaisija. Katsottu vikavirta arvo ennen suojalaitetta oli 730A. Tämä antoi suurimmaksi johtopituudeksi 61m. Todettiin suunnitelman täyttävän määräyksissä vaaditut arvot. Oikosulkuvirrat olivat kohteessa niin hyvät, se ei teettänyt

mitään erityistoimenpiteitä. Johdotukset ja johdonsuojien valinnat voitiin tehdä normaalin ohjeistuksen mukaisesti.

Johdotustyön ohessa selvitettiin lämmitysjärjestelmiin liittyvien sähkökojeiden sijainnit sekä kojeiden tehot. Oltiin yhteydessä LVI-suunnittelijaan, LVI-suunnittelijalta saatiin tarkat listaukset tulevista kojeista ja niiden ohjauksista. Halliin tulevien nosto-ovien ohjaukset selvitettiin ovitoimittajalta. Tilaaaja ei tässä vaiheessa vielä osannut sanoa nosto-ovien tyyppiä, siksi jouduin merkitsemään ovien osalta suunnitelmiin ovien johdotuksen olevan suuntaa antavat. Kohteen johdotuskuva on liitteenä (liite 6)

Savunpoistoluukuista ja palo-oven ohjauksista jouduttiin kysymään tarkennuksia tilaajalta, tilaaja lupasi selvittää asiaa. Emme kuitenkaan koskaan saaneet selville luukkujen ja ovien ohjaustapaa eikä tyyppiä joten valittiin luukkuja valmistavan yrityksen sivuilta kohteeseen sopivat luukut ja ovet. Näiden luukkutyypin pohjalta suunniteltiin johdotukset suunnitelmiin. Laitettiin suunnitelmiin kuitenkin maininta johdotusten varmistamisesta. Savunpoistoluukuista lisää kohdassa 10.3.

8.2.1 Liittymän mitoitus

Pääsulakkeen mitoituksessa jouduttiin selvittämään kohteeseen tulevien sähkölaitteiden tehoja ja arvioimaan tehonkulutuksen huippua. Liittymän mitoituksen teoriasta käsitellään kohdassa 3.2.

Kohteen liittymää mitoitettaessa yritettiin saada kohteen tulevalta käyttäjältä tietoon laiteluetteloita joista kävisi ilmi kiinteistöön tulevien laitteiden tehot. Laiteluettelo ei kuitenkaan useista yrityksistä huolimatta saatu, joten alettiin laskea kohteen tehoja sähköpisteiden maksimi tehoilla. Taulukossa 6 on esitetty kohteen tehot sähköpisteiden maksimitehoilla laskettuna.

Taulukko 6 Sähköpistekohtaisia maksimitehoja

	KW
Valaistus	11,20
Kompressori	13,80
Pistorasiat 3~ (16A)	44,60
Pistorasiat 1~	33,00
IV-kone	10,00
Taukotilan sähköpisteet	7,00
Myymälän sähköpisteet	6,00
Pihavalaistus	5,00
Yht.	130,60

Tiedossa olevat suurimmat kulutuskojeet ovat kompressori ja ilmastointikone. Kohteesen tuli myös autonosturi henkilö ja pakettiautopuolelle sekä raskaan kaluston puolelle, lisäksi tuli useita rengasliikkeen tarvitsemia laitteita kuten tasapainotuskone ja vanne kone. Nostureista ja rengaskoneista emme saaneet mitään listaa, josta olisi koneiden ottamat tehot saanut selvitettyä. Laskettiin puuttuvien laitteiden tehot niille pyydettyjen sähköpisteiden maksimitehojen mukaan. Tällä tavalla laskemalla kiinteistön huipputeho tuli ylimitoitetuksi. Liittymän mitoittava huipputeho oli 130 kW. Mitoitusvirraksi I_{max} saatiin tällöin 208A

$$I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} * U_p * \cos \phi_p} = \frac{130kW}{\sqrt{3} * 400V * 0,9} = 208A \quad (6)$$

Pääsulakkeeksi valittaisiin seuraava suurempi koko, eli 3*250A. Kun on kyseessä rengasliike, suurin osa työstä tapahtuu paineilmalaitteilla, nostureita ei käytetä yhtä aikaa ja lämmitysmuotona on kaukolämpö. Tultiin siihen johtopäätökseen että kiinteistön tehoa ei kannata tällä tavalla laskea.

Oltiin jälleen yhteydessä kohteen tulevaan käyttäjään. Tuntui vaikealta saada laitekohtaisia tehoja selvitettyä. Kävi kuitenkin ilmi, että Euromaster oli lähiaikoina rakentaneet vastaavanlaisen kiinteistön Kokkolaan. Kiinteistö oli varustettu samoilla laitteilla kuin Raaheen tuleva kiinteistö, myös lämmitysmuoto oli sama.

Pyydettiin Euromasterin yhteyskenkilöä selvittämään Kokkolan kohteen pääsulakkeen koko. Pääsulakkeen kooksi ilmoitettiin 100A. Tämä alkoikin jo tuntua kohtuulliselta. Kysyttiin vielä paikalliselta verkkoyhtiöltä heidän seuraavat sulakekokonsa. Verkkoyhtiö ilmoitti heidän seuraavien sulakekokojensa olevan 125A, 180A ja 200A. He suosittelevat varaamaan keskukseen laajennusvaraa 180A:in asti. Teollisuuskiinteistöön kun jokin laite lisätään, niin monesti se tarkoittaa kymmenien kilowattien nousua tehonkulutuksessa. Suunniteltiin kohteeseen 180A:n keskuksen. Nyt kiinteistön pääkeskuksessa on varauduttu 55kW:n kulutuksen nousuun.

Raahen energia oli tuonut tontille kaapelin AXMK 4 x 120S. Syöttökaapeli oli sen verran iso, että ongelmia ei mahdollisten laajennusten yhteydessä ilmene. Kyseisen kaapelin kuormitettavuus asennustavalla D on 255A. (SFS 6000 2007, 268)

Pääkeskus varustettiin epäsuoralla mittauksella koska pääsulakkeen koko oli suurempi kuin 63A. Mittauksia suunniteltaessa oltiin yhteydessä paikalliseen energialaitokseen. Energialaitokselta tiedusteltiin epäsuoran mittauksen tarvitsemia tilavarauksia ja virtamuuntaja tietoja. Virtamuuntajat oli asennettava kaikkiin vaiheisiin ja pienjännitevirtamuuntajien tarkkuusluokan on oltava 0.2S. Raahen energia toimittaa virtamuuntajat kohteeseen. Nykypäivänä etäluettavat mittarit ovat niin pienikokoisia, että tilavaraukseksi riittää kun varaa yhden mittaripaikan keskukselle. Kyseltiin myös mahdollisesta loisvirran mittauksesta. Energialaitokselta sanoivat tällaisessa kohteessa loisvirran olevan niin pieni että mittausta tuskin aloitetaan. Keskuskaavio liitteenä (liite 7).

Kiinteistön valaistuksen ohjauksesta suunniteltiin ohjauspiirikaavio, ohjauspiirikaavio on liitteenä (liite 8). Kaaviosta käy ilmi mainosvalojen ohjaus sekä hallin loisteputkivalaistuksen ohjaus. Mainosvaloja ohjataan hämäräkytkimellä ohjatuilla kontaktoreilla. Hallin loistelamppuja ohjataan painonappiohjatuilla sysäysreleillä.

Teollisuuskiinteistön maadoitukset on esitetty maadoituskaaviossa (liite 9). Maadoituskaaviossa on esitetty maadoitukset ja potentiaalitasaukset kaikista rakennuksen ja järjestelmien osista. Maadoitus ja potentiaalitasausjohtimien poikkipinnat on esitetty kaaviossa. Kaaviosta nähdään myös PEN-johdon erotuskohta erilliseksi nolla- ja suojojohdimeksi.

Yleiskaapelointijärjestelmän jakamon suunnittelussa saatiin ohjeet paikalliselta puhelin-yhtiöltä. Kaapin koko tulisi olla 200 x 600 x 600. Kaapissa tulisi olla tilavaraus yksi-muotokuidun päättämiseksi sekä RJ-45 liittimille. Lisäksi kaappi tulisi varustaa sähkö-pisteellä. Kaappi päätettiin sijoittaa tekniseen tilaan. Suunniteltiin yleiskaapelointijärjes-telmästä järjestelmäkaavion, kaaviosta kävi ilmi atk-pisteiden sijainti sekä kaapelityyp-pi. Yleiskaapelointijärjestelmästä tarkemmin kohdassa 9.1. Yleiskaapelointikaavio liit-teenä (liite 10).

Tilaa halusi antennijärjestelmän varauksena. Antennikaapeloinnit kaapeloitiin tele-kaappiin, jatkossa telekaapista on mahdollisuus ottaa antennijärjestelmälle oma kuituyh-teys. Suunniteltiin antennikaavion, kaaviosta käy ilmi antennipisteiden sijainti ja kaape-lityyppi. Antennijärjestelmästä tarkemmin kohdassa 9.2. Antennikaavio on liitteenä (liite 11).

Tein kohteen sähkötyöselostuksen S2010 nimikkeistöön pohjautuen. Täytin selostukses-ta sähkötöihin liittyvät kohdat ST -korttien ohjeita noudattaen. Sähkötyöselostus on liit-teenä (liite 12).

9. SÄHKÖPISTEIDEN SUUNNITTELU

9.1. Huoltohallin sähköpisteet

Huoltohallin sähköpisteiden sijoitteluun ja valintaan vaikuttivat huoltohalliin tulevien sähkölaitteiden sähköiset ominaisuudet sekä asennusolosuhteet. Sähköpisteiden sijainnit suunniteltiin yhteistyössä Euromasterin henkilökunnan kanssa.

Huoltohallin asennusolosuhteet olivat kuivat. On todennäköistä, että kohdetta pestään ajoittain vedellä sekä esimerkiksi teollisuushallissa pölyinen työympäristöstä joten käytetyt sähkökalusteet olivat luokitukseltaan IP 44. Valaistuksen ollessa korkealla valaisimien suojausluokaksi valittiin IP 23. Sähköpisteet joihin ei ollut laitekohtaisia asennuksen korkeusvaatimuksia, asennettiin 1500 mm valmiista lattiapinnasta lukuun ottamatta valaistusohjaus painikkeita. Muutoin sähköpisteiden korkeudet asetettiin kohdekohtaisten vaatimusten mukaisesti.

Valaistus

Valaistus suunniteltiin Dialux ohjelmalla. Koska kohteessa työskennellään yhtäjaksoisesti, halutuksi keskimääräiseksi valaistusvoimakkuudeksi valittiin 500 lx. Valaisimeksi valittiin Philips 460 TMS 2 x TL-D58W IC WB. Ohjelma antoi valaisimien lukumäärän ja asennusetäisyyden. Valaisimet suunniteltiin asennettavaksi valaisinripustuskiskoon. Hallin valaistusta ohjataan oven pielessä olevilla painikkeilla. Keskukseen suunniteltiin sysäysrele ohjaus. Valaistus ryhmiteltiin siten, että oli mahdollista ohjata kolmea eri valaistusryhmää erikseen tarvittavan valaistustehon mukaan.

Huoltohalliin tulevat laitteet

Suurin osa rengasliikkeen käsityökaluista toimii paineilmalla. Paineilmakompressorin olikin kohteen suurin sähkölaite. Kompressorin sijoitettiin tekniseen tilaan. Kompressorin teho on 6 kW. Syöttöpisteeksi suunniteltiin 32A 3~ pistorasia, 20A:n johdonsuojakatkaisijalla suojattuna.

Huoltohalliin tuli kolme kappaletta autonostureita sekä kaksi kappaletta tasapainotus koneita. Laitteet vaativat syöttöpisteikseen 16A 3~ pistorasiat. Nostureiden sähkönsyöttö suunniteltiin asennettavaksi kolmen metrin korkeuteen. Asennusalustaksi suunniteltiin kattoon kiinnitetty teräspalkki, joka ulottuisi 2m korkeuteen lattiasta. Tasapainotuskoneiden sähkönsyöttö suunniteltiin toteutettavaksi seiniin 1500mm korkeuteen asennetuilla pistorasioilla.

Hallin nosto-ovet ovat sähkökäyttöisiä Turnerin ovia. Ovet vaativat sähkönsyöttöikseen 16A 3~ pistorasiat. Muutoin ovien sähköistys hoitui valmistajan suunnitelmien mukaan.

Hallin yleispistorasiat suunniteltiin Euromasterin henkilökunnan haluamille paikoille. Korkeudeksi suunniteltiin 1500mm. Kohteeseen tuli kaukolämpö, lämmönjako hallin puolelle tapahtuu kattoon asennetuilla puhallinkonvektoreilla. Konvektoreita on neljä kappaletta. Puhaltimille suunniteltiin kytkinohjaus keskukselta päälle ja pois. Lämmityksen ohjaus järjestettiin huonetermostaattiohjatulla magneettiventtiileillä. Kahta puhallinkonvektoria kohden tuli yksi termostaatti. Puhaltimien välittömään läheisyyteen suunniteltiin turvakytin, kytkin palvelee huoltotilanteissa.

Sähkökojeiden kaapelointi suunniteltiin toteutettavaksi pintakaapelointina. Kaapelireitteinä käytettiin valaisinripustuskiskoja, kiskoilta kojeille laskeuduttiin alumiinista suojaputkea käyttäen (Jap 20). Kaikki hallin pistorasiasyötöt kompressorin syöttöä lukuunottamatta suojattiin johdonsuoja-automaateilla ja lähtökohtaisilla vikavirtasuojakytkimillä.

9.2. Varastohallin sähköpisteet

Varastohalli on kylmää tilaa, hallin käyttötarkoitus oli toimia rengasvarastona. Sähköpisteitä varastossa oli valaisimien lisäksi vain muutama 1~ pistorasia. Valaistus suunniteltiin Dialux ohjelmalla. Koska kohteessa työskennellään satunnaisesti, halutuksi keskimääräiseksi valaistusvoimakkuudeksi valittiin 200 lx. Valaisimeksi valittiin Philips 460 TMS 2 x TL-D58W IC WB ip-23 luokan loisteputkivalaisin. Valaistusohtaus tapahtuu ovenpielessä olevilla painonapeilla. Keskukseen suunniteltiin sysäysreohjatut lähdöt. Valaistus ryhmiteltiin siten, että oli mahdollista ohjata kolmea eri valaistusryhmää

erikseen tarvittavan valaistustehon mukaan. Valaisimet suunniteltiin asennettavaksi valaisinripustuskiskoon. Valaistusripustuskiskoa käytettiin myös muiden sähköpisteiden kaapelointireittinä. Kytkimet ja pistorasiat suunniteltiin pinta-asennuksena, kaapelointi hoidettiin alas valaisinripustuskiskoilta alumiinista asennusputkea (Jap 20) käyttäen.

Huoltohallin yhteydessä oli myös lämmönjakohuone. Lämmönjakohuoneeseen sijoitettiin heikkovirtajärjestelmille oma ristikytkentäkaappi sekä savunpoistoluukkujen ohjauskeskus. Kiinteistöä lämmitetään kaukolämmöllä. Kaukolämmönvaihtimelle tuli suunnitella sinetöity 10A:n johdonsuojakatkaisija lähtö sekä kahdelle kiertovesipumpulle syöttö. Sähköpääkeskus sijoitettiin lämmönjakohuoneen seinälle hallin puolelle. Lämmönjakohuoneen päällä oli tila hallien iv-koneelle. Iv-koneen teho on 6 kw. Sähkön syöttö iv-koneelle toteutettiin turvakytkimen kautta. Syöttöä suojamaan suunniteltiin 3 x 20A C-tyypin johdonsuojakatkaisijat.

Lämmönjakohuoneen ja iv-konehuoneen valaistus toteutettiin Philips 460 TMS 2 x TL-D58W IC WB loisteputkivalaisimilla. Sähköpisteiden kaapelointi tapahtui pinta-asennuksena, johtoteiksi suunniteltiin käytettäväksi kaapelihyllyä.

9.3. Liiketilän sähköpisteet

Liiketila on 43 m²:n suuruinen tila, tilan yhteydessä oli toimisto ja wc. Liiketilän aulassa oli myymälä. Myymälän tiskille haluttiin atk piste tulostinta ja tietokonetta varten sekä kolme kappaletta kaksiosaisia pistorasioita. Sähköpisteet suunniteltiin putkitettavaksi lattian kautta wc:n väliseinästä. Myymälään tuli lisäksi tv piste, sähköpiste televisiolle sekä siivouspistorasia.

Valaistus suunniteltiin toteutettavaksi viidellä uppo/pinta asennukseen tarkoitettulla Lumiancen 38W TC-DD loistelamppu valaisimella (Fastlux Giotto). Kohteen suunnitteluvaiheessa ehdotin myös kohdevaloja mahdollisille renkaan esittelytelineille. Kohdevaloja ei kuitenkaan hyväksytty suunnitelmiin. Valaistusta ohjataan ovenpielissä olevilla vaihtokytkimillä. Liiketilän sähköasennukset toteutettiin uppoasennuksena.

Liiketilän yhteydessä on 6.5m²:n toimistohuone. Toimistohuoneeseen suunniteltiin yksi siivouspistorasia ja kaksi pistorasiaa tietokoneille sekä atk- ja antennipisteet. Toimistohuoneen valaistus toteutettiin lumiancen 38W TC-DD loistelamppuvalaisimella (Fastlux Giotto).

Liiketilän yhteydessä olevan wc:n sähköpisteiksi suunniteltiin yksi pistorasia sekä valaisin. Valaisimeksi valittiin lumiancen 28W TC-DD loistelamppu valaisin (Fastlux Giotto)

9.4. Taukotilan sähköpisteet

Taukotila on kooltaan 43.3 m². Tilan yhteydessä on sosiaalitila, wc sekä suihku. Taukotila on varustettu minikeittiöllä. Minikeittiön varustelutasoa ei vielä ollut päätetty joten keittiön sähkösuunnittelusta tuli suuntaa-antava. Keittiöön suunniteltiin piste mikroaaltouunille, jääkaapille sekä tasopistorasialle.

Taukotilan valaistus suunniteltiin toteutettavaksi Lumiancen 38W TC-DD loistelamppu valaisimella (Fastlux Giotto). Valaistusta ohjataan ovenpielessä olevalla kytkimellä. Tilaan suunniteltiin neljä pistorasiaa, kaksi atk pistettä ja yksi antennipiste. Sosiaalitilojen valaistus toteutettiin Lumiancen 28W TC-DD loistelamppuvalaisimilla (Fastlux Giotto). Valaistusta ohjataan ovien pielissä olevilla kytkimillä. Sosiaalitiloihin tuli myös yksi sähköpiste. Taukotilan ja sosiaalitilojen sähkönsyöttö suojattiin johdonsuojakatkaisijalla sekä vikavirtasuojakytkimellä. Valaistuksen ip luokitus oli 34.

Taukotilan nurkkaukseen tuli tilan ilmanvaihtoa hoitava ilmastointikone. Ilmastointikoneelle suunniteltiin yksiosainen pistorasia. Rasia kaapeloitiin omana 10A ryhmänä. Lisäksi iv-koneen ohjausta varten laitettiin iv-koneen viereen kojerasiavaraus putkitettuna seinään. Tauko ja sosiaalitilojen sähköpisteet suunniteltiin asennettavaksi uppoasennuksena.

9.5. Ulkovalaistus

Ulkovalaistuksesta käytiin neuvotteluja tilaajan kanssa. Olisin halunnut suunnitella kohteeseen pihavalopylväät parkkipaikka-alueelle. Tilaajan mielestä ratkaisu olisi liian kallias, joten pihavalaisuudessa päädyttiin pelkkiin rakennuksen seinävaloihin. Valaisimiksi valittiin valonheitin Corner QE80W. Valaisimet päätettiin sijoittaa jokaisen nosto-oven yläpuolelle, valaistusta ohjattiin kytkimellä nosto-ovien läheisyydestä.

Pääsisäänkäynnin lippaan suunniteltiin pienoisloisteputkivalaisin, Fastilux Giotto 38W. Pääsisäänkäynnin valaistusta ohjataan kytkimellä myymälän aulasta.

Ulkoseiniin tuli myös mainosvaloja. Tilaaja ei vielä tässä vaiheessa tiennyt mainosvalojen tehoja. Mainosvalojen syötöksi suunnittelin alustavasti 3 x 10A:n ryhmä. Mainosvalojen syöttö kaapeloitiin turvakytkimenkautta valaisimelle. Mainosvaloja ohjataan keskuksessa olevalla hämäräkytkimellä.

10. PALOTURVALLISUUS

10.1. Palovaroitinjärjestelmä

Jotta Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa E1 määräykset täyttyvät, oli kohteen liike ja sosiaalitiloihin asennettava akkuvarmennetut palovaroittimet aina alkavaa 60 m² kohden (Suomen ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.8.2012.). Esittelin tilaajalle erilaisia vaihtoehtoja keskusakustollisista järjestelmistä. Tilaajan toivomus oli kuitenkin, että kohteeseen asennetaan akkupatterivarmennetut 230v:n palovaroittimet. Varoitimien sähkönsyöttö otettiin lähimmältä valaisinryhmältä. Varoittimia suunniteltiin 2kpl, yksi liiketilaan ja yksi sosiaalitilaan. (Suomen ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.8.2012.)

10.2. Poistumistieopasteet

Majoitustilojen, hoitolaitosten sekä kokoontumis- ja liiketilojen uloskäytävät ja kulureitit tulee yleensä varustaa poistumisopasteilla ja poistumisreitivalaistuksella. Paikallisten paloviranomaisten mukaan, kyseisestä hohteesta ei vaadita kuin akkuvarmennetut poistumistieopasteet.

Arkkitehtisuunnitelmiin oli laitettu poistumistieopasteet paikoilleen. Tilaajan kanssa neuvoteltiin, että haluavatko ne keskusakustollisen järjestelmän vai laitekohtaisella akulla varustetun järjestelmän. Keskusakustollinen järjestelmä vaikutti tilaajalta rakentamisvaiheessa liian kalliilta joten päädyttiin valaisinkohtaisella akulla varmennettuun järjestelmään. Poistumistievalaisimiksi valittiin led valaisin M-E2/A/ENO-LED. Poistumistieopasteet sijoiteltiin jokaisen poistumistieoven yläpuolelle. Syöttöjännite otettiin lähimmältä valaistus ryhmältä.

10.3. Savunpoistoluukut

Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa E1:ssä vaaditaan, että rakennukseen järjestetään sen eri tiloihin soveltuva riittävä mahdollisuus savunpoistoon (Suomen ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.8.2012.). Savunpoistojärjestelyistä neuvotellaan paikallisen pelastusviranomaisen kanssa (Suomen ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.8.2012.). Kyseisen kohteen savunpoistomääräyksiä toteutus oli esitetty arkkitehtipiirustuksissa. Kohteen savunpoisto toteutettiin mekaanisesti avattavissa olevilla nosto-ovilla sekä neljällä eri savunpoistoluukulla. Savunpoistoluukkujen ohjauksesta emme saaneet rakennuttajalta tarkennuksia joten savunpoistoluukkujen ohjaukset suunniteltiin ohjeelliseksi.

Luukkuja ohjataan lämmönjakokeskukseen sijoitetun ohjauskeskuksen kautta. Ohjauspainikkeet sijoitettiin liiketilan pääoven läheisyyteen. Savunpoistoluukut ryhmiteltiin kahteen eri ryhmään, huoltohalli ja varastohalli. Molempia ryhmiä kyetään ohjaamaan erikseen. Savunpoistoluukkujen aukaisumekanismiksi valittiin heikkovirtamoottorit. Luukkuja voi näin käyttää myös kesäaikaan kohdetta tuulettaessa. Kaapelointi toteutettiin käyttämällä paloluokiteltua FRH kaapelia.

10.4. Palo-ovet

Suomen Rakentamismääräyskokoelman osa E1:ssä vaaditaan, että rakennuksen palo-osastointi jaetaan yleensä savusuluilla enintään 1600 m²:n savulohkoihin joista järjestetään savunpoisto. Savulohkoja muodostettaessa otetaan huomioon muun muassa palokuorman jakautuminen. (Suomen ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.8.2012.)

Kohteen palo-osastointi oli jaettu varastohallin ja huoltohallin välille. Palokatkona toimii EI 60 luokan paloseinä. Oviaukon kohdalle oli suunniteltu liukuva palo-ovi. Yrityksistäni huolimatta emme saaneet arkkitehdiltä eikä myöskään rakennuttajalta mitään tietoa palo-oven tyypistä. Palo-oven ohjaukset ja kaapelointi merkittiin suunnitelmiin ohjeelliseksi.

11. YHTEENVETO

ElplanFinland Oy oli sopinut sähkösuunnittelu-urakasta Optimikodit Oy:n kanssa. Itselläni opinnäytetyöaihetta ei vielä ollut joten tiemme kohtasivat. Kiinteistön sähkösuunnittelu on kiinnostanut minua aikaisemmin ja nyt tarjoutui hyvä mahdollisuus perehtyä siihen hiukan lisää. Pienteollisuushallin sähkösuunnitteluprojekti kuulosti mielenkiintoiselta.

Olin jonkin verran aikaisemmin tehnyt suunnittelukohteita. Tämän laajuisessa työssä kohtasin paljon uusia määräyksiä ja koulussa oppimiani asioita sai soveltaa käytännössä. Jännitteen alenema, oikosulkuvirran laskeminen ja liittymän mitoittaminen olivat näistä merkittävimpiä.

Työssä tuli tutuksi niin savunpoistojärjestelmien kuin poistumistievalaistuksen määräykset ja ohjeet. Lisäksi jouduin perehtymään ja selvittämään itselle palovarointijärjestelmän vaatimukset teollisuuskiinteistössä. Sähkösuunnittelun kannalta tärkein linkki lähtötietojen kannalta oli Optimikodin Erkki Päckilä sekä Euromasterin henkilökunta. Erittäin tärkeinä tiedonlähteinä pidin Raahen energiaa ja Raahen puhelinlaitosta.

Aina tiedon saanti ei kuitenkaan ollut saumatonta kuten savunpoistoluukkujen ja palooven osalta. Useista yrityksistäni huolimatta lähtötietoja kyseisistä järjestelmistä en koskaan saanut. Suunnittelutyö eteni aikataulun mukaan. Lähtötiedoissa sovitut asiat pysyivät pääosin sovittuina. Isoimpana muutoksena oli pääkeskuksen siirtyminen lämmönjakohuoneesta korjaamohallin puolelle. Muutos ei aiheuttanut mitään ongelmia. Tilaaja sai valmiit suunnitelmat tarjouskyselyä varten aikataulussa.

Työssä käyttämäni teoriatieto pyrittiin ottamaan mahdollisimman luotettavista tietolähteistä. Näistä esimerkkinä sähköalan standardit sekä sähköalan ammattilaisille tarkoitetut ST-kortistot. Kirjallisen raportin teoriaosuudessa pyrin ottamaan esille vain sellaisia asioita joita tarvitsi soveltaa käytännön suunnittelutyössä. Opinnäytetyötä hyödynnetään käytännössä suunnitelmien osalta Optimikodit Oy:n tarjouskyselyvaiheessa.

LÄHTEET

- Autio, Isto 2001 ST-käsikirja 34 Hyvä asennustapa sähkötöissä. Espoo: Sähköinfo Oy
- D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2009. Espoo: Sähköinfo Oy
- E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011. Ympäristöministeriö. Hakupäivä 11.8.2012 <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=126522&lan=fi>>
- E2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2005. Ympäristöministeriö. Hakupäivä 11.8.2012 <<http://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/e2.pdf>>
- Elektroskandia Suomi Valaistuslaskenta. Hakupäivä 30.9.2012 <<http://stara.elektroskandia.fi/documentelement.html?uid=1890548>>
- Kauppi, Veijo & Mäkinen Pertti A & Reinikainen Ville & Tiainen Esa & Ylinen Timo 2010 Sähköasennukset 4. Espoo: Sähköinfo Oy
- Lindström, Ralf 2007 ST-esimerkit 5. 2. painos. Espoo: SFS Käsikirja 600. 2007 Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus 1. painos. Helsinki, SFS Suomen Standardisoimisliitto
- ST – kortisto 51.10 2005 Asennusreitit. Espoo: Sähköinfo Oy
- ST-kortisto 13.31 1994 Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. Espoo: Sähköinfo Oy
- ST – kortisto 59.10 2007 Turvalaistus ja poistumistie opasteet suunnittelu. Espoo: Sähköinfo Oy
- ST - kortisto 58.07 2005 Valaistuksen laatu arviointi ja mittaus. Espoo: Sähköinfo Oy
- Viestintäviraston määräys 21 E/2007 M. Hakupäivä 25.9.2012 <http://www.ficora.fi/index/viestintavirasto/asiakastiedotteet/verkotjaturvallisuus/2007/P_13.html>
- ST – kortisto 621.31 2006 Yhteisantennijärjestelmät. Maadoitus ja potentiaalintasaus. Espoo: Sähköinfo Oy
- ST – kortisto 681.41 2007 Yleiskaapeloinnin dokumentointi. Espoo: Sähköinfo Oy
- ST - kortisto 621.10 2010 Yhteisantennijärjestelmät. Tekninen suunnitteluohje. Espoo: Sähköinfo Oy

LIITTEET

Liite 1. Sähkökäyttöpaikkojen liittymisen ehdot

Liite 2. Sähköliittymän hinnoitteluperusteet

Liite 3. Piirustusluettelo

Liite 4. Asemapiirros

Liite 5. Valaistusluettelo

Liite 6. Johdotus suunnitelma

Liite 7. Keskuskaavio

Liite 8. SPK ohjauspiirikaavio

Liite 9. Maadoituskaavio

Liite 10. Yleiskaapelointikaavio

Liite 11. Antennikaavio

Liite 12. Sähkötyöselostus