

Asuntolan sähkösuunnittelu

Mikko Kamula

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö
Sähkövoimatekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2012

TIIVISTELMÄ

KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Tekijä(t):	Mikko Kamula
Opinnäytetyön nimi:	Asuntolan Sähkösuunnittelu
Sivuja (+liitteitä):	88 + 89
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä asuntolan asennusvaiheen sähkösuunnitelmat. Suunnitelmiin sisältyi sähkö-, yleiskaapelointi ja antennijärjestelmien suunnittelu. Lisäksi tavoitteena oli suunnitella paloilmoin- ja turvavalaistusjärjestelmä. Suunnitelmat sisältävät tasopiirustukset, keskus- ja järjestelmäkaaviot, piirustus- ja valaisinluettelon sekä sähköselostuksen. Sähkösuunnittelulle laadittiin aikataulu, jonka mukaan suunnittelutyötä tehtiin. Suunnitelmista tuli tehdä tulostustiedostot ja lähettää ne kopiopalveluun kopioitaviksi.</p> <p>Suunnittelukohteen rakennustyöt oli aloitettu edellisenä syksynä. Maadoituksia ja alitusputkia oli asennettu ja sähkökeskusten paikat oli valmiiksi päätetty. Asuntola on pinta-alaltaan 436 m². Sinne rakennetaan 10 asuinhuonetta omilla kylpyhuoneilla sekä yhteiset keittiö-, oleskelu-, kodinhoito-, pesu- ja saunatilat. Tavoitteena oli tehdä kohteen asennusta palvelevat sähkösuunnitelmat. Suunnittelutyön toteuttamiseen tarvittiin selvitys- ja yhteistyötä muiden suunnittelijoiden ja toimijoiden kanssa.</p> <p>Opinnäytetyön teoriaosassa käsiteltiin kohteeseen suunniteltujen sähkö- ja tietojärjestelmien ominaisuuksia. Lisäksi työssä käytiin läpi järjestelmien määräyksiä ja suunnitteluohjeita. Teoriaosassa käsiteltiin suunnittelutyön teoriaa, johon liittyy eri vaiheen dokumentoinnin tasot ja hankintamenettelyt.</p> <p>Tärkeimpinä tietolähteinä käytettiin rakennusalan määräyksiä, sähköalan standardeja ja määräyksiä, sähkötietokortistoa ja valmistajien ohjeita. Sähkösuunnitelmat tehtiin pääasiassa Cads Planner -ohjelmistolla. Suunnittelun dokumentit ja piirustukset laadittiin tilaajan haluamalla tavalla.</p> <p>Työn tuloksena saatiin asuntolakohteen suunnitelma, johon sisältyy kohteeseen asennettavien sähkö- ja tietojärjestelmän sekä paloilmoin- ja turvavalaistusjärjestelmän kuvat, kaaviot ja luettelot. Suunnitelmia käytetään kohteen järjestelmien asennuksissa. Sähkösuunnitelmia tukemaan tehtiin sähköselostus S 2010 nimikkeistöön pohjautuen.</p>	
Asiasanat:	sähkösuunnittelu, sähköpiirustus, asuntola, turvajärjestelmät, paloilmointilaitteisto.

ABSTRACT

KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Name:	Mikko Kamula
Bachelor's Thesis:	Electrical Plan of Residential Hotel
Pages (+appendices):	88 + 89
<p>The aim of thesis was to design the electrical plan for installation stage of residential hotel. The designing work contains electric-, information-technological-, fire alarm- and safety lightning system. The plan is consisted of wiring drawings, switchboard diagrams, system diagrams, drawing- and lightning catalogue and electric work description. A schedule was set for the project. The output files were done and sent to the copying service.</p> <p>The construction process had been already started. Grounding and piping work had been done for the most part of building site. The places of switchboards had been mainly decided. The residential hotel is 436 square meters in area. 10 apartments with bathrooms and toilets are built. There are common rooms for dining, socializing, washing and bathing. Cooperation with other branch of technology for execution of the project was needed.</p> <p>Theory part of thesis deals with electric- and data processing systems. The features, regulations and designing instructions of the systems were investigated. Designing theory which includes documentation level and acquisition methods was discussed.</p> <p>As the principal sources of information were used regulations of building trades, SFS standards, electricity information register and producers manuals. The electrical designing was made by Cads Planner engineering software. The documents and drawings were made in desired way.</p> <p>The electrical plan of the residential hotel was made as the final result. The plan includes electric-, data and security systems drawings, diagrams and. The plans are used as documentation on erection work. An electrical installation description based on S2010-nomenclature was made to support the designing work.</p>	
Keywords: electrical designing, electrical drawing, residential hotel, security systems, fire alarm system.	

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	6
2 ASUNTOLA SUUNNITTELUKOHTEENA	7
2.1 Kohteen erityispiirteet	8
2.2 Suunnitteluprosessin kulku	9
2.3 S 2010 Nimikkeistö	14
3 ASENNUS- JA APUJÄRJESTELMÄT	16
3.1 Kaapelihyllyt	16
3.2 Johtokanavajärjestelmä	16
3.3 Läpiviennit	17
4 SÄHKÖENERGIAN PÄÄJAKELU	19
4.1 Liittymän mitoittaminen	20
4.2 Jakokeskukset	23
4.3 Maadoitukset	24
5 LAITTEIDEN JA LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS	28
6 SÄHKÖLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT	30
6.1 Pistorasiat	30
6.2 Autolämmityspistorasiat	34
7 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT	35
7.1 Valonlähteet	36
7.2 Valonlähteiden yleiset ominaisuudet	38
8 SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT	46
9 TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄT	47
10 VIESTINTÄ- JA TIETOVERKKOJÄRJESTELMÄT	51
10.1 Yleiskaapelointijärjestelmä	51
10.2 Antennijärjestelmä	56
11 PALOTURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT	59
11.1 Automaattinen paloilmoitinjärjestelmä	59
11.2 Teknologiatasot ja järjestelmät	61
11.3 Ilmoitinkeskus ja oheislaitteet	62

11.4 Ilmaisimet ja paloilmoituspainikkeet	64
12 ASUNTOLAN SÄHKÖSUUNNITTELUPROJEKTI	68
12.1 Suunnitelmat	70
12.2 Asuntolan eri tilojen sähköistys	73
13 YHTEENVETO.....	83
14 LÄHDELUETTELO.....	85
LIITELUETTELO.....	88

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön valintaan vaikutti mielenkiinto kiinteistöjen sähkösuunnittelua kohtaan. Työssä haluttiin tutustua kiinteistön sähkösuunnitteluprosessin kokonaisuuden hallintaan ja suunnittelun eri vaiheisiin. Sähkösuunnitteluprosessin aikana tutustuttiin eri sähkö- ja tietojärjestelmiin. Nykypäivänä kiinteistöjen sähkösuunnittelijan tehtävissä pitää tuntea hyvin laajasti eri järjestelmiä. Yksittäisten sähkö- ja tietojärjestelmien tuntemus auttaa valmiiden kokonaisuuksien muodostamisessa.

Insinööriyön aihe saatiin Torniolaiselta paloilmoin- ja sähköalan suunnittelu- ja urakointiyritykseltä MTO-Sähkö Oy:ltä. Tavoitteena oli tehdä toteutusvaiheen sähkösuunnitelmat Tornion Arpelaan rakennettavaan asuntolaan. Työn tilaajana oli paikallinen yksityishenkilö Jouko Paakkolanvaara. Suunnitelmiin sisällytettiin eri sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien suunnittelua.

Rakennustyöt oli aloitettu syksyllä 2011. Sähkösuunnittelun alkaessa rakennus oli runkovaiheessa ja vesikatto päällä. Rakennuksen sähkönsyötön alitusputkitukset oli tehty sähköurakoitsijan toimesta. Syöttöjohto oli asennettu tulevalle keskuksen paikalle. Sähkösuunnitteluprojektissa kerättiin tietoa olemassa olevista asennuksista ja muiden alojen suunnittelijoilta eri järjestelmistä. Tietojen perusteella suunniteltiin rakennuksen sähkö- ja tietotekniset järjestelmät sekä paloilmoin- ja turvavalaistusjärjestelmä

Sähkösuunnitteluprojektiin liittyy monenlaisia mitoitus- ja laskentatehtäviä. Suunnittelutyön alkaessa asuntolarakennuksen syöttöjohto sekä ryhmäkeskusta syöttävä johto oli asennettu. Lisäksi pääkeskuksen pääsulakkeiksi oli valittu 63 A:n sulakkeet. Suunnittelutyöstä rajattiin laitteiston sähköistyksen osalta pois ne osat mistä tarvittavia tarkempia tietoja ei saatu. LVI-keskuksen suunnittelussa otettiin huomioon mahdolliset muutokset ja lisäykset tarvittavilla varalähdöillä.

2 ASUNTOLA SUUNNITTELUKOHTEENA

Rakennukset määritellään niiden pääkäyttötavan perusteella. Rakennuksen paloluokat asettavat rajoituksia rakennusten ominaisuuksiin kuten pinta-alaan, kerroslukuun ja sallittuun henkilömäärään. Paloluokkien määrittelyt nähdään taulukosta 1. Ryhmittelyn lähtökohdaksi otetaan käyttöajankohta, joka voi olla päivä-, ilta- tai yökäyttö. Ryhmittelyyn vaikuttaa myös kuinka hyvin käyttäjät tuntevat tilat ja pystyvät pelastautumaan joko yksin tai toisten avustamina. (Suomen Ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.4.2012)

Taulukko 1. Rakennuksen kokoa koskevat rajoitukset (Suomen Ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.4.2012)

Rakennuksen ominaisuus	Rakennuksen paloluokka		
	P1	P2	P3
KERROSLUKU			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 2
- asuinrakennus, työpaikkarakennus	ei rajoitusta	enintään 8	enintään 2
- tuotanto- tai varastorakennus, autosuoja	ei rajoitusta	enintään 2	enintään 1
KORKEUS			
- yleensä	ei rajoitusta	enintään 9 m	enintään 9 m
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 3–4 krs.	ei rajoitusta	enintään 14 m	<i>ei sallittu</i>
- asuinrakennus, työpaikkarakennus 5–8 krs.	ei rajoitusta	enintään 26 m	<i>ei sallittu</i>
- yksikerroksinen tuotanto- tai varastorakennus	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 14 m
KERROSALA			
Kerrosala yleensä			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 2400 m ²
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	enintään 1600 m ²
- yli kaksikerroksinen	ei rajoitusta	enintään 12 000 m ²	<i>ei sallittu</i>
Kerrosala tuotanto- ja varastorakennuksissa sekä autosuojissa			
- yksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
- kaksikerroksinen	ei rajoitusta	ei rajoitusta	<i>ei sallittu</i>
Selostus	<i>Rakennuksen korkeus on julkisivupinnan ja vesikaton leikkausviivan korkeus maan pinnasta (MRA 58 §). Tarvittaessa lasketaan rakennuksen nurkkapisteiden korkeuksien keskiarvo.</i>		

Rakennukset jaetaan kolmeen eri paloluokkaan P1, P2 ja P3. Ympäristöministeriön säätämät määräykset ja ohjeet rakennusten paloturvallisuudesta ovat rakentamismääräyskokoelmassa E1. Paloluokkaan P3 kantaville rakenteille ei ole asetettu erityisvaatimuksia paloturvallisuuden suhteen, vaan riittävä turvallisuustaso saavutetaan paikkalukua rajoittamalla. (Suomen Ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.4.2012)

Yleisimpiä rakennusten käyttötapoja ovat asunnot, majoitustilat, hoitolaitokset, kokoontumis- ja liiketilat, työpaikatilat, varastotilat ja autosuojat. Asuntola määritellään majoitustilaksi. Majoitustilat ovat ympärivuotisessa käytössä. Siellä ei ole hoidettavia eikä eristettyjä henkilöitä. Muita majoitustilaksi määriteltyjä rakennuksia ovat lomakodit ja hotellit. (Suomen Ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.4.2012)

Taulukosta 2 nähdään, minkälaisia rajoituksia asuntolan asukkaiden paikkalukuun on annettu. Asuntola on yksikerroksinen rakennus paloluokaltaan P3 joten sen paikkaluku on rajattu enintään 50:een. (Suomen Ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.4.2012)

Taulukko 2. Rakennuksen henkilömäärää koskevat rajoitukset (Suomen Ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.4.2012)

Käyttötapa	Kerroksia	Rakennuksen paloluokka		
		P1	P2	P3
Asunnot		ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
Majoitustilat	1	ei rajoitusta	paikkaluku 150	paikkaluku 50
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 50	paikkaluku 10
Hoitolaitokset	1	ei rajoitusta	paikkaluku 100	paikkaluku 10
	2	ei rajoitusta	paikkaluku 25	<i>ei sallittu</i>
Kokoontumis- ja liiketilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	henkilöitä 500
	2	ei rajoitusta	henkilöitä 250	henkilöitä 50
Työpaikatilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	ei rajoitusta	työntekijöitä 150
Tuotanto- ja varastotilat	1	ei rajoitusta	ei rajoitusta	ei rajoitusta
	2	ei rajoitusta	työntekijöitä 50	<i>ei sallittu</i>

Ohje

Milloin yli kaksikerroksisia rakennuksia saa taulukon 3.2.1 mukaan rakentaa, niissä ei ole henkilömäärärajoituksia.

Kaksikerroksisen rakennuksen henkilömäärärajoitukset koskevat tapauksia, joissa mainitun käyttötavan mukaiset tilat on sijoitettu kokonaan tai osaksi rakennuksen toiseen kerrokseen. Jos näitä tiloja on vain ensimmäisessä kerroksessa, voidaan soveltaa yksikerroksista rakennusta koskevia rajoituksia.

Mikäli rakennuksessa on eri käyttötaparyhmiin kuuluvia tiloja, rakennuksen turvallisuustaso arvioidaan tarkastelemalla rakennusta kokonaisuutena.

2.1 Kohteen erityispiirteet

Majoitustilojen uloskäytävät ja kulkureitit tulee varustaa poistumisopasteilla ja poistumisreitivalaistuksella. Automaattinen paloilmoinjärjestelmä tulee asentaa majoitustiloihin, jos majoituspaikkoja on enemmän kuin 50. Erillisen turvallisuusselvityksen perusteella voidaan päättää paloilmoinnista kohdekohtaisesti. Asuntolaan suunnitellaan automaattinen paloilmoinjärjestelmä. Huoneisiin tulee

hälyttimet kantaäänihälytyksellä. Tällä korvataan sähköverkkoon kytkettävät palovaroittimet. (Suomen Ympäristöministeriö 2011, hakupäivä 11.4.2012)

2.2 Suunnitteluprosessin kulku

Rakennushankkeeseen ryhtyvä huolehtii siitä, että rakennus suunnitellaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Viranomaiset asettavat rakentamiselle erilaisia vaatimuksia. Rakennusvalvonta-, palo-, työsuojelu-, työterveys- ja museoviranomaiset valvovat rakentamista eri näkökulmista. (Autio ym. 2004, 30 - 32)

Perinteisessä talonrakennushankkeessa suunnitteluryhmän muodostavat arkkitehti, rakennustekniset suunnittelijat, talotekniikan suunnittelijat ja geotekniikan suunnittelijat. Talotekniikan suunnittelijoihin kuuluu LVI-, sähkö-, rakennusautomaatio-, turva-, tele- ja tietojärjestelmäsuunnittelijat. (Autio ym. 2004, 33)

Rakennushankkeen suunnittelutyön hankinnassa on erilaisia käytäntöjä. Yksityisten ja yhteisöjen ollessa hankkeen tilaajana ei suunnittelutyön hankinnassa ole lainsäädäntöä. Suunnittelutyön hankinnassa ja valinnassa on otettava huomioon maankäyttö- ja rakennuslaki sekä sopimusoikeus. Julkisella sektorilla suunnittelutyön hankintaa ohjaa hankintalainsäädäntö. Siinä on säädetty, miten hankkeesta on ilmoitettava, tai tarjouksia pyydetty riittävä määrä. Kaikilla, joilla katsotaan olevan edellytykset suunnittelutyön toteuttamiseen, on oikeus saada tarjouspyyntö. (Autio ym. 2004, 36 - 37)

Suunnittelutyön hankintamenettely määritellään seuraavasti:

Avoim menettelytapa, jossa suunnittelutyöstä ilmoitetaan julkisesti ja kaikki halukkaat voivat tehdä tarjouksen. Tämä menettelytapa voi johtaa suureen määrään tarjouksia, jolloin tilaaja täydentää tarjousta tarkentavilla neuvotteluilla. Tarjouspyynnössä kerrotaan valintaperusteet ja pisteytys, jos sellaista käytetään. Muuten hinta pääsääntöisesti määrää, jos ei muuta ilmoiteta. (Autio ym. 2004, 37)

Rajoitettu menettelytapa, jossa tilaaja valitsee tarjoajaehdokkaan omista julkisista suunnittelurekisteristä tai antaa ilmoituksen suunnittelutyön hankinnasta. Menettely karsii valittavaa joukkoa, jolloin saadaan parhaat mahdolliset tarjoajaehdokkaat. Valinnan jälkeen ehdokkaille lähetetään tarjouspyyntö. Valinnat tehdään saatujen tarjousten perusteella. Tarjouspyynnössä kerrotaan valintaperusteet ja pisteytys, jos sellaista käytetään. Muuten hinta pääsääntöisesti määrää, jos ei muuta ilmoiteta. (Autio ym. 2004, 37)

Neuvottelumenettelytapa, jossa tilaaja valitsee tarjoajaehdokkaan samalla tavalla kuten rajoitetussa menettelytavassa. Tarjouspyynnöt arvioidaan laadullisin perustein. Parhaan suunnittelutyön tarjoajan kanssa neuvotellaan, täsmennetään työn sisältöä ja tarjousta sekä palkkiomuotoa ja sen suuruutta. Soveltuu käytettäväksi kaikenlaisten suunnittelutehtävien hankintaan, erityisesti yksityiselle sektorille. (Autio ym. 2004, 37)

Suora neuvottelumenettelytapa, jossa tilaaja valitsee suoraan yhden toimittajan. Tilaus voi perustua tarjouspyyntöön tai sopimukseen. Tämä on sallittua julkisella sektorilla vain tietyin erityisin perustein. (Autio ym. 2004, 37)

Suunnittelukilpailu, jossa tilaaja lunastaa tuomariston valitseman suunnitelman tai mallin. Tässä noudatetaan kilpailusääntöä. Tilaajalla on tiedossa valintatilanteessa suunnitteluratkaisu ja hintatieto. (Autio ym. 2004, 37)

Pääsääntöisesti käytetään avointa tai rajoitettua menettelytapaa. Tarjouskilpailuun on kutsuttava vähintään viisi ehdokasta (Autio ym. 2004, 37). Hankintailmoitukset julkaistaan sähköisellä ilmoituskanavalla HILMA-portaalissa. (Työ- ja elinkeinoministeriö 11.4.2012).

Sähkösuunnitteluprosessiin sisältyy eri vaiheita. Se voidaan jakaa 4 eri vaiheeseen. Yksittäisen suunnittelutoimeksiannon sisältö voi olla pelkästään osa koko suunnitteluprosessista. Jokainen niistä voi yksittäin olla eri suunnittelijan tehtävänä. Se ei kuitenkaan ole paras mahdollinen toimintatapa. (Autio ym. 2004, 54)

Investeoinnin valmistelu tulee sähkösuunnitteluprosessissa ensimmäisenä vaiheena. Valmisteluiden aluksi tehdään kohteesta tarveselvitys. Tarveselvityksessä arvioidaan

hankkeen tarpeellisuus, edellytykset ja mahdollisuudet. Tarveselvityksen pohjalta tehdään hankepäätös. Tarveselvityksen päätehtävänä on vastata kysymyksiin:

- Tarvitaanko kiinteistö/rakennus?
- Miksi se tarvitaan? (Autio ym. 2004, 54)

Valmisteluissa tarvitaan käyttäjältä tarvittavia lähtötietoja. Siinä pyritään ottamaan huomioon rakennuksen rakentamiseen, käyttöön ja elinkaareen liittyviä kustannuksia. Suunnitteluprojekti voi myös olla korjausrakentamista. Tällöin voidaan investoinnin valmisteluvaiheessa kartoittaa esimerkiksi purkukustannuksia. (Autio ym. 2004, 54)

Tarveselvityksestä siirrytään hankesuunnitteluun, jossa tutkitaan hankintojen eri vaihtoehtoja sekä niiden eri ominaisuuksia. Hankesuunnitteluvaiheessa rakentamispäätös on tehty. Tässä vaiheessa tehdään tarkennukset tarve- ja hankesuunnittelusta lopullista päätöstä varten, sekä asetetaan aikataulu ja kustannustavoitteet. (Autio ym. 2004, 56, 57)

Hankesuunnitteluvaihe on ensimmäinen varsinainen suunnitteluvaihe. Suunnittelun eri osa-alueet ja tehtävät määritellään esimerkiksi huonekortein. Kunkin talotekniikanalan kustannusarvio määritellään. Suunnittelijan tehtävänä on myös osallitua kokouksiin, ja avustaa tilaajaa tekemään päätöksiä esimerkiksi sähkötekniisten järjestelmien valintoja tehdessä. Hankesuunnitteluvaiheessa päätarkoituksena on vastata kysymyksiin:

- Minkälainen rakennus/kiinteistö tarvitaan?
- Voidaanko vanhoja osia ja järjestelmiä käyttää?
- Mitä rakennus ja sen eri osat maksavat?
- Mikä on rakennuksen tuottavuus? (Autio ym. 2004, 58,59)

Pienemmissä ja keskisuurissa suunnittelukohteissa suunnittelu suoritetaan vain urakkahinnan määrittämiseen. Tähän ei sisälly esimerkiksi teknisiä laskelmia tai sähkötyöselostusta. (ST-kortisto 41.30 2007, 2)

Luonnossuunnitteluvaiheessa tutkitaan olemassa olevia periaateratkaisuja. Niiden olennainen tehtävä tässä vaiheessa on ominaisuuksien kuvaaminen. Suunnitelmien tulee

olla sellaisia joista voidaan määrittää kustannukset. Luonnossuunnittelu esitetään tilaajalle, joka päättää niiden hyväksymisestä. Luonnossuunnittelussa valitaan parhaiten sopiva tekninen perusratkaisu kohteeseen. Luonnossuunnitteluvaihe päätetään rakennuslupaa varten tarvittavien asiakirjojen laatimiseen. (Autio ym. 2004, 62)

Sähköjärjestelmien osalta luonnossuunnitteluvaiheessa määritellään

- tilat ja suojausluokitukset
- valaistusratkaisut
- ryhmitysalueet
- maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelyt
- tehon kompensointi- ja suodatustarpeet
- jakelujärjestelmät ja –ratkaisut
- varmennetut ja keskeytymättömät käytöt
- energiamittaukset
- ohjaustarpeet ja –järjestelmät
- häiriölähteet ja suojausperiaatteet. (Autio ym. 2004, 63)

Toteutuksen valmistelusuunnittelu tai toteutusta edeltävän vaiheen suunnittelun tarkoituksena on laatia suunnitelma yksityiskohtaiseksi. Sen perusteella voidaan määrittää sähkötöiden laajuus, muut kustannuksiin vaikuttavat tekijät ja hankintarajat. Painopisteinä ovat tilakohtaiset suunnitelmat, tarkat mitoituslaskelmat, sijoittelut ja sähköselostuksen laatiminen. (Autio ym. 2004, 66)

Sähköjärjestelmien suunnitteluun tarkennetaan

- jakelureitit- ja järjestelmät
- johtotiet- ja järjestelmät
- keskusten pääkaaviot
- jakelualueet
- maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelmät
- teho- ja mitoituslaskelmat

- ohjausratkaisut
- valaistusratkaisut, valaisinvalinnat ja –sijoitukset
- tila- ja suojausluokitukset
- lopullinen pistesijoittelu
- ryhmytykset ja johdotukset. (Autio ym. 2004, 67)

Toteutussuunnitelma-asiakirjat sisältävät seuraavia asiakirjoja. Asiakirjojen laajuus ja muoto määräytyvät jokaisen kohteen tarpeiden mukaan:

- työselitys
- asemapiirustus
- pohjapiirustus, leikkaukset, detaljit ja julkisivut
- tyyppihuonepiirustukset
- järjestelmäkaaviot
- laiteluettelot
- materiaalierittelyt
- pistesijoituspiirustukset
- johtotiepiirustukset
- johdotus- ja ryhmityspiirustukset
- keskusten ja kytkentäkaappien kokoonpanopiirustukset
- ovisähköistyksen asennusohjepiirustukset
- dokumentointiohje urakoitsijoita ja laitetoimittajia varten
- valaisinerittelyt, erikoisvalaisinten piirustukset
- sähköisten lukitusten kaaviot tai taulukot
- suunnitelman täydennys laite- ja kytkentätiedoilla työpiirustuksiksi. (Autio ym. 2004, 67)

Asennusten suoritusten kannalta on tärkeää että kaapelit ja kaapelityypit, alueelle tulevien asennusten sijainti, sekä asennusreitit esitetään selvästi. Keskuksista tulee olla

pääkaaviot, joihin tehdään ryhmänumeroinnit tarketietoina asennusvaiheessa. Keskusten piirikaavioista tehdään lähtökohtaisesti mallipiirikaaviot. Niitä täydennetään asennusten yhteydessä. Tasopiirustuksiin merkitään asennettavat laitteet ja pisteet asennuspaikkoineen, -tapoineen ja -korkeuksineen. Lisäksi esitetään pisteiden väliset johdotukset. (Lindström 2007, 6)

Kohteen rakennusluvan vaatimuksessa saattaa olla ehtona varustaa rakennus paloilmoitinjärjestelmällä. Suunnittelija tai paloilmoitinliike täyttää toteutuksen ohjaamista ja seurantaan varten toteutuspöytäkirjan kohdan ”perusmäärittely” ja esittää kohdan paikalliselle paloviranomaiselle. (Autio ym. 2004, 72)

Toteutussuunnittelun onnistumisen edellytyksenä on, että se voidaan toteuttaa yksiselitteisiin lähtötietoihin perustuen. Lähtötietojen puuttuessa ei ole myöskään järkeä tehdä tarkempia suunnitelmia, koska tällöin voidaan myöhemmin havaita ristiriitaista tietoa. Suunnittelijoiden yhteistyö on tärkeä osa suunnitteluprosessia. Hyvä suunnittelun lopputulos saadaan aikaan silloin, kun jokaisen osavaiheen tekninen suunnittelija hoitaa oman osuutensa loppuun asti. Tästä tilanteesta on eniten hyötyä myös tilaajalle. (Autio ym. 2004, 71)

Rakentamisvaiheen suunnittelussa täydennetään asennettujen järjestelmien tietoja. Suunnitteluasiakirjoihin lisätään merkkaukset vastaamaan asennusten merkintöjä. Mahdolliset muutokset tehdään asiakirjoihin, jolloin käyttäjällä on päivitetty tieto järjestelmistä ja asennuksista. Keskuskaavioihin merkataan ryhmänumerot, jolloin sulakkeen tai johdonsuoja-automaatin lauettua saadaan vika paikannettua nopeasti. (Lindström 2007, 6 - 23)

2.3 S 2010 Nimikkeistö

Sähkönimikkeistön päätarkoituksena on toimia rakennus- ja kiinteistöalalla koko kiinteistön elinkaaren ajan sähköteknisten järjestelmien kattavana jäsentelyä ja luokitteluna. Nimikkeistö on sanasto, joka määrittelee nimikkeen toiminnallisen sisällön. Nimikkeistö on jaoteltu järjestelmäperusteisesti. Nimikkeistön kehittelyn tavoitteena on ollut sen soveltuminen käyttötarkoituksiin kuten

- kiinteistöjen suunnittelu-, rakentamis-, hankinta- ja ylläpitoprosesseihin
- järjestelmä-, rakennustapa-, hankinta-, työ-, käyttö- ja huoltoselostusten laadintaan
- kiinteistön elinkaaren mukana olevien tahojen väliseen tiedonvaihtoon
- kustannusarvioiden-, laskelmien- ja tiedostojen laadintaan sekä hankkeen kustannusohjaukseen rakennuksen kaikissa elinkaarivaiheissa
- järjestelmien määrälaskentaan
- tarjouserittelyihin-, yksikköhintaluetteloihin ja maksuerätaulukoihin
- työmaan aikatauluihin, suoritusjärjestelyiden ym. toimintojen määrittämiseen
- kaikkiin erityyppisiin kiinteistöihin ja rakennuskohteisiin. (Siren 2009, 1-2)

Jokainen järjestelmä on jaettu pääosiin, joille on annettu omat tunnuskodit. Järjestelmän pääosalla tarkoitetaan kokonaisuutta, joka sisältää järjestelmän täydellisen kokonaisuuden. Käsitteet on luokiteltu siten, että myös jälkepäin sinne voidaan helposti lisätä alakohtia. Sähkönimikkeistö on jaoteltu systemaattisesti. Järjestelmätason tunnus on 4 merkkiä. Jaottelun perässä on esimerkki suluissa.

- Lohkotaso (S - Sähköenergian jakelu- ja käyttöjärjestelmät)
- Pääryhmätaso (S1 – Asennus- ja apujärjestelmät)
- Ryhmätaso (S1 10 – Kaapelihylyjärjestelmä)
- Järjestelmätaso (S1 101 – Kaapelihylyt, kaapelitikkaat). (Siren 2009, 2-3)

Sähkönimikkeistö ei kuvaa suunnittelua, asennusta, ohjelmointia eikä järjestelmän ominaisuuksia ja laatutasoja jotka ovat kohdekohtaisia. Ne esitetään kohteen asianmukaisissa dokumenteissa. Sähkötyöselostus tehdään S 2010 nimikkeistöön pohjautuen. (Siren 2009, 4)

Sähkökiukaat ja sähkölämmittimet kuuluvat S 2010 sähkölämmitysjärjestelmiin. Laajan S 2010 nimikkeistön mukaan sähkökiukaille ei ole määritelty nimikkeistöstä numeroa. Se voidaan muodostaa nimikkeistön ohjeiden mukaan vapaaseen järjestelmätunnukseen. (Siren 2009, 5)

3 ASENNUS- JA APUJÄRJESTELMÄT

Asennusreittien suunnitteluun on syytä kiinnittää huomiota. Ne palvelevat yleensä tehtävässään koko rakennuksen eliniän. Hyvin suunnitellulle reitille on myös helppo lisätä asennuksia jälkeenpäin. Asennuksissa huomioidaan rakentamismääräysten palonkestävyysluokat. (Autio 2002, 61)

3.1 Kaapelihyllyt

Kaapelihyllyjä käytetään kaapeleiden asennusalustoina ja asennusteinä (Tiainen 2008, 191). Kaapelit asennetaan hyllyille suojaan ulkoisilta rasituksilta. Kaapelihyllyjä voidaan asentaa ripustus- tai seinäkiinnikkeillä. (Autio 2002, 70)

Tikashyllyjä käytetään yleensä teknisissä tiloissa ja paikoissa jotka eivät jää näkyviin, kuten alaslaskettujen kattojen yläpuolella ja nousukuiluissa. Levyhyllyjä käytetään avoimissa näkyviin jäävissä asennuksissa. Kaapelihyllyjen materiaaleina käytetään alumiinia tai terästä. Päällekkäisille vahvavirtakaapelihyllyille suositellaan etäisyydeksi vähintään 300 mm:ä. Rinnakkaisille hyllyille suositellaan etäisyydeksi 100 mm:ä. (Autio 2002, 69)

Tietojärjestelmille varataan erilliset kaapelihyllyt ja tikkaat tai vähintään erilliset tilat esimerkiksi välilevyillä erotettuina. Kaapelihyllyille varataan 50 % tilasta tietojärjestelmiä ja niiden mahdollisia lisäyksiä varten. Ensiasennuksessa asennetaan 300 mm hyllylle enintään 75 kaapelia ja 500 mm hyllylle enintään 125 kaapelia. (ST-käsikirja 35 2002, 71) Metalliset kaapelihyllyt liitetään vähintään 6 mm² kuparijohtimella potentiaalintasauskiskoon (Tiainen 2008, 74).

3.2 Johtokanavajärjestelmä

Johtokanava on yhden tai useamman kaapelin tai johtimen ja muiden järjestelmään kuuluvien tarvikkeiden tueksi ja suojaksi tehdasmaisesti valmistettu pitkänomainen

koteloitu ja avattava rakenne. Järjestelmään kuuluu varsinainen kanavarunko, joka on varustettu avattavalla kannella. Järjestelmään sisältyy monenlaisia kiinnitys-, kytkentä- ja vastaavia osia. Tehdasvalmisteiset johtokanavat ovat yleensä materiaaliltaan alumiinia. Järjestelmään tarkoitetuista osista saadaan asennettua tarkoituksenmukainen ja tyylikäs. Johtokanavia valmistetaan asennettavaksi sekä seinään että lattiaan. Yleensä johtokanavat on tarkoitettu asennettaviksi kuiviin tiloihin. Kosteisiin ja märkiin tiloihin niitä voidaan asentaa tietyin edellytyksin. (Tiainen 2008, 194)

Johtokanavat valitaan siten että tietoverkko- ja vahvavirtakaapeleille on omat tilansa. Johtokanavassa on eri kaapeleille väliseinä tai johtohylly. Johtokanavan koko valitaan tämän hetken tarpeen ja noin 50 % lisäystarpeen mukaan. (Autio 2002,71) Metalliset kaapelihyllyt ja johtokanavat liitetään vähintään 6 mm² kuparijohtimella potentiaalintasauskiskoon (Tiainen 2008, 74).

3.3 Läpiviennit

Kun kaapeleita viedään seinän, katon tai lattian läpi, tulee läpiviennit tiivistää siten, että rakennuksen osalle vaadittu palotekninen luokka pysyy vähintään samana. Sähköläpivientien paloeristeinä saa käyttää vain erikseen testattuja ja paloluokiteltuja aineita. Läpivientien eristykset on tehtävä hyväksyttämispäätöksen edellyttävällä tavalla. (ST-käsikirja 35 2002, 72-73)

Paloeristeiden tyyppihyväksynät ja luokituspäätökset asettavat rajoituksia läpivientiaukkojen mitoitukselle. Suurin läpivientiaukon täyttöaste on 60 %. Suositus on tehdä useita pienempiä läpivientejä yhden suuren sijasta. Paloeristysten hyväksyttämispäätökset määrittelevät mm.

- kaapeleiden niputuksen
- suurimmat kaapeliniiput
- suurimmat sallitut kaapeleiden halkaisijat
- kaapeleiden ja nippujen keskinäiset etäisyydet
- suurimman sallitun kaapelimäärän läpiviennissä. (Autio 2002, 72-73)

Kaapelihyllyt katkaistaan läpiviennin kohdalta. Paloeristyksien tarkat ohjeet saadaan aineiden valmistajilta ja maahantuojilta. (ST-käsikirja 35 2002, 73)

4 SÄHKÖENERGIAN PÄÄJAKELU

Jakeluverkon nimellisjännite on yleensä 230/400 V:a. Jakeluverkoissa käytetään TN-C-järjestelmää. TN-C-järjestelmässä sama johdin (PEN) toimii sekä suoja- että nollajohtimena.. TN-C-järjestelmää voidaan käyttää johtimen poikkipinnan ollessa vähintään 10 mm² kuparia tai 16 mm² alumiinia. (SFS 600 2007, 327, 543)

Uudisrakennuksissa liittymispisteestä eteenpäin pitää asentaa TN-S-järjestelmä. TN-S-järjestelmässä rakennuksen sähköverkossa pääkeskuksella tehdään PEN-johdon erottaminen erillisiin PE- ja N-kiskoihin. Kun erotus on tehty, sitä ei saa enää muuttaa takaisin TN-C-järjestelmäksi. (SFS 600 2007, 195)

Sähkökäyttöpaikan sähköenergia mitataan niin kutsutulla suoralla mittaustavalla, jos käyttöpaikan noususulake on 63 A tai pienempi. Yli 63 A:n käyttöpaikan sähkö mitataan epäsuorasti, eli käytetään virtamuuntajia. Mittarin osoittama lukema pitää kertoa muuntajakytkennän muuntokertoimella. Virtamuuntajilla liitetyt mittaukset pyritään saamaan suositusten mukaisesti tehosähkötariffiin, jossa energian lisäksi mitataan myös teho. (Tornion Energia 2012, hakupäivä 22.3.2012)

Epäsuorassa mittauksessa valitaan käytettävät virtamuuntajat taulukon 1 mukaan. Virtamuuntajien tarkkuusluokka on 0,2S. Jännitesulakkeet 3x10A tulppasulake tai johdonsuojakatkaisija ja ohjauslaitteen 1x10A tulppasulake tai johdonsuojakatkaisija. Mittauskeskukseen varataan virta- ja jännitemuuntajat, riviliittimet ja jännitevarokkeet epäsuoraa mittausta varten. Keskus mitoitetaan tulevaa tehonkasvua silmällä pitäen. (Energiateollisuus 2010, hakupäivä 22.3.2012)

Taulukko 3. Virtamuuntajien ohjeellinen mitoitus pienjännitteellä. (Energieollisuus 2010, hakupäivä 22.3.2012)

Mittauksen etusulake A	Muuntosuhde- vaihtoehdot A/A	Ensiö- lävistykset	Kytkeyty muuntosuhde A/A	Kerroin
3 x 50	50/5	1	50/5	10
3 x 63	75/5	1	75/5	15
tai	150/5	2	75/5	15
3 x 80	300/5	4	75/5	15
3 x 100	100/5	1	100/5	20
	200/5	2	100/5	20
	300/5	3	100/5	20
3 x 125	125/5	1	125/5	25
	250/5	2	125/5	25
3 x 160	150/5	1	150/5	30
	300/5	2	150/5	30
3 x 200	200/5	1	200/5	40
	400/5	2	200/5	40
3 x 250	250/5	1	250/5	50
3 x 315	300/5	1	300/5	60
3 x 400	400/5	1	400/5	80
3 x 500	500/5	1	500/5	100
3 x 630	600/5	1	600/5	120
3 x 750	800/5	1	800/5	160
3 x 800	800/5	1	800/5	160
3 x 945	1000/5	1	1000/5	200
3 x 1000	1000/5	1	1000/5	200
3 x 1250	1200/5	1	1200/5	240

4.1 Liittymän mitoittaminen

Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoituksessa pyritään todellisen huipputehon selvittämiseen. Huipputehon mitoitus tehdään laskemalla todelliset tehontarpeet. Liittymän koon määrittely voi olla vaikeaa tarpeellisten tietojen puuttuessa. Eri rakennusten todellisten kuormitusten selvittämiseksi on tutkittu useiden satojen erityyppisten rakennusten toteutuneita kulutus- ja tehotietoja. Tietojen perusteella on luotu laskentamalli eri rakennustyypeille tehon- ja energiantarpeen määrittämiseen. (ST-kortisto 13.31 2001,2)

Liittymän mitoitukseen käytetään Sähköenergialiiton (Sener) julkaisemaa laskentamallia asuinrakennuksen huipputehon (P_{MAX}) määrittämistä varten.

$$P_{MAX} = P_{IV} + P_{VAL} + P_{LÄMMITYS} + P_{KOJE} + P_{SÄHKÖLÄMM.} + P_{MUUT} \quad (1)$$

Liittymisjohdon mitoitusvirta (I_{MAX}) lasketaan rakennuksen huipputehon (P_{MAX}) ja tehokertoimen avulla:

$$I_{MAX} = \frac{P_{MAX}}{\sqrt{3} * U_p * \cos\varphi} \quad (2)$$

missä, P_{MAX} = liittymisjohdon mitoitus-teho (kW)

U_p = verkon pääjännite (0,4kV)

$\cos\varphi$ = kuormituksen perusaallon (50 Hz) tehokerroin (ST-kortisto 13.31 2001, 12)

Liittymisjohdon johdinpoikkipinnan valinta tehdään kaapeleita koskevien mitoituskriteerien perusteella. Siinä huomioidaan elinkaarikustannukset, jännitteenalenemat, kuormitusvirta ja oikosulkuvirran suuruus. (ST-kortisto 13.31, 2001 20)

Johdinta ylikuormitukselta suojaavan suojalaitteen ominaisuuksien on täytettävä seuraavat ehdot:

$$1) I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (3)$$

$$2) I_2 \leq 1,45 * I_Z \quad (4)$$

missä, I_B on virtapiirin kuormitusvirta

I_Z on asennusolosuhteista riippuva johtimen jatkuva kuormitettavuus

I_N on suojalaitteen nimellisvirta. Jos nimellisvirta on säädeltävissä, I_N tarkoittaa aseteltua arvoa

I_2 on virta, jolla suojalaite toimii tehokkaasti.

Käytännössä I_2 on sama kuin

– katkaisijan toimintarajavirta

– johdon suojaamiseen tarkoitetun sulakkeen sulamisrajavirta. (SFF 600 2007, 280-281)

Taulukko 4. Pienimmät sallitut kuormitusvirrat (Hovatta ym. 2010, 43)

gG-tyyppin sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta [A]	Johdon sallittu kuormitus vähintään [A]
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883
1000	1103
1250	1379

Taulukossa 4 vasemmassa sarakkeessa on esitetty gG-sulakkeiden nimellisvirrat ja oikeassa sarakkeessa johdon minimikuormitus kyseisen sulakkeen johtolähdölle. Johdon kuormituksessa pitää ottaa huomioon kuormituskertoimet. Kuormituskertoimet määräytyvät asennustavan ja -olosuhteiden, ympäristön lämpötilan ja vierekkäisten kuormitettujen johtojen lukumäärän mukaan. Standardissa on taulukoita joiden perusteella mitoituksia voidaan tehdä. (SFS 600 2007, 281)

Taulukossa 5 on kaapeleiden kuormituksia. Siinä on huomioitu asennusolosuhteet joten kuormituskertoimia ei tarvitse ottaa huomioon. Taulukon laskenta-arvoina on käytetty: ei vierekkäisiä kaapeleita, johdinlämpötila 70°, ympäristön lämpötila 25° tai maassa 15°. (Hovatta ym. 2010, 47)

Syöttökaapelin mitoituksessa käytetään asennustapaa D, asennus suoraan maahan. Kuormitettavuus perustuu maan lämpöresistiivisyyteen 1,0 Km/W ja asennussyvyyteen 0,7 m. Syöttökaapelin mitoitukseen eikä pääsulakkeiden kokoon voitu vaikuttaa tässä kohteessa. Kaapeli oli asennettu, ennen kuin suunnittelutyötä aloitettiin. Syöttökaapelina on käytetty AXMK 4x120S. Taulukon mukaan kuormitettavuus kaapelilla on 237 A. (SFS 600 2007, 277)

Tämä on kuitenkin kuormituksen suhteen reilusti ylimitoitettu. Kiinteistön pääsulakkeet ovat nimellisviraltaan 63 A. Varauduttaessa myöhempää tehonlisäystä varten, pääkeskus mitoitetaan nimellisvirralle 125 A (Tofferi, 16.2.2012 Aloituspalaveri).

Taulukko 5. PVC- ja PEX- eristeisten johtojen kuormitus, 3 kuormitettua johdinta (Hovatta ym. 2010, 47)

Nimellinen johtimen poikkipinta mm ²	Taulukon A.52-1 mukainen referenssiasennustapa			
	A	B	C	D
1	2	3	4	5
Kupari				
1,5	17	20	23	26
2,5	23	27	31	35
4	31	36	42	46
6	39	45	52	57
10	53	62	71	77
16	70	83	100	100
25	92	109	124	130
35	113	133	153	160
50	135	160	186	190
70	170	202	238	240
95	205	242	289	285
120	236	278	335	325
150	269	–	386	370
185	306	–	441	420
240	360	–	520	480
300	411	–	599	550
Alumiini				
16	57	66	79	78
25	73	87	94	100
35	90	107	116	125
50	108	129	141	150
70	136	162	181	185
95	163	195	219	220
120	187	224	255	255
150	214	–	294	280
185	242	–	336	330
240	283	–	397	375
300	325	–	458	430

4.2 Jakokeskukset

Jakokesksen on oltava käyttöolosuhteet huomioon ottaen mekaanisesti, termisesti ja sähköisesti riittävän kestävä. Ulos sijoitettavan keskuksen tulee olla IP-luokaltaan riittävän tiiviitä. Jakokeskusten on oltava standardisarjan SFS EN 60439 mukaisia. Standardissa annetaan ohjeet keskuksen asennukseen ja merkintöihin liittyen.

Nimellisvirraltaan 63 A:n ja sitä suuremmille keskuksille tulee varata vähintään 0,8 m leveä ja 2 m korkea hoitotila. Alle 63 A:n keskukselle ei ole asetettu minimimittaa. (SFS 600 2007, 571)

Jakokeskus on voitava erottaa jännitteettömäksi. Erotuskytkin voi olla keskuksessa tai sen välittömässä läheisyydessä. Nimellisvirraltaan enintään 25 A:n keskus voidaan myös erottaa sitä syöttävästä keskuksesta, jos erotuspaikka on ilmoitettu, käyttäjillä on sinne vapaa pääsy ja heillä on riittävä ammattitaito erotuksen tekemiseen. (SFS 600 2007, 572)

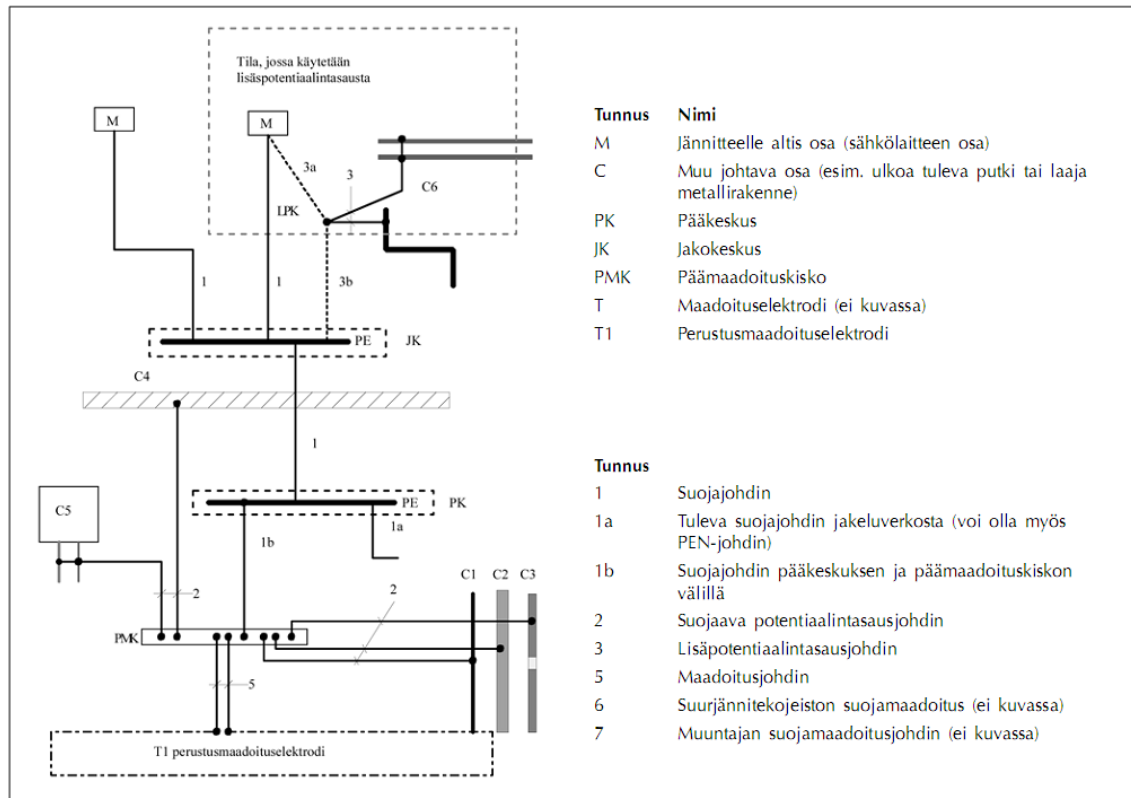
Keskusten dokumentoinnin osalta eri toteutus- ja käyttövaiheiden sisältyy erilaisia vaatimuksia. Aluksi suunnitelmissa tulee olla tarvittava määrä tietoa laitteiden valintaa ja hinnanmäärittelyä varten. Keskusvalmistajan, työn toteuttajan ja suunnittelijan väliseen tiedonvaihtoon on laadittu (ST-kortissa 53.34 liitteenä) keskuksen perustietolomake. (ST-kortisto 53.34 2009, 3)

4.3 Maadoitukset

Maadoitukset ja potentiaalintasaukset ovat tärkeä osa sähkölaitteistoa. Sähköturvallisuuden kannalta ensisijaisena tarkoituksena on rajoittaa vikatapauksissa esiintyvää kosketusjännitettä ja askeljännitettä. Vika voi liittyä rakennuksen sähköasennuksiin tai sitä syöttävään järjestelmään. Vikaan voidaan myös rinnastaa ukkosen aiheuttamat ylijännitteet. (D1 2009, 271)

Rakennuksen maadoituksiin liittyy varsinaisen maadoituselektrodin ohella potentiaalintasausjärjestelmä. Sähköturvallisuuden kannalta maadoituksen tarkoituksena on myös

- estää vaarallisten jännitteiden siirtymistä järjestelmästä toiseen
- estää vaarallisten vuotovirtojen, kipinöiden ja valokaarien syntyminen
- luoda toimintaedellytysmaasulku- ja vikasuojaukselle. (D1 2009, 271)



Kuva 1. Pienjänniteasennusten maadoitusten ja potentiaalintasausten periaatteellinen kytkentä ja tunnukset (Nurmi 2008, 2)

Kuvassa 1 on maadoituskaavio, jossa on merkinnät maadoitusjärjestelmään liittyvistä eri osista. Määritelmät on hyvä tuntea, koska eri maadoitusjärjestelmien johtimilla on eri tarkoitus ja erilaiset mitoitusäännöt. (D1 2009, 270)

Sähköiskulta suojaukseen käytettäviä johtimia nimitetään suojajohtimiksi. Sitä voidaan käyttää jännitteelle alttiiden osien suojamaadoittamiseen käytettäessä suojausmenetelmänä syötön automaattista poiskytkentää. (Nurmi 2008, 2)

Suojajohdin on normaalikäytössä jännitteetön johdin, mutta se voi tulla jännitteiseksi eristysvian seurauksena. Suojajohdin on voitava selkeästi tunnistaa muista johtimista. Suojajohtimesta käytetään nimitystä suojamaadoitusjohdin kun puhutaan ryhmäjohdon suojajohtimesta. (D1 2009, 270)

Maadoitusjohdin muodostaa asennuksen, järjestelmän tai laitteen määrätyn osan ja maan välille johtavan yhteyden tai osan tästä yhteydestä. Rakennusten sähköasennuksissa määrätty piste on yleensä maadoituskisko tai -liitin. Maadoitusjohdin

kytkee tämän pisteen maadoituselektrodiin tai maadoituselektrodiverkkoon. (D1 2009, 272)

Perustusmaadoituselektrodi on yleensä suljetun renkaan muotoinen johtava osa, joka on upotettu maahan rakennuksen perustusten alle, tai ensisijaisesti upotettu maahan rakennuksen perustuksen betoniin. Betoniin upotettua vaihtoehtoa käytettäessä on huolehdittava että johtavien rakenteiden yhdistykset ja liitokset ovat luotettavia. (D1 2009, 277)

Käytettäessä perustusmaadoituselektrodia perustusten sisällä, voidaan materiaalina käyttää terästä. Siihen löytyy maadoituskäyttöön tarkoitettua lattaterästä tai normaalia betoniterästä. Teräkset hitsataan yhteen tai käytetään erityisiä jatkoksia. Jos elektrodi asennetaan perustusten alle, käytetään SFS 600 taulukon 54.1 mukaista materiaalia eli yleensä vähintään 16 mm² kuparijohdinta tai -köyttä. (Nurmi 2008, 4)

Jännitteelle altis osa on sähkölaitteen johtava osa, jota voi koskettaa ja joka ei normaalisti ole jännitteinen, mutta voi tulla jännitteiseksi peruseristyksen eristysvian takia. Tällainen on esimerkiksi sähkölaitteen metallirunko. Jännitteelle alttiit osat yhdistetään yleensä suojajohtimella rakennuksen maadoitusjärjestelmään. (D1 2009, 272)

Kaapelihyllyt, levyhyllyt ja valaisinripustuskiskot voidaan tulkita jännitteelle alttiiksi johtavaksi osaksi. Ne pitää liittää rakennuksen pääpotentialintauskiskoon ainakin yhdestä kohtaa. Tikashyllyissä käytettäviällä jatkokappaleilla saadaan aikaan riittävä sähköinen liitos, jolloin hyllyjen yli ei tarvitse asentaa erillistä maadoitusjohdinta. (Meka Pro Oy hakupäivä 26.3.2012)

Päämaadoituskisko on osa maadoitusjärjestelmää johon voidaan liittää maadoittamista varten useita johtimia. Päämaadoituskisko toimii maadoitusten ja potentialintausausten koontipisteenä. Jokainen maadoituskiskoon liitettävä johdin on voitava irroittaa yksitellen. Tästä johtuen käytetään yleensä kiskotyypistä liitinrakennetta. Kisko asennetaan yleensä rakennuksen suurimman keskuksen läheisyyteen. Kiskoon on päästävä käsiksi. (D1 2009, 273)

Potentiaalintasaus on johtavien osien välinen sähköinen liitännä. Se vaaditaan kaikissa rakennuksissa. Potentiaalintasaus on tärkeä osa sähkölaitteiston suojausta. Sen tarkoituksena on saavuttaa tasapotentiaali. Potentiaalintasaus voidaan jakaa kolmeen osaan:

- pääpotentiaalintasaukseen
- lisäpotentiaalintasaukseen
- maadoittamattomaan potentiaalintasaukseen (D1 2009, 275)

Potentiaalintasaukseen käytettävien johtimien, jotka liitetään päämaadoituskiskoon, on oltava poikkipinta-alaltaan vähintään

- 6 mm² kuparia tai
- 16 mm² alumiinia tai
- 50 mm² terästä (SFS 600 2007, 327)

Lisäpotentiaalintasauksesta käytetään nimitystä paikallinen potentiaalintasaus (D1 2009, 275). Kaksi jännitteelle altista osaa toisiinsa yhdistävän lisäpotentiaalintasausjohtimen johtavuuden on oltava vähintään yhtä suuri kuin jännitteelle alttiiseen osaan kytketyn pienimmän suojajohtimen poikkipinta-ala. (SFS 600 2007, 327)

Jos potentiaalintasaus on maadoitettu, se on osa maadoitusjärjestelmää. Potentiaalintasaus voi olla myös maadoittamaton. Maadoittamatonta potentiaalintasausausta voidaan käyttää esimerkiksi sähköisesti erotetussa laitteistoissa yhdistämään eri laitteiden jännitteelle alttiit osat toisiinsa. (D1 2009, 275)

Toiminnallista maadoitusta käytetään järjestelmän, asennuksen tai laitteen pisteen maadoittamiseen muun syyn kuin sähköiskulta suojaamisen takia. Yleensä toiminnallista maadoitusta käytetään häiriösuojaukseen. Häiriösuojaukseen liittyvissä maadoituksissa on käytettävä kohdekohtaista harkintaa, kun taas sähköiskulta suojaamiseen liittyvistä maadoituksista on selvät pelisäännöt. (D1 2009, 278)

5 LAITTEIDEN JA LAITTEISTOJEN SÄHKÖISTYS

Yleensä LVI-järjestelmän käyttökuntoon toimittaminen vaatii yhteistyötä tilaajalta ja käyttäjältä sekä useilta eri suunnittelijoilta ja toimijoilta. Prosessisuunnittelija (LVI-suunnittelija) antaa sähköistettävien laitteiden sijoitus- ja tehotiedot sekä säädettävien käyttöjen toimintakuvaukset. Ennen laitteiden sähköistystä on rakennusautomaation kaapelointi tarkistettava valittuun järjestelmään soveltuviksi. (ST-kortisto 51.31 2003, 6)

LVI-laitteiden ja laitteistojen sähköistyksessä tulee jakokeskuksissa huomioida jakokeskusstandardin asettamat vaatimukset. Keskusta tilattaessa voidaan sen rakennetta koskevat vaatimukset ilmoittaa perustietolomakkeella. (ST-kortisto 51.31 2003, 8)

Suunnittelussa on selkeä tapa käyttää esimerkkilaitteita epätarkkojen yleiskuvauksien sijaan. Esimerkkimenettely on myös täsmällinen tapa siirtää tietoja suunnittelijoiden kesken. Laitteen valinnan suorittajan tulee välittää tekniset tiedot laitetoimittajalta sähkösuunnittelijalle, koska sähkösuunnittelija harvoin edustaa laitetoimittajalle tilaajatahoa. (ST-kortisto 51.31 2003, 6)

Laitteiden tulee olla soveltuvia uudisrakennuksissa käytettävään TN-S-sähkönjakeluverkkoon. Laitteiden tulee täyttää EMC-direktiivin, sähkömagneettinen yhteensopivuusvaatimus. LVI-laitteisto ja -laite on voitava erottaa jännitteettömäksi sähköverkosta erotuskytkimellä. LVI-jakokeskus erotetaan keskuksen pääkytkimellä. Moottorin syötön erottaminen tapahtuu erotuskytkimellä. Erotuskytkin voi olla pistokytkin, kun koneen nimellisvirta ei ylitä 16 A:a ja kokonaisteho 3 kW. (ST-kortisto 51.31 2003, 5)

Taajuusmuuttajakäytöissä on erotuskytkimessä hyvä olla apukoskettimet, jolla ohjataan kuormitetun virtapiirin katkaisun ennen erottimen pääkoskettimen avautumista. Tällä voidaan välttyä taajuusmuuttajan elektroniikan vaurioilta. (ST-kortisto 51.31 2003, 5)

Kiinteistöön toteutettavien LVI-laitteiden ja –laitteistojen toimitusvaihtoehdot on jaettu kolmeen eri tyyppiin. Niille on sähköistyksen kannalta erilaisia tarpeita. Tietyn LVI-järjestelmän toteuttaminen vaatii saman sähköistyksen hankintarajoista riippumatta. Kohteessa tehtävä sähköistyksen määrä ja suoritettava taho taas riippuu hankintatavoista ja -rajoista. (ST-kortisto 51.31 2003, 3)

Tehdasvalmiilla laitteilla tarkoitetaan tiettyyn käyttötarkoitukseen tyyppihyväksytyjä laitteita tai laitteistoja, jotka ovat yleisesti myynnissä. Niihin on yleensä lisättävissä rajallinen määrä ominaisuuksia. Tehdasvalmiiden laitteiden sähköistystarve on vähäinen. Dokumentointi tulee tällöinkin suorittaa. (ST-kortisto 51.31 2003, 3)

Sähköistystarpeisiin kuuluu sähkönsyötön toimittaminen laitteiston sähkökeskukselle, laitteiston ulkopuoliset kaapeloinnit ja kytkennät kuten ulko- ja huonetuntoelimet ja hälytyskaapeloinnit. Tyypillisiä tällaisia laitteistoja on mm.

- kaukolämmön alajakokeskukset pumppuineen, säätölaitteineen ja sähkökeskuksineen
- ilmanvaihtokoneikot
- taajuusmuuttajat
- pumppaamot. (ST-kortisto 51.31 2003, 3)

Erillislaitteina tulevat laitteistot kootaan ja rakennetaan toimiviksi kokonaisuuksiksi rakennuskohteessa. Esimerkiksi patteriverkoston säätöryhmä, joka koostuu putkiston osista, pumpuista, säätölaitteista ja sähkökeskuksesta. Näiden kaikki sähköistys asennetaan rakennuskohteessa. (ST-kortisto 51.31 2003, 3)

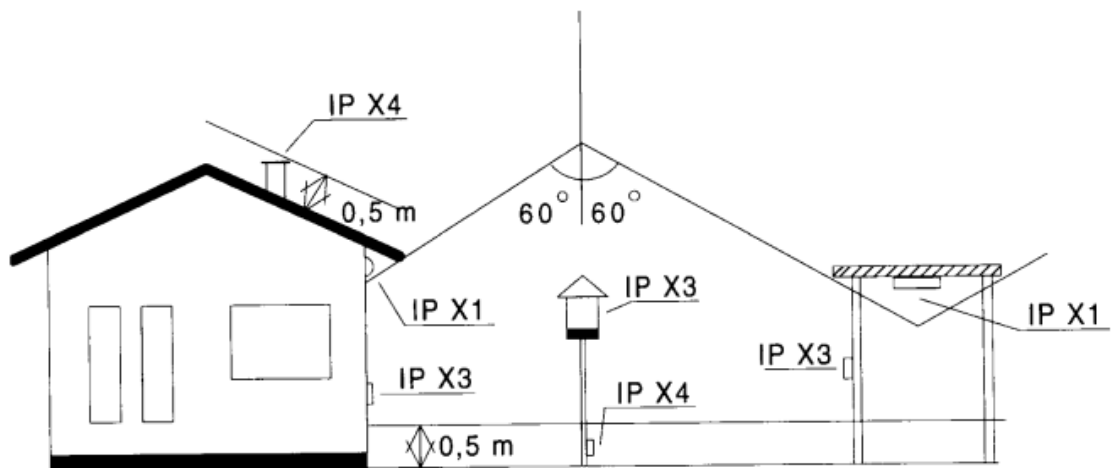
Yhdistelminä toimitettavia laitteistoja ovat ilmastointijärjestelmät, jossa tulo- ja poistoilmakoneikko on tehdasvalmis kokonaisuus, mutta järjestelmään liittyviä poistoilmapuhaltimia on erillislaitteina eri puolilla kiinteistöä. Toisena esimerkkinä vedenjäähdytyskoneikko, jossa kompressoriyksikkö ja lauhdutin ovat tehdasvalmiita laitteistoja, mutta niiden väliset putki- ja sähköasennukset rakennetaan paikan päällä. (ST-kortisto 51.31 2003, 3)

6 SÄHKÖLIITÄNTÄJÄRJESTELMÄT

Sähkölaitteet on suunniteltava, valittava ja asennettava niin, että noudatetaan standardin kohtien 6000-5-51 ja muiden SFS 6000 standardisarjan soveltuvien kohtien vaatimuksia (SFS 600 2007, 219). Sähkölaitteista ei saa aiheutua vaaraa ihmisille, kotieläimille ja omaisuudelle sähköasennuksen tavanomaisessa käytössä syntyviltä vaaroilta ja vahingoilta. (Säköturvallisuuslaki 1996/410 2:5 §)

6.1 Pistorasiat

Sähkölaitteen valinnassa on otettava huomioon ulkoiset tekijät. Tällaisia ovat mm. ympäristön lämpötilat, veden esiintyminen, vieraiden kiinteiden esineiden esiintyminen, korroosiota ja likaantumista aiheuttavat aineet. Taulukossa 6 on esitetty ulkoisia olosuhteita, jotka vaikuttavat laitteiden valintaan kotelointiluokan suhteen. Lisäksi oikeanpuoleisessa sarakkeessa on lisähuomautuksia kyseiseen kohtaan. Kuvassa 2 on havainnollistettu ulosasennettavien laitteiden kotelointivaatimuksia. (Saastamoinen 2009, 51)



Kuva 2. Esimerkkejä ulosasennettavien laitteiden koteloinneista (Naskali 2001, 83)

Taulukko 6. Eri tilat ja kotelointiluokitukset (Naskali 2001, 82)

Tila ja alueet	Kotelointiluokka	Huomautuksia
Kylpy- ja suihkutilat alue 0 alue 1 alue 2 alue 3	IP X7 IP X4 (IP X5) IP X4 (IP X5) IP X1 (IP X5)	Suluissa olevat arvot koskevat julkisia tiloja, jos on todennäköistä, että tilojen puhdistamiseen käytetään vesisuihkua. Alueella 3 suositellaan kotelointiluokkaa IPX1.
Uima-allastilat alue 0 alue 1 alue 2	IP X8 IP X5 (IP X4) IP X2 (IP X4, IP X5)	Alueella 1 sallitaan IPX4 pienissä sisällä olevissa allastiloissa, jos niitä ei tavallisesti puhdisteta suihkuttamalla. Alueella 2 edellytetään luokkaa IPX4 ulkotiloissa, ja luokkaa IPX5 kaikissa tiloissa, jos on todennäköistä, että tilojen puhdistamiseen käytetään vesisuihkua.
Saunat	IP 24	
Maatalous- rakennukset	IP 44	IP 23 kasvihuoneiden valaisimille, elleivät alttiina roiskuvalla vedelle
Kuivat tilat	IP 2X	Tiloissa, joissa ilma on niin kuivaa, ettei seinille, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle normaalikäytössä tiivisty kosteutta, ja joissa ulkoiset tekijät ovat siinä määrin normaalit, ettei tilaa ole katsottava joksikin muuksi tilaksi.
Kosteat tilat	IP X1	Tiloissa, joissa ilma yleensä on niin kosteaa, että seinille, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle tiivistyy kosteutta, mutta vesipisaroita muodostuu vain poikkeuksellisesti.
Märät tilat	IP X4	Tiloissa, joissa ilma on yleensä niin kosteaa, että seinille, kattoon tai sähkölaitteiden pinnalle tiivistyvä vesi muodostaa pisaroita tai laite on muutoin vastaavasti alttiina vedelle.
Ulkotilat (vaatimuksissa oletetaan, että vesi voi pudota enintään 60 asteen kulmassa ja ettei putoava vesi roisku yli 0,5 m korkeudelle)	IP X1 IP X3 IP X4	Laite, joka on asennettu siten, että se on suojattu sateelta. Laite, joka on alttiina sateelle ja on asennettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevan pinnan yläpuolelle (maanpinta, lattia, vesikatto). Laite, joka on alttiina sateelle ja on asennettu enintään 0,5 m etäisyydelle vaakatasosta tai kaltevasta pinnasta.

Vahvavirtalaitteen paljaat jännitteiset osat eivät yleensä saa olla kosketeltavissa, kun heikkovirtalaitteen kytkentätilan tai johdotustilan kansi avataan. Sen takia pistorasiat ja telepistorasiat yleensä asennetaan eri peitelevyjen alle. Jos pistorasian rakenne on kosketussuojainen sen avaamisen jälkeen, ei estettä ole asentaa saman peitelevyn alle. (D1 2009, 201)

Kytkimet ja rasiat tulee sijoittaa yhdenmukaisella tavalla. Rasioinnissa tulee ottaa huomioon rakenteiden ja pintamateriaalien asettamat vaatimukset. Lisäksi on syytä ottaa huomioon tietoliikennesasioiden ja sähköpistorasioiden sijoittelussa mahdollisten langattomien tukiasemien, videotykkien, kiinteistöautomaation sekä valvonta- ja hälytysjärjestelmien tarpeet. Taulukossa 7 nähdään yleiset suositellut asennuskorkeudet rasioiden asennuksissa. (ST-Käsikirja 34 2009, 107)

Taulukko 7. Yleiset suositeltavat asennuskorkeudet (ST- Käsikirja 34 2009, 109)

Yleiset asennuskorkeudet lattiasta, mm	
Ohjauspisteet	
Kytkimet yms.	1 000
Termostaatit, merkinantokojeet yms.	1 400
Palohälytyspainike	1 700
Pistorasiat, tietoliikennesasiat	
Asuinhuoneet	200
Pesu- ja kylpyhuone alatapa, alue 3	800 tai 1 000
Siivous	1 000 tai 1 800
Porrashuone, kellarikäytävä	1 800
Parveke, alatapa	300
Keittiön työpöytä	1 000 tai 1 200
Astianpesukone (viereisessä kaapissa)	300
Kylmäkaappiyhdistelmä	2 200
Liesituuletin	1 800
Lieden pistorasia tai liitännä	300
Soittokello	2 200
Pistorasiat lista-asennustarvikkeilla	kupu lattiasta
Seinävalopisteet	
Kylpyhuoneen ja WC:n peilivalaisin, kiinteä liitäntä	
(Peilin päällä)	1 900
(Peilin sivulla)	1 700
Peilikaapin liitäntä	kalustopiirustuksen mukaan
Kaapistot matalalla (työtaso 850 mm)	1 300
Keittiön työtasoalaisin	
Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin	
Kaapistot korkealla (työtaso 900 mm)	
Keittiön työtasoalaisin	1 380
Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin	1 400
Jakorasiat, tietoliikennesasiat	2 200 tai katossa

Vikavirtasuojalla tarkoitetaan automaattisesti toimivaa suojalaitetta, jonka toiminta perustuu summavirtamuuntajan mittaamaan vaihe- ja nollavirran summaan. Kytkin avaa piirin, mikäli summavirta ylittää vikavirtasuojakytkimen toiminta-arvon. Vikavirtasuojia käytetään perussuojauksen lisäsuojana, vikasuojauksessa syötön nopeaan poiskytkentään ja palosuojaukseen. (D1 2009, 236)

Lisäsuojauksena käytetty vikavirtasuojasuoja suojaa esimerkiksi, kun muut menetelmät pettävät, tai kun käyttäjä on huolimaton. Henkilösuojiksi tarkoitettujen

vikavirtasuojakytkimien toimintarajavirta on max. 30 mA. Vikavirtasuojia käytetään seuraavissa asennuksen osissa:

- ulkopistorasiat
- tavanomaiset pistorasiat sisällä
- kylpy- ja suihkuhuoneet
- uima-allastilat
- rakennustyömaat ja muut tilapäisasennukset
- ahtaiden ja johtavien tilojen II-luokan laitteet
- matkailuajoneuvojen paikoitusalueiden pistorasiat
- pienvenesatamien pistorasiat (D1 2009, 239 - 240)

Lisäksi muita huomionarvoisia käyttökohteita ovat:

- autolämmityspistorasioiden tolppa- tai pistorasiakohtaiset suojalaitteet
- kylpy- ja suihkutilojen muut laitteet
- lämmityskaapelit- ja lämmityskelmut
- saunan sähkölaitteet. (D1 2009, 239 - 240)

Yhdistetyissä johdonsuojakatkaisija-vikavirtasuojissa on sekä ylivirtasuojaus- että vikavirtasuojausominaisuudet. Ominaisuuksiltaan suojien nimellisarvot ovat samat kuin erillisissä suojalaitteissa. (D1 2009, 242)

Palosuojauksen kannalta vikavirtasuojan toimintavirta voi olla enintään 300 mA. Palosuojauksessa vikavirtasuojaa käytetään mm. palovaarallisissa tiloissa sekä maatalouden rakennuksissa. Lisäksi standardisarjasta SFS 6000 löytyy tarkemmat tiedot vikavirtasuojien tarkemmista vaatimuksista. (D1 2009, 241)

Pistorasiaryhmän johdon mitoituksessa käytetään taulukossa 8 olevia arvoja. Taulukko on tehty uppoasennettavalle ryhmäjohdolle. Taulukossa on huomioitu suojan laukeamiseen tarvittava riittävä oikosulkuvirta. Taulukoista voidaan tarkastaa riittävän

tarkat arvot suojausheitojen toteutumiseen. Tarkempaan mitoitukseen on olemassa myös laskukaavat. (D1 2009, 210)

Taulukko 8. Suurimmat johtopituudet käytettäessä vikasuojaukseen automaattista poiskytkentää C-tyypin johdonsuojakatkaisijalla (Hovatta ym. 2010, 82)

Poikki-pinta-ala	Nimellisvirta	Pienin oikosulkuvirta	Suurin johtopituus [m], kun impedanssi ennen suojalaitetta on seuraava [mΩ].							
			Kursivoitu luku on oikosulkuvirta [A]							
			10 (22000)	100 (2200)	300 (730)	500 (440)	1000 (220)	1500 (146)	2000 (110)	3000 (73)
1,5	6	60	124	121	114	107	90	73	56	22
	10	100	74	71	64	57	40	23	6	–
	16	160	46	43	36	29	12	–	–	–
	20	200	37	34	27	20	3	–	–	–
	25	250	29	26	18	12	–	–	–	–
2,5	10	100	124	119	107	96	68	39	11	–
	16	160	77	72	61	49	21	–	–	–
	20	200	61	56	45	34	5	–	–	–
	25	250	49	44	32	21	–	–	–	–
4	16	160	124	115	97	79	33	–	–	–
	20	200	99	90	72	54	8	–	–	–
	25	250	79	70	52	34	–	–	–	–
	32	320	61	53	35	16	–	–	–	–
6	16	160	185	173	146	119	50	–	–	–
	20	200	148	136	108	81	13	–	–	–
	25	250	118	106	78	51	–	–	–	–
	32	320	92	80	52	25	–	–	–	–
	50	500	58	46	18	–	–	–	–	–
10	63	630	46	33	6	–	–	–	–	–
	25	250	193	173	128	84	–	–	–	–
	32	320	150	130	85	37	–	–	–	–
	50	500	95	75	30	–	–	–	–	–
16	63	630	75	55	10	–	–	–	–	–
	32	320	238	206	135	65	–	–	–	–
	50	500	151	119	48	–	–	–	–	–
	63	630	119	87	17	–	–	–	–	–

6.2 Autolämmityspistorasiat

Pysäköintialueiden tehonmitoituksessa käytetään Senerin julkaisemaa laskentamallia.

$$P_{PYS} = 10 + 0,5 + N_{AUTO} \quad (3)$$

missä, N_{AUTO} = autopaikkojen lukumäärä (ST-kortisto 13.31 2001, 12)

Autolämmityspistorasioissa käytetään tolppa- tai pistorasiakohtaista suojalaitetta. Autolämmityspistorasioihin sopii hyvin käytettäväksi yhdistetty johdonsuoja-automaatti ja vikavirtasuojakytkin. (D1 2009, 239)

7 VALAISTUSJÄRJESTELMÄT

Valaistuksen tarkoituksena on luoda miellyttävät työskentely- ja oleskeluympäristö. Työskentely-ympäristössä valaistuksella on tutkitusti merkitystä työskentelytehokkuuteen ja rasittavuuteen sekä tapaturmien määrään. Oikeanlaisella valaistuksella saadaan oleskeluympäristöön aikaan miellyttävä valaistus, jolla on vaikutusta käyttäjien kannalta tilan miellyttävyyteen ja viihtyvyyteen. (ST-kortisto 58.06 2000, 2)

Valaisimia voidaan jaotella erilaisiin ryhmiin esimerkiksi valonlähteen, käyttötarkoituksen, perussuojauksen, vikasuojauksen, kosteudenkestävyyden ja pölytiiviyden perusteella. (Saastamoinen 2009, 138)

Standardissa EN12464-1 on määritelty työalueiden valaistusten ylläpidettävistä vähimmäisvaatimuksista. Valaistuksen valintaan vaikuttavat tilan rakenteet, päivänvalo, arkkitehtuuri, sisustus, käyttö, energiankulutus ja ylläpito. Lisäksi valintojen keskeisiä asioita ovat asennuspaikan olosuhteet, valonlähteen ominaisuudet, valaisinten määrä, valaisinten säätö- ja ohjaustapa. (ST-kortisto 58.06 2000, 2-6)

Lampun teho ja syttymisvirta vaihtelevat lampputyypeittäin. Loistelampuissa käytettyjen elektronisten liitäntälaitteiden virtapiikit saattavat olla suuria. Nämä asiat on huomioitava valaisimien ryhmittelyssä. Jotkut lisälaitteet kuten läsnäolotunnistimien koskettimet eivät kestä elektronisten liitäntälaitteiden virtapiikkejä. Asiat kannattaa tarkistaa valmistajakohtaisesti. (ST-kortisto 58.08 2009, 2)

Valon tarve on yksilöllistä. On tutkittu että yli 45-vuotiailla se lisääntyy kuitenkin huomattavasti. Eri käyttäjät on otettava huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi näyttöpäätetyö vaatii erilaista valaistusta kuin muu toimistotyö. (ST-kortisto 58.32 2004, 1)

Valaistuksen suunnittelu ja valaistustasojen mitoituksessa tehdään pääasiassa tietokoneavusteisesti. Esimerkiksi maksuttomasti kaikkien ladattavissa olevalla Dialux-valaistuslaskentaohjelmalla voidaan selvittää tilaan tarvittava valaisinmäärä. Ohjelmalla

voidaan tehdä sisä-, tie- ja aluevalaistussuunnitelmat. (Elektroskandia hakupäivä 30.3.2012)

7.1 Valonlähteet

Hehkulamppu

Hehkulampun valontuotto perustuu lämpösäteilyyn. Suurin osa sähköenergiasta muuttuu lämmöksi. Hehkulampun hyviä puolia on nopea syttyminen, värintoisto ja hyvä himmennettävyys. Hehkulampun huonoja puolia korkea lämpötila, huono energiatehokkuus (lm/W) ja lyhyt käyttöikä. Nykyisten energiatehokkuusvaatimusten myötä kaikki hehkulamput ovat poistumassa markkinoilta. (ST-kortisto 58.08 2009, 4)

Halogeenilamppu

Halogeenilamput ovat perustaltaan hehkulamppuja. Kuvun sisällä käytetään halogeenikaasua palauttamaan höyrystyneet volframiatomit takaisin hehkulankaan. Hyviä puolia ovat nopea syttyminen, hyvä värintoisto, helppo himmennettävyys, hehkulamppua parempi valotehokkuus ja pidempi käyttöikä. Huonoja puolia korkea lämpötila lampussa sekä valokeilan suuntaan, keskinkertainen energiatehokkuus ja vaihteleva käyttöikä eri lampputyypin välillä. (ST-kortisto 58.08 2009, 4-5)

Loistelamput

Loistelampun valontuotto perustuu elektronien sähköpurkaukseen. Loisteputken sisällä on täytöskaasuna elohopeahöyryä. Elohopeahöyryn atomit virittyvät kun kytketään sähkövirta päälle. Tällöin syntyy ultraviolettisäteilyä. Putkien sisäpinnalla oleva loisteaine muuttaa tätä näkyväksi valoksi. Loistelamppuja käytetään aina virranrajoittimen kanssa. Käytössä on joko magneettisia kuristimia ja sytyttimiä tai elektronisia liitäntälaitteita. Loistelamppujen väriominaisuudet riippuvat käytetyistä loisteaineista. Loistelamppuja on saatavilla useilla eri väriominaisuuksilla. (ST-kortisto 58.08 2009, 5-7)

Loistelamppujen hyvinä puolina ovat pitkä käyttöikä, hyvä valotehokkuus, eri teho- väri- ja säätövaihtoehdot. Huonoina puolina vaihtoehtojen runsaus, mikä voi sekoittaa käyttäjää, elektroniikan lyhyempi käyttöikä ja vikaantuminen sekä

ympäristöolosuhteiden vaikutukset valaisimen toimintaan ja valon ominaisuuksiin. (ST-kortisto 58.08 2009, 5-7)

Yksikantainen loistelamppu

Pienisloitelamput on taivutettu U, H tai kierteiseen muotoon. Niissä on vain yksi kanta. Nämä lamput ovat alunperin kehitetty korvaamaan hehkulamppua. Kehityksen myötä niihin on tullut paljon ominaisuuksia ja käyttömahdollisuuksia lisää. (ST-kortisto 58.08 2009, 7)

Kierrekantaloistelampulla eli energiansäästölamppulla voi korvata hehkulamput. Niihin on sisäänrakennettu sytytin ja kuristin. Energiansäästölamppuja on myös sekä himmennettäviä että ulkokäyttöön soveltuvia malleja. Energiansäästölamppulla saadaan 60-70% säästö verrattuna hehkulamppuun. (ST-kortisto 58.08 2009, 7)

Pistokantaloistelampullisissa valaisimissa on erillinen sytytin, kuristin ja elektroninen liitäntälaitte, jotka ovat sijoitettu valaisimen sisälle. Jokaiselle lampputeholle on olemassa yksi kanta jolla varmistetaan virranrajoittimen soveltuvuus. (ST-kortisto 58.08 2009, 7)

Kaksikantainen loistelamppu

Yleisimmät tällä hetkellä käytössä olevat lamput ovat halkaisijaltaan 26 mm T8-lamput ja 16 mm T5-lamput. T5-lamppuja voi käyttää ainoastaan elektronisten liitäntälaitteiden kanssa. Loistelamppujen liitäntälaitteet ovat herkkiä olosuhteille kuten kylmyydelle, kuumuudelle ja kosteudelle. (ST-kortisto 58.08 2009, 5-6)

Loisteputkien tuotekehitys on mennyt eteenpäin. Perinteiset 38 mm:n loisteputket poistuvat markkinoilta v. 2012. Energiatehokkuudeltaan huonoimmat kuristimet ovat jo poistuneet. Nykyään sallitaan vain luokat A ja B. (ST-kortisto 58.08 2009, 6)

Muut purkauslamput

Purkauslamppuja ovat loistelamput lisäksi elohopealamput, suurpainenatriumlamput, pienpainenatriumlamput ja monimetallilamput. Lamppujen toiminta perustuu niiden sisällä olevien kaasujen ja metallihöyryjen aikaansaamaan suuren paineeseen jolloin ne

alkavat säteillä näkyvää valoa. Niitä käytetään yleisimmin ulkotiloissa tai korkeissa sisätiloissa. (ST-kortisto 58.08 2009, 7-10)

Led-lamppu

Led on puolijohdekomponentti. Sen valontuotto perustuu fotonin emissioon. Se erottaa ledin muista valonlähteistä sillä muut valonlähteet tuottavat lämpösäteilyä. Ledit itsessään ovat valontehokkuudeltaan hyviä. Ledvalaistuksen suunnittelussa on otettava huomioon tehonhäviöt kaapeleissa ja liitäntälaitteissa. Sen etuja ovat pieni koko, pitkä käyttöikä, tärinän kestävyys, värinasto, helppo säätää ja ohjata ja syttyy heti haluttuun tasoon. Ledeissä huomioon otettavia asioita:

- ei kestä korkeita lämpötiloja
- kallis (vielä tällä hetkellä)
- suunnittelu ja asennus vaatii perehtyneisyyttä
- led-järjestelmässä käytettyjen laitteiden yhteensopivuus on tarkistettava
- valovirta alenee valonlähteen ikääntyessä
- tuotteissa on paljon laatueroja
- toimii vain oikeinpäin kytkettynä (anodille + ja katodille -)
- valotehot pieniä yksittäisissä valaisimissa (ST-kortisto 57.52 2008, 1-2)

7.2 Valonlähteiden yleiset ominaisuudet

Valonlähteiden ominaisuuksia voidaan verrata keskenään useilla eri ominaisuuksilla. Taulukossa 7 on vertailtu eri lampputyypin ominaisuuksia. Tässä on lyhyesti kerrottuna niistä.

Väriämpötila

Valon väriämpötilat ilmoitetaan kelvineinä (K). Värisävyt jaetaan lämpimään (0 - 3300 K), neutraaliin (3300 - 5300 K) ja kylmään (5300 K -). Ihmisten mieltymyksissä eri värisävyihin on eroja. Usein lämpimät sävyt mielletään kodinomaisiksi ja rentouttaviksi. Kylmät värisävyt taas puolestaan koetaan virkistäviksi ja työtehoa parantaviksi. (ST-kortisto 58.08 2009, 2)

Värintoisto

Värintoistoindeksi R_a kertoo miten hyvin valonlähde toistaa pintavärit. Määrittelytapa vertaa lamppujen ominaisuuksia saman värilämpötilan testilamppujen tuottamiin pintavärintoisto-ominaisuuksiin. Mitä korkeampi indeksi, sen paremmin värit toistuvat. Standardit määrittelevät eri tiloille sallitut värintoistoluokitukset. Taulukosta 9 nähdään värintoistoluokkien arvot. (ST-kortisto 58.08 2009, 2)

Taulukko 9. Värintoistoluokat (ST-kortisto 58.08 2009, 2)

1A	R_a 90-100	Erittäin hyvä
1B	R_a 80-90	Erittäin hyvä
2A	R_a 70-80	Hyvä
2B	R_a 60-70	Hyvä
3	R_a 40-60	Tyydyttävä
4	R_a 20-40	Heikko

Valotehokkuus

Valotehokkuus ilmoitetaan yksikkönä lumen per watti (lm/W). Se kertoo kuinka tehokkaasti sähköteho muutetaan valotehoksi. Nykypäivänä pyritään kokoajan energiatehokkaampiin ratkaisuihin. Tämä on johtanut lamppumarkkinoilla joidenkin tuotteiden valmistuksen lopettamisiin, koska niille asetetut energiatehokkuuskriteerit eivät täyty. Esimerkiksi jos verrataan taulukosta 10 yksikantaloistelamppua hehkulamppuun, valotehokkuus on n. 6 kertainen. (ST-kortisto 58.08 2009, 3)

Käyttöikä

Käyttöikä voidaan määritellä monilla eri tavoin. Lamppujen keskimääräinen polttoikä tarkoittaa käyttöikää, jolloin puolet käytössä olevista lamppuista on sammunut. Hyötypolttokä tarkoittaa hetkeä jolloin kokonaisvalonmäärä on pudonnut 20 % alkuperäisestä tilanteesta. Loistelampuilla tämä tarkoittaa 10 % kuolleisuutta ja 10 % valovirran alenemaa. Lampun käyttöikä vaikuttaa olennaisesti käyttöolosuhteet. (ST-kortisto 58.08 2009, 2-3)

Taulukko 10. Lamppujen keskimääräisiä ominaisuuksia (ST -kortisto 58.08 2009, 13)

Lampputyyppi	Väriämpötila	Värintoistokyky	Valontuotto	Hyötypoltoikä	Himmennys
	K	R_a	lm/W	h	
Hehkulamppu	2 700	100	10	1 000	x
Halogeenilamppu, 230 V	3 000–4 000	100	15	2 000	
Halogeenilamppu, 12 V	3 000–4 000	100	18	4 000	x
Yksikantaloistelamppu, kierrekanta (energiänsäästölamppu)	2 700–6 500	85	60	6 000	x vain tietyt mallit
Yksikantaloistelamppu + kuristin	2 700–6 500	85	60	5 000	
Yksikantaloistelamppu + elektroninen	2 700–6 500	85	65	7 000	x
T8 loistelamppu + kuristin	2 700–6 500	80–95	70	12 000	
T8 loistelamppu + elektroninen	2 700–6 500	80–95	90	17 000	x
T8 loistelamppu longlife	2 700–6 500	80–95	90	35 000	x
T5 loistelamppu	2 700–6 500	80–95	90	17 000	x
T5 loistelamppu longlife	2 700–6 500	80–95	90	48 000	x
Elohopeapurkauslamppu	3 000–4 000	50	40	16 000	
Suurpainenatriumlamppu	2 100–2 500	30–80	120	18 000	x vain tietyt mallit
Pienpainenatriumlamppu	x	x	120	10 000	
Monimetalli + kuristin	3 000–6 000	70–90	90	7 500	
Monimetalli + elektroninen	3 000–6 000	70–90	100	10 000	x vain tietyt mallit
Monimetalli keraaminen + kuristin	3 000–6 000	90	90	9 000	
Monimetalli keraaminen + elektroninen	3 000–6 000	90	100	12 000	x vain tietyt mallit
Induktiolamppu	3 000	80	80	60 000	
Ledlamppu	2 700–6 000	80	60	50 000	x vain tietyt mallit

6.3 Valaistus, ohjaus ja säätö

Valonsäädöllä ratkaistaan tilan toimivuus. Sen käyttö ja käytettävyys ovat keskeisenä osana valintaa. Tarve määrittelee halutun ohjaustavan. Parhaat ratkaisut saadaan ottamalla huomioon käyttäjän tarpeet. Tällöin tilasta saadaan toimiva. Ohjaustapaan valitaan kuormatyypille soveltuvat säätölaitteet. (ST-kortisto 58.32 2004, 1)

Nykypäivänä tärkeään osaan on noussut energiansäästö. Varsinkin toimisto- ja toimitilaympäristössä se nousee hyvin tärkeään osaan. Oikeilla valonsäädön ja -ohjauksen ratkaisuilla voidaan tehdä huomattavia energiansäästöjä. (ST-kortisto 58.32 2004, 1)

Tilanneohjaus

Tilanneohjaus on mahdollista kehittyneillä valaistuksen ohjaukseen suunnitelluilla keskusyksiköillä ja väyläohjausjärjestelmillä. Tilanneohjaukseen voidaan kytkeä erillisellä tilanneohjauspainikkeella. Ohjaustapa ei estä säätyvien ryhmien

erillisohjausta. Esimerkki tilanneohjauksesta voisi olla neuvotteluhuone, jossa eri tilanteita on siivous, kokous, esitys ja sammutus. (ST-kortisto 58.32 2004, 2)

Eri valmistajien käyttämissä suljetuissa-, 1-10 V:n- ja DSI-järjestelmissä tilanteiden lukumäärä riippuu käytettävästä keskusyksiköstä. Hajautettua ohjaustapaa edustaa DALI- sekä LON- ja EIB-kenttäväyläohjaukset. Näillä ohjaustavoilla saadaan aikaan myös suurempia määriä tilanteita. Kenttäväyläteknikalla toteutetussa kokonaisjärjestelmässä käytetään erillisiä tilanneohjausyksiköitä. Tällöin voi tilanteita olla käytännössä rajattomasti. (ST-kortisto 58.32 2004, 2, 4)

Taulukko 11. Esimerkki neuvotteluhuoneen tilanneohjausmatriisista (ST-kortisto 58.32 2004, 5)

Tilanne	Nimi	Etuosa	Säätö-aika	Takaosa	Säätö-aika
1	Siivous	100 %	3,0 s	100 %	3,0 s
2	Esitys	1 %	2,0 s	45 %	2,0 s
3	Kokous	60 %	1,0 s	60 %	1,0 s
4	Sammutus	Off	5,0 s	Off	5,0 s

Vakiovalo-ohjaus

Vakiovalo-ohjaus on energian säästöä tuovaa valaistuksen ohjausta. Säädettävään tilaan valitaan tietty valaistustaso. Valaistustasoon pyritään valoisuusanturien avulla. Mitä enemmän tilassa on luonnonvaloa, sitä vähemmän tarvitaan valaisimilla tuotettua valoa. Vakiovalo-ohjausta täydennetään usein läsnäolo-ohjauksella. Tämä on hyvä tapa saavuttaa energiansäästöä. (ST-kortisto 58.32 2004, 5)

Komponenttien valmistajilla, jotka ovat yleensä myös valaisivalmistajia, löytyy hyviä ohjeita tällaisten ratkaisujen toteuttamiseen. Hyvin suunniteltuna tällaiset ratkaisut tuovat kohteeseen myös käyttömukavuutta. Markkinoilta löytyy laitteita jotka sisältävät kaiken säätöön tarvittavan ja joihin voidaan liittää suoraan kosketinkuormaa. Kytkevien liitäntälaitteiden määrä kannattaa tarkistaa valmistajalta. (Nylund 2011 hakupäivä 23.2.2012)

Yksinkertaisimmillaan vakiovalo-ohjaus on toteutettu valaisimeen sisäänrakennettuna. Tällöin valaisimessa on ohjattava elektroninen liitäntälaitte ja valoisuusanturi. (ST-kortisto 58.32 2004, 5)

Läsnäolo-ohjaus

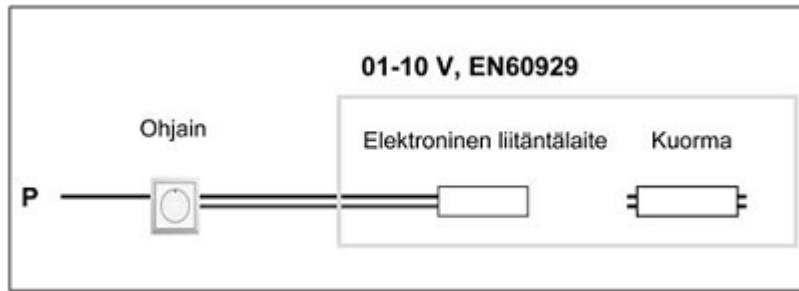
Läsnäolo-ohjauksella tarkoitetaan tapaa, jossa valaistusta ohjataan tunnistimella, joka havaitsee liikkeen, ruumiinlämmön ja joissakin malleissa äänen. Ohjaukseen asetetaan viive, joka loistevalaisimille on vähintään 15 minuuttia. Läsnäolo-ohjaukseen on valittava riittävän herkät anturit, jotta valot eivät sammu kun tilassa on käyttäjiä. Yksinkertaisimmillaan läsnäolo-tunnistin voidaan asentaa kytkimen paikalle kojerasiaan. (ST-kortisto 58.32 2004, 5)

Läsnäolo-ohjaus voidaan toteuttaa myös osana kiinteistön laajempaa ohjausta. Siihen voidaan esimerkiksi toimistotilassa liittää ilmastoinnin päälleohjauksen. Läsnäolo-ohjaus liittyy vakiovalo-ohjaukseen. Parhaat ratkaisut saadaan aikaan yhdistämällä nämä kaksi ohjausmuotoa. Läsnäolon tunnistaminen ei sytytä valoja automaattisesti, jos luonnonvaloa on tarpeeksi. Tarvittaessa ne voidaan ohjata päälle manuaalisesti. (ST-kortisto 58.32 2004, 5)

Ohjaus ohjaimin

1-10 V:n ohjaus

Ohjattavissa 1-10 V liitäntälaitteissa on erilliset liittimet kaksijohtimiselle säätöpiirille. Säätöpiiriin kytketty potentiometri tai jokin muu laite säätää jännitettä 1-10 V, kontrolloiden valoa vastaavasti muutamasta prosentista täyteen sataan prosenttiin. Säätöjohtojen napaisuudella(+/-) on tärkeä merkitys. Sytytys ja sammutus tehdään verkkojännitteisellä kytkimellä. Kuvassa 3 on periaate 1-10 V -ohjauksesta. Säätöpiirin johdotus on tehtävä verkkojännitteen kestäväällä johdotuksella. (Elektroskandia, hakupäivä 30.3.2012)

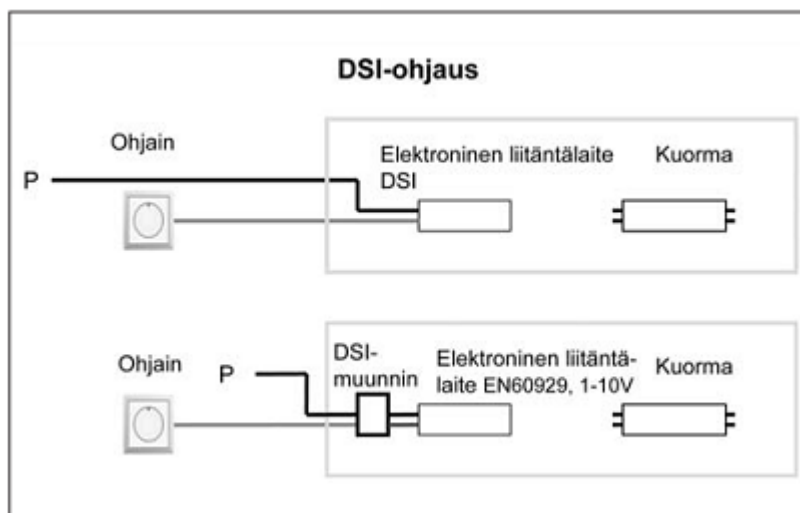


Kuva 3. Analoginen 1-10 V –ohjaus (ST-kortisto 58.32 2004, 6)

Himentimen katkaisukyky kannattaa tarkistaa valmistajakohtaisesti. Niihin ei saa suoraan kytkeä suuria kuormia. Jos kytkettäviä laitteita on paljon, on käytettävä lisäksi välireleitä tai erillisiä kytkimiä. (Elko, hakupäivä 29.3.2012)

DSI-ohjaus

DSI-digitaaliohjausta ei ole standardoitu, vaan se on yhden valmistajan kehittämä osoitteeton ohjaus. Sen etuna on mahdollisuus pitkiin ohjausjohtimiin digitaalisen viestin ansiosta. DSI-ohjauksella saadaan aikaan toimivia ratkaisuja mutta vaatii kaikilta laitteilta soveltuvuutta järjestelmään. Kuvassa 4 nähdään että ne DSI-ohjaus voidaan yhdistää muuntimen avulla analogiseen 1-10 V järjestelmään. Se ei ole kuitenkaan hyvää kokonaisuuden suunnittelua. (ST-kortisto 58.32 2004, 6)

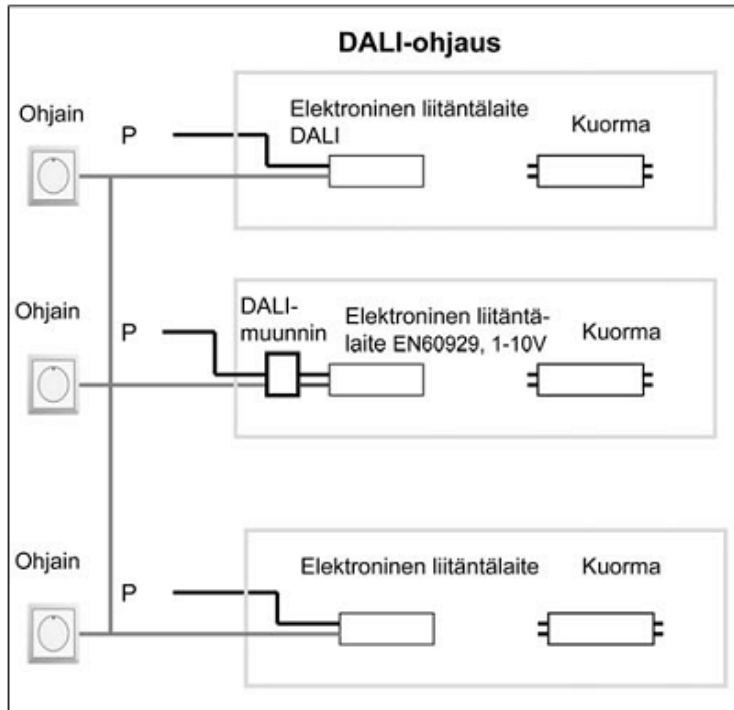


Kuva 4. DSI-ohjauksen periaate (ST-kortti 58.32 2004, 6)

DALI-ohjaus

DALI-ohjaus on EN 60929 -liitäntälaitestandardi. Siinä ei ole tehty ohjauskomponenttien määrittelyä. Minkä tahansa valmistajan tuotteet ovat

vaihdettavissa keskenään ja niitä voidaan käyttää sekaisin samassa järjestelmässä. Ohjauksella yhdellä ohjausjohdinparilla saadaan 64 osoitteellista ryhmää. Jokaisella valaisimella ja käyttöpaneelilla on itsenäisen osoite. Kuvassa 5 nähdään ohjauksen periaatteet. DALI-ohjauslaitteita voidaan liittää elektronisten liitäntälaitteiden kanssa joko suoraan tai muuntimien kautta. DALI-ohjaimet ovat itsenäisesti säädettävissä. (ST-kortisto 58.32 2004, 7)



Kuva 5. DALI-ohjauksen periaate (ST-kortisto 58.32 2004, 7)

Kenttäväyläohjaus

Kenttäväylä on digitaalinen kaksisuuntainen väyläliityntäinen tiedonsiirtoratkaisu. Avoimia kenttäväyliä käytetään kuten erillisiä valaistuksenohjausjärjestelmiä. Niillä saadaan aikaan laajoja koko kiinteistön kattavia teknisten järjestelmien ohjauksia. Kenttäväyläohjauksessa säätimet, releet ja elektroniset liitäntälaitteet ovat suoraan väylällä. Järjestelmässä ei ole erillistä keskusyksikköä mikä rajaisi järjestelmän kokoa. (ST-kortisto 58.32 2004, 7)

Yleisimmät kenttäväyläohjaustyyppit ovat LON ja EIB. Niiden ominaisuudet painottuvat hajautettuun, prosessien lähellä tapahtuvaan toimintaan. Näitä ratkaisuja voidaan tehdä jo pieniinkin kohteisiin. Niitä on myös helppo laajentaa. (ST-kortisto 58.32 2004, 7)

Paikallisojtaus

Paikallisojauksella tarkoitetaan yhdestä ohjauspisteestä tehtävää valonsäätöä. Se on yleensä ns. kojerasiakytkin tai –säädin. Kojerasiasäätimet ovat tehoiltaan pieniä. Suuremmilla tehoilla käytetään keskuksessa sijaitsevaa säädintä jota ohjataan erillisellä analogisella ohjaimella. Ohjauslaitteena voi myös toimia kontaktori tai vetokytin. Paikallisojtaus on helppo toteuttaa ja on hankintahinnaltaan edullinen sekä varmatoiminen. (ST-kortisto 58.32 2004, 3)

8 SÄHKÖLÄMMITYSJÄRJESTELMÄT

Asuntolan sähkölämmitysjärjestelmään kuuluvia osia ovat saunan sähkökiuas sekä pukuhuoneen ja siivouskomeron kuivauspatterit. Kuivauspatterit asennetaan valmistajan ohjeen mukaisesti. Kuivauspattereita varten asennetaan 1-osaiset maadoitetut pistorasiat.

Saunan asennuksissa on otettava huomioon eri asennusalueet. Saunat on jaettu kolmeen eri alueeseen. Alueiden tunnuksset ovat alue 1, alue 2 ja alue 3. Alue 1 on tila, jossa on kiuas. Alueelle saa asentaa ainoastaan kiukaan sekä sen käyttöön kuuluvia sähkölaitteita. Alue 1 ympäröi 0,5 m kiuasta. (SFS 2007, 402)

Alueen 2 lämmönkestävyydelle ei ole asetettu erityisvaatimuksia. Alue 2 on alueen ulkopuolella oleva tila, joka rajoittuu lattiaan ja 1 m:n korkeuteen lattiasta. Alue 3 on alueen 1 ulkopuolella oleva tila, joka rajoittuu kattoon ja 1 m:n korkeuteen lattiasta. (SFS 2007, 402)

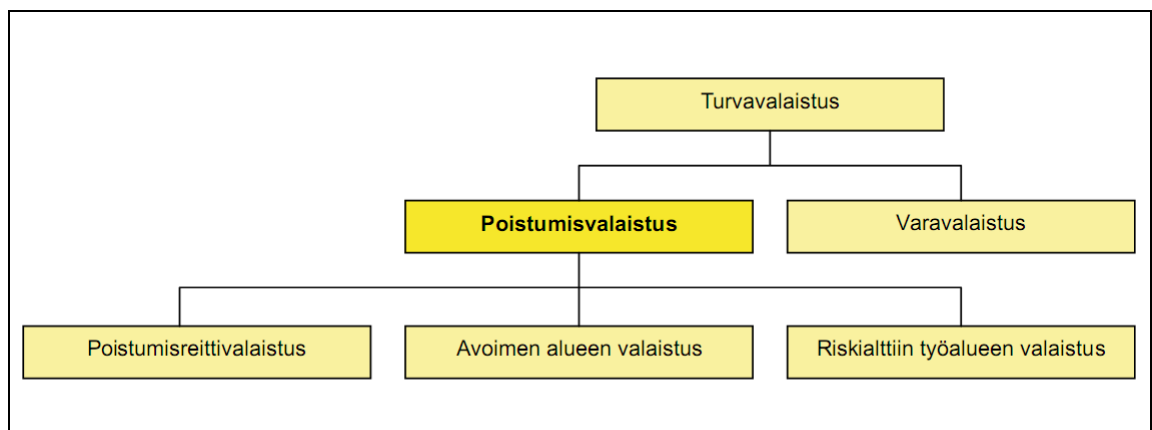
Kiukaan kotelointiluokan on täytettävä vähintään IP 24 vaatimukset. Jos puhdistaminen on todennäköistä vesisuihkulla, on kotelointiluokan oltava vähintään IP X5. Saunan kiuas on asennettava valmistajan ohjeiden mukaisesti. Jos kiuasta halutaan kauko-ohjata, se toteutetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. (SFS 2007, 403)

9 TURVAVALAISTUSJÄRJESTELMÄT

Turvavalaistus on yleisnimitys erityisiä valaistusmuotoja käsittävästä järjestelmästä. Turvavalaistuksen tarkoituksena on henkilöturvallisuuden lisääminen rakennuksista poistuttaessa erilaisissa poikkeustilanteissa. (Jumppanen ym. 2007, 9)

Turva- ja poistumisvalaistus vaaditaan majoitustiloissa, hoitolaitoksissa, kokoontumistiloissa, liiketiloissa sekä työpaikka- ja teollisuustiloissa. Järjestelmää käytetään normaalin valaistuksen virransyötön häiriintyessä. Se vaaditaan tiloihin, joihin yleisöllä ja/tai työntekijöillä on pääsy. (Jumppanen ym. 2007, 19)

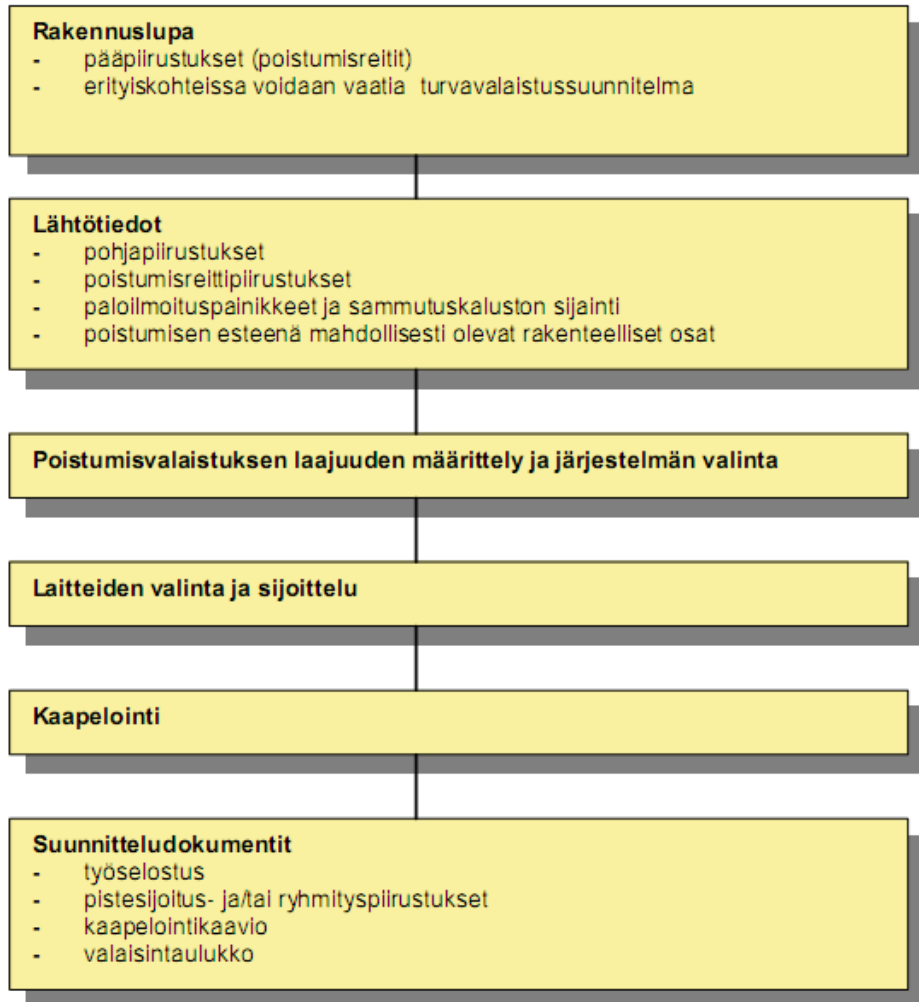
Turvavalaistusjärjestelmä on jaettu kahteen toiminnalliseen osaan, varavalaistukseen ja poistumisvalaistukseen. Jaottelu näkyy kuvassa 6. Turvavalaistusjärjestelmällä varmistetaan tilassa tapahtuvan toiminnan jatkuminen normaalisti. Poistumisreitit valaistaan hätätilanteessa tai normaalin sähkönsyötön katketessa. Kun valaistusryhmään tulee syöttöhäiriö, turvavalaistuksen tulee käynnistyä automaattisesti. Siinä on huomioitava, että kyseessä on vain valaistusryhmän syöttöhäiriö, eikä koko rakennusta koskevan valaistuksen syöttöhäiriö. (ST 11.41 2001, 2)



Kuva 6. Turvavalaistuksen eri osat (Jumppanen ym. 2007, 19)

Turva- ja poistumisvalaistuksen suunnittelun lähtee maankäyttö- ja rakennuslain vaatimuksesta tehdä suunnitelmat vaatimusten mukaan. Suunnittelutyössä on tunnettava määräykset, ja huolehdittava että kaikki lähtötiedot on käytettävissä. Kuvassa 7 on

esitetty poistumisvalaistuksen suunnittelun periaattellinen kulku. (Jumppanen ym. 2007, 31)



Kuva 7. Poistumisvalaistuksen suunnittelun vaiheet (Jumppanen ym. 2007, 32)

Poistumisvalaistus on turvavalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on varmistaa henkilöiden turvallisuus tilasta poistuttaessa, tai turvata mahdollisesti vaaraa aiheuttavan prosessin lopettaminen ennen poistumista. (ST-kortisto 11.41 2001, 2)

Poistumisreitivalaisimet sijoitetaan uloskäytäviin ja kulkureiteille siten, että ne ovat riittävän selvästi havaittavissa. Kulkureitillä on oltava opasteet, jotka osoittavat selvästi poistumisreitien turvalliseen paikkaan. (Jumppanen ym. 2007, 35 - 36)

Yleiset vaatimukset

Standardin EN60598-2-22 mukainen valaisin tulee sijoittaa seuraaviin paikkoihin.

- jokainen hätäpoistumiseen tarkoitettu uloskäytävän ovi
- jokainen portaiden lähialue (= alle 2 m vaakasuunnassa mitattuna), niin että porrastasanne saa suoraa valoa
- lähialue (= alle 2m vaakasuunnassa mitattuna) jokaisessa muussa korkeustason muutoskohdassa
- pakolliset uloskäytävät ja turvallisuuskilvet
- kulkusuunnan jokainen muutospaikka
- käytävien jokainen risteys
- jokaisen lopullisen uloskäynnin lähistö ja uloskäynti
- jokaisen ensiapupisteen lähialue (= alle 2m vaakasuunnassa mitattuna)
- jokaisen palosammutuskaluston sijoituspaikan ja palohälytyspisteen lähialue alle 2 m vaakasuunnassa mitattuna. (ST-kortisto 11.41 2001, 2)

Turvavalaistus sisältää seuraavat valaistusmuodot:

Varavalaistus

Varavalaistus on turvavalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on varmistaa toiminnan jatkuminen oleellisesti muuttumattomana. (Jumppanen ym. 2007, 14)

Poistumisreittivalaistus

Poistumisreitti on hätätilanteessa poistumiseen käytettävä reitti. Poistumisreittivalaistus on poistumisvalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on varmistaa, että tilassa olevat henkilöt voivat vaivatta tunnistaa poistumisreitit ja käyttää niitä turvallisesti. Valaistuksen on toimittava turvalliseen poistumiseen ja evakointiin vaadittavan ajan. Vaadittava aika määräytyy rakennuksen ja tilojen käyttötavasta, rakenteellisista ominaisuuksista, tiloissa olevien ihmisten valmiuksista sekä muista poistumisturvallisuuden riskeistä. Vähimmäisvaatimus toiminta-ajalle on yksi tunti. (Jumppanen ym. 2007, 23 - 24)

Avoimen alueen valaistus

Avoimen alueen valaistus on poistumisvalaistuksen osa, jonka tarkoituksena on ehkäistä paniikkia ja varmistaa henkilöiden pääsy paikkaan, josta poistumisreitit voidaan havaita.

Avoimen alueen esimerkkinä on suurempi kuin 60 m² aulatila. (Jumppanen ym. 2007, 24-25)

Riskialttiin työalueen valaistus

Riskialttiin työalueen valaistus on poistumisvalaistuksen osa. Sen tarkoituksena on varmistaa niiden henkilöiden turvallisuus, jotka ovat tekemisissä mahdollisesti vaarallisen prosessin tai tilanteen kanssa. Riskialttin työalueen valaistus mahdollistaa toiminnan hallitun pysäyttämisen käyttäjän ja muiden tilassa olijoiden turvallisuutta vaarantamatta. (Jumppanen ym. 2007, 25)

Uloskäytävä on hätätilanteessa poistumiseen käytettäväksi tarkoitettu uloskäynti. (Jumppanen ym. 2007, 13)

Turvallisuuskilpi on kilpi, joka yhdessä väriin ja geometriseen muotoon perustuen viestii yleistä ja graafisella tekstisymbolilla täydennettynä erityistä turvallisuuteen liittyvää asiaa. Ulkopuolisesti valaistu turvallisuuskilpi on kilpi, joka on valaistu sitä vaadittaessa merkin ulkopuolelta olevalla valonlähteellä. Sisäpuolisesti valaistu turvallisuuskilpi on kilpi, joka on valaistu sitä vaadittaessa merkin sisäpuolelta olevalla valonlähteellä. (Jumppanen ym. 2007, 14)

Kilven suurin katseluetäisyys määritellään yhtälön avulla:

$$d = s * p \tag{4}$$

missä,

d = katseluetäisyys

s = kilven kuvion korkeus

p = vakio, jonka arvo on 100 ulkopuolelta valaistulla kilvillä ja 200 sisäpuolelta valaistuilla kilvillä. Korkeudella tarkoitetaan kilven vihreän alueen korkeutta. (Jumppanen ym. 2007, 21)

10 VIESTINTÄ- JA TIETOVERKKOJÄRJESTELMÄT

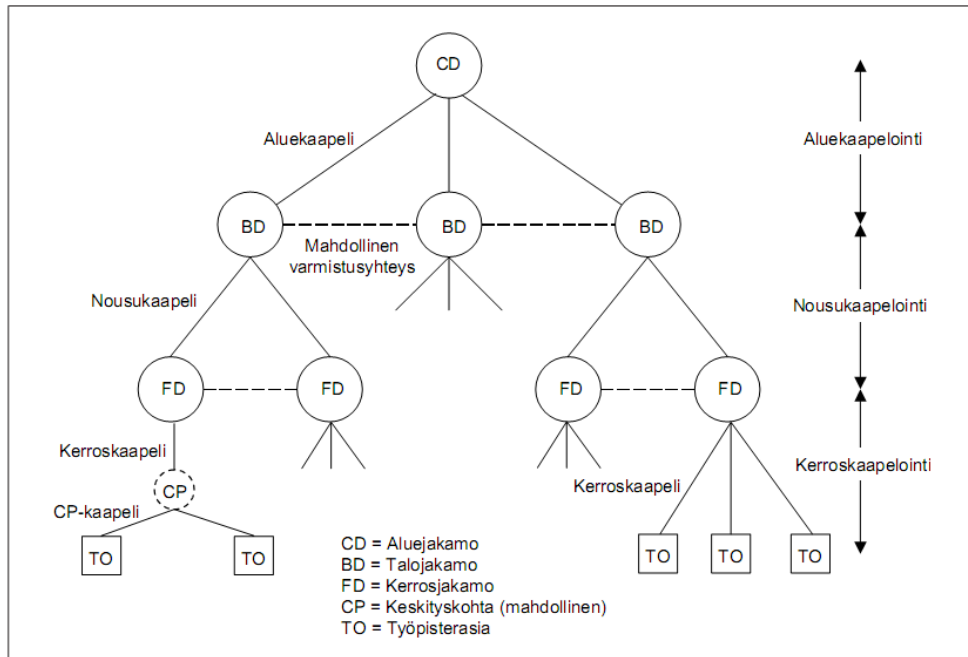
Kiinteistössä tarvittavat tietoliikennejärjestelmät- ja yhteydet riippuvat kiinteistön tyypistä ja käyttäjistä. Asuinkiinteistöissä tietoliikennettä käytetään tietoliikennettä huviin, virkistytymiseen ja työskentelyyn. Toimitilakiinteistössä yritykset tarvitsevat yhteyksiä päivittäisiin toimintoihin. Kaikissa kiinteistöissä tietoliikennettä tarvitaan kiinteistön taloteknisiin- ja turvallisuusjärjestelmiin. (Annanpalo ym. 2008, 37)

Tietoliikennepalvelut vaativat perustaksi infrastruktuurin johon tekniset järjestelmät rakennetaan. Siihen liittyvät tilat(jakamot) joissa tehdään liitännät, johtotiet, kaapeloinnit ja päätelaitteet. Tietoliikennejärjestelmien laitteiden elinikä on vain muutamia vuosia. Kaapelointi on tietoliikennejärjestelmien pitkäikäisin osa. Sillä on myös tärkeä rooli koko järjestelmän toimivuudessa. Tämä asia on otettava huomioon suunniteltaessa järjestelmiä. (Annanpalo ym. 2008, 38)

10.1 Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapelointistandardista tuli viestintäviraston määräyksen (25E/2008 M) myötä velvoittava. Vanha puhelinverkko korvataan yleiskaapeloinnilla. Etuna yleiskaapeloinnilla on se sovellusten lukematon määrä. Verkko voidaan asentaa tietämättä kaikista tulevaisuudessa käytettävistä sovelluksista. (Viestintävirasto, hakupäivä 30.3.2012)

Yleiskaapelointi tehdään aina saman pääperiaatteen mukaan. Kaapeloinnissa on aina tietyt toiminnalliset osat, kuten jakamot, kaapelit ja liitäntäasiat. Kaapelointi voi koostua yhdestä tai useammasta hierarkkisesta osajärjestelmästä. Yleiskaapeloinnin periaatteen näkee kuvasta 8. Verkko rakennetaan aina jakamon suhteen tähtimäisesti. (Annanpalo ym. 2008, 43 - 44)



Kuva 8. Yleiskaapeloinnin verkon perusrakenne (ST-kortisto 681.10 2003, 4)

Kotien yleiskaapelointi on määritelty standardissa EN 50173-4. Se koskee vain kotia. Standardi määrittelee kodiksi yhden tai useamman rakennuksen tai se voi olla osa rakennusta jossa on useampia koteja. Näin siihen kuuluvat omakotitalot, rivitalo- ja kerrostalo- huoneistot. Muiden saman standardisarjan yleiskaapeloinnit koskevat vain tieto- ja tietoliikennetekniikkaa, kotien yleiskaapelointi koskee

- Tieto- ja tietoliikennetekniikkaa, johon kuuluu puhelinverkon sovellukset sekä lähiverkkosovellukset. Huoneiston minimikokoonpano on yksi kaksiosainen tietoliikennerasia asuinhuonetta kohti (Viestintävirasto 2008 M. hakupäivä 30.3.2012).
- Joukkoviestinnässä käytettävää tekniikkaa, johon kuuluu antenniverkon sovellukset.
- Talotekniikan tiedonsiirto, johon kuuluu mm. rakennusautomaation ja turvallisuustekniikan sovellukset. (Annanpalo ym. 2008, 43 - 44)

Jakamot

Jakamot ovat solmukohtia, joihin liitetään yhteen eri osajärjestelmät ja liittymiskaapelointi. Suuremmissa kohteissa voi olla useita eri jakamoita kuten esimerkiksi alue- ja kerrosjakamot kuvassa 8. (Annanpalo ym. 2008, 43 - 44)

Jakamokaappiin asennetaan kiinnityskiskot. Yleisimmin käytetty leveys on 19” (482,6 mm). Kiskoihin voidaan asentaa laitehyllyjä aktiivilaitteille, kytkentäpaneelleille ja sähköpistorasiapaneelleille. (ST-käsikirja 681.30 2003, 5)

Kaapelit päätetään jakamotilassa oleviin päätteisiin, tavallisesti ristikytkentäpaneeliin. Ristikytkennöillä muodostetaan verkon looginen topologia ja haluttu muoto. Sovelluskohtaiset laitteet kytketään joko suoraan tai ristikytkentäkaapelin kautta. (Annanpalo ym. 2008, 61)

Jakamoiden suunnittelussa on useita eri vaiheita. Aluksi luonnosvaiheessa tehdään kartoitus käytettävistä sovelluksista, kaapeloinnin peruskokoonpano ja kustannusarvio, sekä tarvittavien työpistorasioiden määrä. Alustavan toteutusvaiheen tarkoituksena on määrittää kaikki asiat jotka vaikuttavat kaapeloinnin urakkahintaan. Tähän selvitykseen liittyy mm. kaapeloinnin reitit, mahdolliset sähkömagneettiset häiriölähteet, paloturvallisuus ja tietoturvallisuuteen liittyvät asiat. (ST-käsikirja 681.10 2003, 2-4)

Selvitettyjen tietojen perusteella laaditaan dokumentit tarjouskilpailua ja urakkalaskentaa varten. Dokumentteihin kuuluu

- sähköselostus
- kerroskaapeloinnin tasopiirustukset
- jakamotilojen sijoittelupiirustukset
- jakamoiden kokoonpanopiirustukset
- maadoituskaavio
- asemapiirrokset. (ST-käsikirja 681.10 2003, 3)

Kaapelit, liittimet ja tietoliikennesasiat

Yleiskaapeloinnissa käytettäviä pääasiallisia kaapelityyppejä ovat taulukon 12 mukaiset, luokan E parikaapelit. ST-käsikirjassa 16 on taulukot luokkien tukemista yleisistä tietoliikennesovelluksista. Taulukoiden 13 mukaisia optisia kaapeleita käytetään runkoverkoissa. Nykypäivänä kuitukaapelin käyttö myös kotien

yleiskaapeloinneissa on yleistynyt. Kotien yleiskaapeloinnissa käytetään myös koaksiaalikaapelia. (Annanpalo ym. 2008, 51-53)

Parikaapeleiden suorituskyky ilmoitetaan kategorioiden avulla. Katogoria määräytyy ylärajataajuuden perusteella. Parikaapeloinnin liittimet (esim. RJ-45 liittimet) on jaettu kaapeleiden tapaan kategorioihin. (Annanpalo ym. 2008, 62)

Liitäntärasioiden lukumäärä niiden jakautuminen riippuu huoneiston käyttötarkoituksesta ja koosta. Kotien yleiskaapeloinneissa on myös antennirasioita ja talotekniikkarasioita. Tietoliikennesasiaan kuuluvat osat ovat

- kojerasia
- liitinyksikkö (RJ-45), yleensä kaksi liitinyksikköä/ rasia
- peitelevy
- keskiölevy. (Annanpalo ym. 2008, 43)

Kotien liitäntärasiat voidaan myös kaapeloida kategorian BCT-B parikaapelilla. Tällöin tietoliikenne- ja antenniverkon sovellukset käyttävät samaa kaapelia. Eri sovellukset on kytkettävä eri pareille. On kuitenkin huomioitava antenniverkon rajoitukset kaapeloinnin pituuksiin ja saataviin sovelluksiin käytettäessä BCT-B -kaapelia. (Annanpalo ym. 2008, 62 - 63)

Parikaapelit voivat olla suojaamattomia, parisuojattuja sekä vaippasuojattuja. Parikaapeleiden tunnuksissa U tarkoittaa suojaamatonta ja F tarkoittaa foliosuojattua.

Parikaapeleiden tyypilliset suojaukset ovat

- (U/UTP) Kaapelissa ei ole yhteisiä- eikä parisuojia.
- (F/UTP) Kaapelissa on yhteinen foliosuoja, mutta ei parisuojia.
- (U/FTP) Kaapelissa on parisuojat, mutta ei yhteistä suojaa.
- (F/FTP) Kaapelissa on yhteinen suoja ja parisuojat. (Kauppi ym. 2010, 62)

Taulukko 12. Kaapeleiden ja liittimien ominaisuuksia (Annanpalo ym. 2008, 78)

Parikaapeloinnin kanavan tai pysyvän siirtotien luokka	Vastaava kaapelin, liittimen ja kytkentäkaapelin kategoria	Ylärajataajuus
ICT-sovellukset kaikissa kiinteistöissä		
A	-	100 kHz
B	-	1 MHz
C	-	16 MHz
D	5	100 MHz
E	6	250 MHz
E _A	6 _A	500 MHz
F	7	600 MHz
F _A	7 _A	1000 MHz
BCT-sovellukset (antennijärjestelmät) kodeissa		
BCT-B	BCT-B	1000 MHz
CCCB-sovellukset (talotekniikka) kodeissa		
CCCB	CCCB	100 KHz

Toimisto- ja kotikaapeloinnissa käytetään kevyen suojausrakenteen kaapeleita (U/UTP ja F/UTP). Teollisuudessa voidaan käyttää suojattuja kaapeleita, koska koneiden ja muuntajien tuottamat sähkömagneettiset häiriöt voivat olla suuria. (Kauppi ym. 2010, 62)

Taulukko 13. Optisen kaapeloinnin luokat ja kategoriat (Annanpalo ym. 2008, 93)

Optisen kaapeloinnin luokka	Valittavissa olevat kuitutyypit (kategoriat)	Saavutettava kanavapituus
Tietoliikennesovellukset kaikissa kiinteistöissä (kvartsikuidut)		
OF-300	OM1, OM2, OM3, OS1, OS2	300 m
OF-500	OM1, OM2, OM3, OS1, OS2	500 m
OF-2000	OM1, OM2, OM3, OS1, OS2	2000 m
OF-5000	OS1, OS2	5000 m
OF-10000	OS1, OS2	10000 m
Tietoliikennesovellukset teollisuuskiinteistöissä (muovikuidut)		
OF-25	OP1, OP2	25 m
OF-50	OP1, OP2	50 m
OF-100	OP1, OP2, OH1	100 m
OF-200	OP2, OH1	200 m

10.2 Antennijärjestelmä

Viestintäviraston määräyksessä 21 E/ 2007 on annettu vaatimukset yhteisantennijärjestelmän teknisistä vaatimuksista. Määräyksen mukaan antenniverkon laitteet ja rakenneosat pitää valita ja asentaa standardien mukaan. (ST-kortisto 621.10 2010, 1)

Antennijärjestelmän suunnittelussa on otettava huomioon tilaajan vaatimukset, operaattorien mahdollistamat palvelut, antennirasioiden määrä ja paikat. Urakkalaskentaa varten voidaan antaa hinta-arvio kyseisestä järjestelmästä. (ST-kortisto 621.10 2010, 3)

Antennijärjestelmän suunnitteluvaiheessa on hyvä huomioida jakoverkon vaatima taajuusalue. Uuden jakoverkon passiivinen osa rakennetaan alueille 5-862 tai 5-2150 MHz. Laajempaa aluetta tarvitaan sateliittiohjelmien suoraan vastaanottoon. Taulukossa 14 nähdään maanpäällisen jakelun taajuusalueet. (Hovatta ym. 2008, 21)

Antenniverkon suunnitelmat dokumentoidaan. Dokumentoinnin taso on sopimuskysymys. Alustavan toteutussuunnitteluvaiheen dokumenteissa olisi hyvä olla tekstimuotoinen työselitys, asemapiirros, tasokuva, johtokaavio, järjestelmäkaavio ja sähköpiirustus tyypillisistä tai toistuvista tiloista. (Hovatta ym. 2008, 117)

Antenniverkko rakennetaan uudiskohteissa mahdollisimman tähtimäisesti kuten yleiskaapelointiverkkokin. Taulukossa 12 on tähti 800 verkon vaatimuksia. Kuvassa 9 on esitetty periaate verkon muodosta. Jos jakoverkko on laaja, 25 - 30 tilaajaa, jaetaan jakoverkko useaan passiiviseen jakoverkkoon. (ST-kortisto 621.10 2010, 5)

Taulukossa 14 on vaatimuksia eri radio- ja tv-signaaleille. Taajuuksilla 146 - 862 MHz signaalin tasoerot antennirasioilla ei saa olla enempää kuin 12 dB. Tämä voidaan ottaa huomioon passiivisen verkon mitoituksessa. Mitoituksen periaatteet on esitetty ST-kortissa. (ST-kortisto 621.10 2010, 6)

Taulukko 14. Maanpäällisen jakelun taajuusalueet (Hovatta ym. 2008, 21)

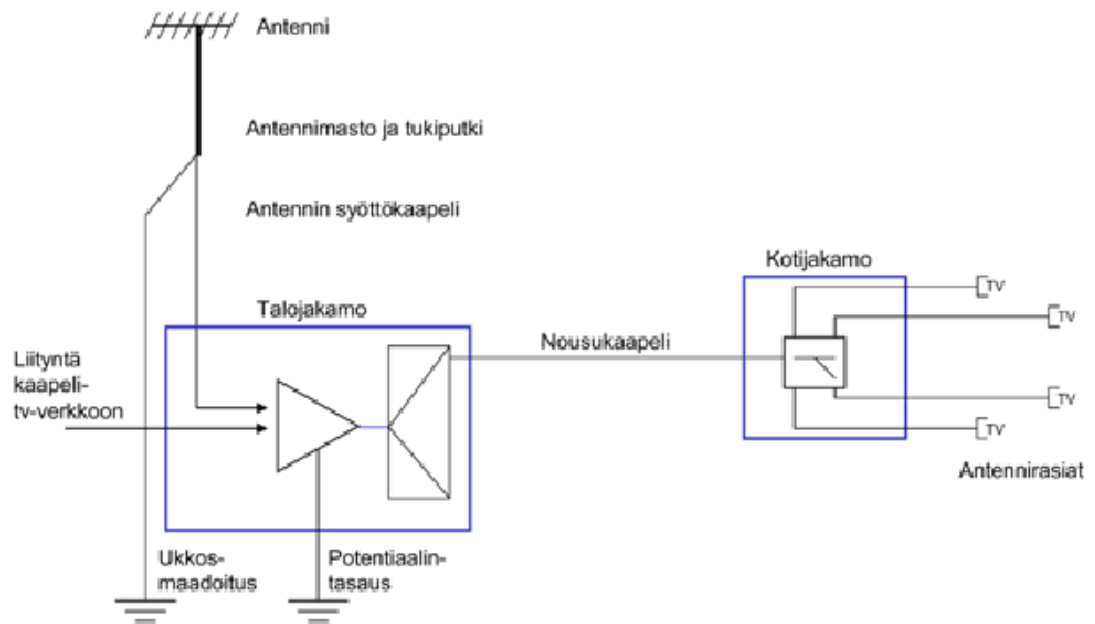
Alue	Taajuus, MHz	Huom.
Paluusuunta	5–65	
II	87,5–108	ULA-radio
Ala-S	125–174	Erikois- eli S-kanavia
III	174–230	Erikois- eli S-kanavia
Ylä-S	230–470	Erikois- eli S-kanavia
IV	470–606	Tv-kanavat 21–37
V	606–862	Tv-kanavat 38–69
Sat-tv	950–2150	Ohjaussignaali DC – 22 kHz

Taulukko 15. Antennijärjestelmän jakoverkon ”tähti 800” vaatimuksia. (ST-kortisto 621.10 2010, 6)

Parametri	Vaatus
Taajuusalue	5–862 MHz
Signaalin taso antennirasiassa: <ul style="list-style-type: none"> • analoginen radiokanava, FM • DVB-C, 64 QAM • DVB-C, 256 QAM • DVB-T 	50–70 dB μ V 47–67 dB μ V 54–74 dB μ V 45–74 dB μ V
Tasoerot antennirasiassa: <ul style="list-style-type: none"> • 146–862 MHz • mikä tahansa 60 MHz:n alue 	≤ 12 dB ≤ 6 dB
Antennirasioiden välinen vaimennus: <ul style="list-style-type: none"> • tv / tv huoneistojen välillä • tv / tv huoneiston sisällä • radio / radio • paluusuunta / radio • paluusuunta / tv (120–300 MHz) • paluusuunta / tv (300–862 MHz) 	≥ 42 dB ≥ 36 dB ≥ 42 dB ≥ 34 dB ≥ 42 dB ≥ 30 dB

Antenniverkon päävahvistin voidaan sijoittaa yleiskaapelointi jakamon kanssa samaan tilaan. Myös passiivisen verkon komponentit kuten jaottimet ja haaroittimet, voidaan sijoittaa samaan tilaan. Kuvassa 9 on esitetty antennijärjestelmän periaate. Kuvan 9 esimerkitapauksessa komponentit voisivat sijaita samassa paikassa. Antenniverkon

tähtipiste on liitettävä rakennuksen potentiaalintasaukseen. Antennimasto on myös maadoitettava. Maadoitusjohtimen on oltava vähintään 16 mm² eristetty tai erisämätön Cu-johdin. Ukkossuojauksen tarpeellisuus on tarkistettava. (Hovatta ym. 2008, 168, 170)



Kuva 9. Antennijärjestelmän periaate (Hovatta ym. 2008, 15)

11 PALOTURVALLISUUSJÄRJESTELMÄT

Maankäyttö- ja rakennusasetuksessa on määrätty rakennuksen tai muun rakennuskohteen vaatimukset. Paloturvallisuuden kannalta tämä erityisesti tarkoittaa seuraavia asioita.

- Rakennuksen kantavien rakenteiden tulee palon sattuessa kestää niille asetetun vähimmäisajan.
 - Palon ja savun kehittymisen ja leviämisen rakennuksessa tulee olla rajoitettua.
 - Palon leviämistä lähistöllä oleviin rakennuksiin tulee rajoittaa.
 - Rakennuksessa olevien henkilöiden on voitava palon sattuessa päästä poistumaan rakennuksesta, tai heidät on voitava pelastaa muulla tavoin.
 - Pelastushenkilöstön turvallisuus on rakentamisessa otettava huomioon.
- (Ympäristöministeriö 2011, 8)

Paloturvallisuusvaatimuksen katsotaan täyttyvän, mikäli rakennus suunnitellaan ja rakennetaan noudattaen näiden määräysten ja ohjeiden paloluokkia ja lukuarvoja. Paloturvallisuusvaatimuksen katsotaan täyttyvän myös, mikäli rakennus suunnitellaan ja rakennetaan perustuen oletettuun palonkehitykseen, joka kattaa kyseisessä rakennuksessa todennäköisesti esiintyvät tilanteet. Vaatimuksen täytyminen todennetaan tapauskohtaisesti, ottaen huomioon rakennuksen ominaisuudet ja käyttö.

(Ympäristöministeriö 2011, 8)

11.1 Automaattinen paloilmoitinjärjestelmä

Automaattinen paloilmoitinjärjestelmä on laitteisto, jonka tehtävänä on antaa automaattisesti ja välittömästi ilmoituksen alkavasta palosta ja laitteiston toimintavalmiutta vaarantavista vioista sekä paikallisesti että hätäkeskukseen. Automaattinen paloilmoitin muodostuu ilmoitinkeskuksesta, teholähteestä, paloilmaisimista, paloilmotuspainikkeista, hälyttimistä ja automaattisesta ilmoituksensiirtojärjestelmästä. (Hyttiä ym. 2010, 7)

Paloilmoittimeen voi liittyä palonrajoitus- ja sammutuslaitteistojen ja pelastustöitä helpottavien laitteiden toimintailmoituksia ja/tai henkilöturvallisuutta ja palonilmaisua palvelevien laitteistojen ohjausvirtapiirejä. (Hyttiä ym. 2010, 7)

Automaattinen ilmoituksensiirtojärjestelmä on laitteisto, joka välittää paloilmoittimen havaitsemat ilmoitustiedot hätäkeskukseen, sekä paloilmoittimen ja ilmoituksensiirtojärjestelmän toimintaa vaarantavat vikailmoitukset hälytyskeskukseen. (Hyttiä ym. 2010, 7)

Laitteisto on suunniteltava niin, että sen yksittäiset komponentit ovat keskenään yhteensopivia. Kaikkien järjestelmään kytkettävien laitteiden yhteensopivuus tulee toteuttaa standardin EN54-13 mukaisesti. Suunnittelun alussa tulee arvioida, paljonko aikaa menee palon havaitsemisesta palokunnan saapumiseen. (Hyttiä ym. 2010, 13)

Automaattisella paloilmoittimella varustettuihin kiinteistöihin tulee laatia pelastussuunnitelma. Pelastussuunnitelmassa esitetään ne toimenpiteet, joihin kiinteistössä on ryhdyttävä paloilmoituksen tultua tai paloilmoittimen ollessa osittain tai kokonaan toimintakyvytön. (Hyttiä ym. 2010, 13)

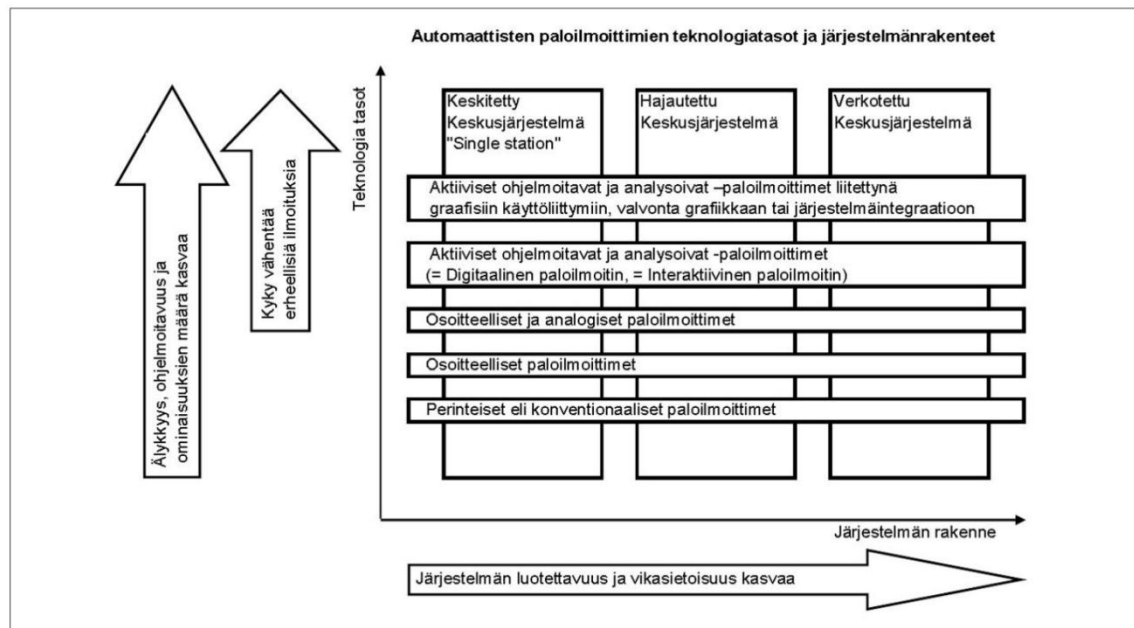
Käyttöönottotarkastus (varmennustarkastus) on kolmannen osapuolen suorittama tarkastus, joka tehdään aina ennen uuden, laajennetun, muutetun tai uusitun paloilmoittimen käyttöönottoa. Tarkastuksen voi suorittaa vain Tukesin tarkastuslaitosrekisteriin merkitty tarkastuslaitos. (Hyttiä ym. 2010, 13)

Tarkastuksessa todetaan, että asennus on tehty toteutuspöytäkirjan mukaisesti. Paloilmoitinliikkeen on tehtävä asennusliikkeen oman työn tarkastus. Tarkastuksesta laaditaan asennustodistus. Tarkastuksessa paloilmoittimen on täytettävä paloilmoittimien teknisistä ominaisuuksista annetut lait, asetukset ja määräykset. (Hyttiä ym. 2010, 13)

Paloilmoitinjärjestelmille tulee tehdä määräaikaistarkastus. Määräaikaistarkastuksen tekee tehtävään hyväksytty tarkastuslaitos. Paloilmoittimen haltijan tulee huolehtia siitä, että paloilmoittimen toiminta ja sen soveltuvuus kohteeseen tarkastetaan vähintään 3 vuoden välein. (Hyttiä ym. 2010, 13)

11.2 Teknologia- ja järjestelmät

Paloilmoitinjärjestelmiä on monia eri vaihtoehtoja niin teknologiatason, kuin järjestelmän rakenteen mukaan luokiteltuna. Kuvassa 10 on esitetty eri järjestelmien tasojen vaikutusta käytön ja luotettavuuden kannalta. (Hyytiä ym. 2010, 8)



Kuva 10. Paloilmoitinjärjestelmä teknologia- ja järjestelmärakenteet (Hyytiä ym. 2010, 8)

Aktiivinen, ohjelmoitava ja analyysoiva paloilmittinjärjestelmä koostuu mikroprosessoripohjaisista ilmaisimista ja ilmoitinkeskuksista. Ilmaisimet mittaavat jatkuvasti sijaintipaikkansa ympäristön epäpuhtautta, palokaasuja, savutiheyttä tai lämpötilaa. Ilmaisimet vertaavat mittaustuloksia palon malleihin eli algoritmeihin. Tällaisella järjestelmällä pyritään saamaan nopea vaste palotilanteessa ja suodattamaan mahdollisimman hyvin erheelliset ilmoitukset. Järjestelmä mahdollistaa ennakkovaroituksen ja huoltoilmoituksen käytön. (Hyytiä ym. 2010, 8)

Analoginen paloilmittinjärjestelmä muodostuu mikroprosessoripohjaisesta ilmoitinkeskuksista ja osoitteellisista savu- ja/tai lämpöilmaisimista. Nämä antavat ilmoitinkeskukselle jatkuvan tiedon ilmaisimien tilasta sekä ilmaisimen havaitsemista epäpuhtauden, palokaasujen, savun tai lämpötilan muutoksista. Järjestelmä mahdollistaa ennakkovaroituksen ja huoltoilmoituksen käytön. (Hyytiä ym. 2010, 8-9)

Osoitteellinen paloilmoitinjärjestelmä muodostuu ilmoitinkeskuksista, joka osaa vastaanottaa yksilöidyn osoitetiedon siihen liitetystä osoitteellisista ilmaisimista ja yksiköistä, sekä niihin kytketyistä laitteista. (Hyttiä ym. 2010, 9)

Perinteinen eli konventionaalinen paloilmoitinjärjestelmä on järjestelmä, joka antaa ilmoituksen paloryhmän tarkkuudella siihen liitetystä perinteisistä lämpö- ja savuilmaisimista. (Hyttiä ym. 2010, 9)

Verkottunut järjestelmä on paloilmoitinjärjestelmä, jossa useat yhteenliitetyt ilmoitinkeskuksat voivat vaihtaa tietoja keskenään. (Hyttiä ym. 2010, 9)

Hajautettu paloilmoitinjärjestelmä on useampien yhteenkytkettyjen paloilmoitinkeskuksien järjestelmä, jotka pystyvät vaihtamaan tietoja keskenään ja toimimaan myös itsenäisesti. (Hyttiä ym. 2010, 9)

Keskitetty keskusjärjestelmä on yhden keskuslaitteen järjestelmä, jossa järjestelmän toiminnot ovat yhdessä keskuksessa ja usein yhdessä laitekotelossa. Laitekoteloon liittyvät kaikki järjestelmän kaapeloinnit ja se sisältää myös käyttölaitteen. (Hyttiä ym. 2010, 9)

Pää-alakeskusjärjestelmä on hajautettu järjestelmä, jossa yksi paloilmoituskeskus on määritelty pääkojeksi, joka

- osoittaa alakeskuksien tilan
- ottaa vastaan ja/tai välittää ohjaustietoja alakeskuksille. (Hyttiä ym. 2010, 9)

11.3 Ilmoitinkeskus ja oheislaitteet

Paloilmoitinkeskus on laite, joka vastaanottaa ilmaisimista ja käsin ohjattavista laitteista tulevia tietoja, sekä siirtää niitä hälyttimiin tai ilmoituksensiirtolaitteistoon. Ilmoitinkeskus sisältää käyttölaite-, näyttölaite- ja teholähdeosat. Ilmoitinkeskusta käytetään palokohteen paikantamiseen. Ilmoitinkeskusta voidaan käyttää mainittujen tietojen tallentamiseen, valvomaan paloilmittimen oikeaa toimintaa sekä antamaan

kuuluva ja näkyvä vikailmoitus laitteiston toimintaa vaarantavista vioista. (Hyytiä ym. 2010, 9)

Käyttö- sekä etäkäyttölaite ovat ilmoituskeskuksen osia, joilla pystytään tekemään samoja toimenpiteitä kuin ilmoituskeskuksesta. Ilmoituskeskuksen ja käyttölaitteiden yhteydessä tulee olla paikantamiskaaviot sekä kyseistä keskustyyppiä koskevat käyttö sekä muut ohjeet. (Hyytiä ym. 2010, 9)

Graafinen käyttöliittymä on paloilmointia täydentävä, erillinen tapahtumatiedoston käsittävä järjestelmä. Järjestelmässä voidaan hyödyntää esimerkiksi rakennuksen pohjapiirustuksia. Se näyttää kaikki ilmoitukset helppokäyttöisessä muodossa kiinteitä tai langattomia yhteyksiä pitkin. Graafisella käyttöliittymällä voidaan järjestelmää ohjata ja käyttää. Graafinen näyttö on rakennuksen pohjapiirroksen perustuva kaavio, jossa aktiivisesti esitetään ilmaisimien sijainti ja tila. (Hyytiä ym. 2010, 9)

Hälyttimien tehtävänä on tehdä ilmoitukset visuaalisesti ja/tai akustisesti. Hälytintyyppejä ovat:

- palohälytin
- vikahälytin
- ennakkovaroitushälytin
- huoltoilmoitushälytin
- yhdistelmähälyttimet ja rinnakkaishälyttimet, joita ovat:
 - o palo- ja vikahälytin
 - o palo-, ennakkovaroitus- ja vikahälytin
 - o palo-, ennakkovaroitus-, vika- ja huoltoilmoitushälytin. (Hyytiä ym. 2010, 9)

Yhdistelmähälyttimet ja rinnakkaishälyttimet graafisessa näytössä tekevät visuaalisesti ja/tai akustisesti ilmoitukset esimerkiksi paikallisverkkoon liitettyjen työasemien näytössä. Palokuntapaneeli näyttää paloilmotukset. Paneelilta voidaan vaihtaa ennakkovaroitukset sekä palauttaa koko järjestelmä. Palokuntapaneelin yhteydessä tulee olla paikantamiskaavio. (Hyytiä ym. 2010, 9-10)

Viivelaite on paloilmoitinkeskukseen sisällytetty tai erillinen laite, jolla voidaan viivästä ilmaisimen antamaa paloilmoitusta automaattiselta paloilmoittimelta. Tällöin paloilmoitus ei välity välittömästi hätäkeskukseen. Jos paloilmoitus on aiheeton, voi koulutettu henkilökunta palauttaa paloilmoittimen normaalitilaan, ja paloilmoitus ei välity hätäkeskukseen. Jos paloilmoitus on todellinen, voi henkilökunta mistä tahansa paloilmoituspainikkeesta aktivoida paikallishälyttimet, ja välittää paloilmoituksen välittömästi hätäkeskukseen. (Hyytiä ym. 2010, 10)

Ilmoitinkeskuksella on teholähde joka syöttää tarvittavan tehon ilmoitinkeskukselle ja siihen liitetyille laitteille. Se sisältää pääteholähteen, varateholähteen eli akuston, varaajan sekä paloilmoittimeen liitettävän teholähteen vikavalvonnan. (Hyytiä ym. 2010, 10)

11.4 Ilmaisimet ja paloilmoituspainikkeet

Paloilmaisimien seuraa joko jatkuvasti tai lyhyin aikaväleihin tulipalon havaitsemiseen soveltuvia fysikaalisia ja/tai kemiallisia ilmiöitä. Ilmaisimen valinnassa tulee pyrkiä mahdollisimman aikaiseen palon havaitsemiseen aiheuttamatta kuitenkaan erheellisiä ilmoituksia. Henkilöturvallisuuteen tähtäävässä paloilmoitinjärjestelmässä on käytettävä savun havaitsemiseen perustuvia ilmaisimia. (Hyytiä ym. 2010, 10, 16)

Eri tiloissa ilmaisimen valinnassa on otettava huomioon kosteus, ilmavirta ja lämpötila. Ilmaisimien lopullinen valinta on tehtävä ilmaisinkohtaisesti. Kosteissa tiloissa on noudatettava sähkölaitteiston turvallisuutta koskevia standardeja. (Hyytiä ym. 2010, 14)

Ilmaisimet on sijoitettava siten, että niiden merkkivalot ovat nähtävissä. Alakattojen yläpuolelle sijoitettavat ilmaisimet on varustettava rinnakkaisilla merkkilampuilla. Ilmaisimien sijoittelussa on huomioitava esteiden, aukkojen, palkkien, valaisimien ja ilmanvaihdon vaikutukset. (Hyytiä ym. 2010, 14)

Paloilmoituspainikkeet sijoitetaan jokaisen ulos johtavan kulkureitin varrelle uloskäyntien läheisyyteen. Ne sijoitetaan 1.0 - 1.7 m:n korkeuteen lattiatasosta siten,

että ne ovat selkeästi havaittavissa. Paloilmoituspainike sijoitetaan myös ilmoituskeskuksen läheisyyteen. Etäisyys paloilmoituspainikkeelle saa olla maksimissaan 30 m kulkureittiä pitkin mitattuna. (Hyttiä ym. 2010, 23)

Ilmaisimet sijoitetaan siten että yhden ilmaisimen valvoma alue on

- yhdistelmäilmaisimilla enintään 60 m²
- savuilmaisimilla enintään 60 m²
- lämpöilmaisimilla enintään 30 m².

Etäisyys ilmaisimesta katon alapuolisiin osiin vaakasuorassa tasossa mitattuna on

- savuilmaisimella enintään 6 m
- lämpöilmaisimella enintään 4 m. (Hyttiä ym. 2010, 21)

Paloilmoitinlaitteisto on suunniteltava Standardisarjan EN 54 mukaisesti siten että sen yksittäiset komponentit ovat yhteensopivia keskenään. Standardinmukaisia ilmaisimia ovat seuraavat ilmaisimet. (Hyttiä ym. 2010, 13)

Lämpöilmaisin on paloilmaisin, joka reagoi ympäristön lämpötilan muutokseen.

Lämpöilmaisimet jaetaan toimintatavan mukaan seuraavasti:

- Maksimaali-ilmaisimien (M-ilmaisimien) antaa ilmoituksen, ilmaisimen saavuttaessa ilmaisimen ilmaisinkohtaisen toimintalämpötila-alueen.
- Differentiaali-ilmaisimien (D-ilmaisimien) antaa ilmoituksen, ilmaisimessa tapahtuvasta lämpötilan noususta tietyn ajan kuluessa.
- Differentiaalimaksimaali-ilmaisimien (DM-ilmaisimien) on kahden edellisen ilmaisimen toimintojen yhdistelmä. (Hyttiä ym. 2010, 19)

Savuilmaisimet antavat yleisesti nopeammin ja herkemmin hälytyksen kuin esimerkiksi lämpöilmaisimet. Vastaavasti ne ovat herkempiä erheelliselle ilmoitukselle.

Savuilmaisimet jaetaan toimintaperiaatteiden mukaisesti:

- perinteinen ilmaisutapa (yksikriteeri-ilmaisimien)
- ohjelmoitava analyysiin perustuva ilmaisutapa

- ohjelmitava analyysiin perustuva yhdistelmäilmaisoin esim. monikriteeri-ilmaisutapa tai savu-lämpöyhdistelmäilmaisoin
- erittäin aikaisin reagoiva pisteilmaisoin (esim. laser)
- linjailmaisoin
- kanavailmaisoin. (Hyytiä ym. 2010, 10)

Savuilmaisimen toiminta perustuu palamisessa ja/tai pyrolyysissä ilmaan vapautuvien hiukkasten vaikutukseen. Optinen savuilmaisin (O-ilmaisoin) on ilmaisoin, jonka toiminta perustuu ilmaisimen sisällä joko savun aiheuttamaan valon heijastukseen, tai valon vaimennukseen. Ioni-ilmaisoin (I-ilmaisoin) on ilmaisoin, jonka toiminta perustuu palamisessa ilmaan vapautuvien palamistuotteiden aiheuttaman ionisaatiovirran muuttumiseen ilmaisimessa. (Hyytiä ym. 2010, 11)

Yhdistelmäilmaisoin (Y-ilmaisoin) on monikriteeri-ilmaisoin, joka on yhdistelmä kahdesta tai useammasta ilmaisintyypistä. (Hyytiä ym. 2010, 11)

Optinen linjailmaisoin (OL-ilmaisoin) on ilmaisoin, jonka toiminta perustuu valon vaimenemiseen lähetin-vastaanotinparin tai lähetinheijastinparin välissä. (Hyytiä ym. 2010, 11)

Liekki-ilmaisoin (L-ilmaisoin) on ilmaisoin, jonka toiminta perustuu liekistä lähtevän infrapuna- tai ultraviolettisäteilyn tai niiden yhdistelmän havaitsemiseen. (Hyytiä ym. 2010, 11)

Näytteenottoilmaisoin (N-ilmaisoin) on putkistosta, imurista ja savuilmaisimesta koostuva laitteisto. Näytteenottoilmaisoin havaitsee valvottavasta tilasta putkistolla ilmaisimeen imetyn ilman sisältämiä palamisessa ja/tai pyrolyysissä muodostuneita palamistuotteita. (Hyytiä ym. 2010, 11)

Näytteenottojärjestelmä on näyttöönottoputkesta tai useamman putken putkistosta, imurista, suljetusta mittaus- ja analysointiosasta, omasta käyttöliittymästä ja omasta teholähteestä koostuva järjestelmä, joka liitetään ilmoitinkeskukseen. Käyttöliittymässä on palon kehittymistä kuvaava visuaalinen näyttö sekä järjestelmän käyttölaite.

Näytteenottojärjestelmällä on useita ohjelmoitavia ennakko- ja palo ilmoitustasoja. (Hyytiä ym. 2010, 11)

Ilmoitustiedot välitetään ohjelmoitavien valvontayksiköiden kautta ilmoitinkeskuksen suursilmukkaan. Näytteenottojärjestelmän ilmoitusrajat ohjelmoidaan järjestelmäkohtaisesti, ja ne asetetaan tilakohtaisen savutestauksen jälkeen. Näytteenottoilmaisimet luokitellaan kolmeen herkkyystasoon:

- luokka A: hyvin herkkä
- luokka B: korotettu herkkyys
- luokka C: normaali herkkyys. (Hyytiä ym. 2010, 11)

Käytettäessä ilmaisimia jotka eivät ole standardin EN 54 vaatimusten mukaisia, tulee ilmaisimien valinnassa, sijoituksessa, asennuksessa, koetuksessa ja huollossa noudattaa laitetoimittajan ohjeita. Tällaisten ilmaisimien käyttö tulee kirjata toteutusprotokollaan. Standardisoimattomia ilmaisimia ovat seuraavat ilmaisimet. (Hyytiä ym. 2010, 20)

Lämpöilmaisinkaapelit (lineaarinen lämpöilmaisu) ovat muodoltaan kaapeleita. Ne reagoivat lämpötilan nousuun ja nousunopeuteen. Lämpöilmaisinkaapeli liitetään lämpöilmaisinkaapelin keskuslaitteeseen, jolta palo- ja vikailmoitustieto välitetään edelleen palo ilmoitinkeskukselle. (Hyytiä ym. 2010, 11)

Standardisoimattomien ilmaisimien käyttö palo ilmoittimissa edellyttää kirjausmenettelyä toteutusprotokollaan. Näitä ilmaisimia ovat esimerkiksi

- Kanavailmaisin (K-ilmaisim), joka havaitsee ilmanvaihtokanavassa virtaavan ilman sisältämiä palamistuotteita.
- Kaasuilmaisin, joka havaitsee palamisessa tyypillisesti vapautuvia kaasuja. esim. CO, CO₂, NH₃. (Hyytiä ym. 2010, 11)

Häkäilmaisim on ilmaisim, joka havaitsee ilmassa häkää. (Hyytiä ym. 2010, 12)

12 ASUNTOLAN SÄHKÖSUUNNITTELUPROJEKTI

Asuntolakohteen sähkösuunnitteluprojekti aloitettiin kesken rakennustyömaan. Rakennuskohteen sähkösuunnittelun lähtötietoina annettiin rakennuttajan, arkkitehdin ja muiden suunnittelijoiden, sekä valittujen urakoitsijoiden yhteystietoja. Lähtötietoihin sisältyi lyhyt kuvaus rakennuskohteesta, jossa ilmoitettiin rakennuksen pinta-ala, paloluokka, viranomais määräys paloilmottimen sekä merkki- ja turvavalaistuksen suunnittelusta.

Rakennuksen pohjatyöt ja runko oli tehty edellisenä syksynä. Sähkötöiden osalta oli tarvittavat syöttökaapeleiden putkitukset muilta osin kunnossa, lukuunottamatta toimistoon asennettavan yleiskaapeloinnin talojakamon nousukaapelin putkituksia. Nousujohto asennetaan sähköurakoitsijan mukaan pinta-asennuksena ulkoseinää pitkin tai ulkoverhouksen ja tuulensuojalevyn välissä.

Rakennuksen maadoitukset oli tehty. Rakennus on maadoitettu perustusmaadoituselektrodilla. Elektroodin molemmat päät tuodaan sähkökeskuksen läheisyydessä olevalle maadoituskiskolle. Rakennuksen lattiaraudoituksen ja perustuksen raudoitukseen oli lisätty yhteys maadoituskiskosta.

Rakennuksen syöttökaapeli oli mitoitettu ja asennettu valmiiksi. Myös pääkeskuksen ja ryhmäkeskuksen välinen kaapelointi oli tehty. Sähkökeskusten paikat oli siten ennalta määrätty. Rakennuksen pääsulakkeiksi oli valittu nimellisvirraltaan 63 A:n sulakkeet.

Suunnittelutyöhön liittyi koko sähkösuunnitteluprojektin hoito lähtötietojen hankkimisesta suunnittelupiirustusten ja dokumenttien laatimiseen. Aluksi tehtävänä oli ottaa yhteyttä kohteen muihin suunnittelijoihin, ja saada niiltä sähkösuunnitteluun tarvittavat tiedot muista talotekniikan järjestelmistä. Kohteen arkkitehdin kanssa tehtiin yhteistyötä, jonka avulla saatiin yhteystietoja ja tarkempia kohteen kuvauksia.

Arkkitehdin mukaan huomioiden rakennuksen sijainti ja paikallisten asukkaiden ikärakenne, on todennäköistä että asuntolassa tulee asumaan vanhempaa väkeä. Sen vuoksi rakennuksen turvajärjestelmissä tulisi huomioida myös rakennuksen myöhempi

käyttötavan muutos majoitustilasta vaativampaan vanhusten hoitokotikäyttöön. Tällöin kohteeseen jouduttaisiin asentamaan jälkikäteen monenlaisia turvajärjestelmiä, kuten automaattinen sammutuslaitteisto, hoitajakutsu- ja kulunvalvontajärjestelmä.

Lähtötietojen keräämisessä ja muiden suunnittelijoiden tavoittamisessa havaittiin pieniä ongelmia. Vaikka kaikkien toimijoiden tiedot olivat saatavilla, eri alojen suunnitelmien saannissa havaittiin ongelmia. Kohteen suunnittelijoiden ja toimijoiden kesken olisi ollut tärkeä pitää yhteinen suunnittelukokous, jossa kaikki olisi tuonut omat tiedot toisten suunnittelijoiden käytettäväksi.

Lähtötietoja hankittiin myös jo asennetuista vaiheista sähkö- ja lvi-urakoitsijoilta sekä lattialämmityksen osalta laitetoimittajilta. Sähköurakoitsijan kanssa käytiin rakennustyömaata läpi aiemmin asennettujen kaapeleiden ja johtoreittien osalta. Asennettujen osien osalta päivitettiin kuvat vastaamaan asennuksia.

Suunnittelutyön toimeksiantajalta, MTO-sähkö Oy:ltä saatiin ohjeita dokumentoinnin ja piirustusten laatimiseen. Suunnittelutyön avuksi saatiin toimeksiantajalta mallikuvat, mitkä toimi puutteellisten lähtötietojen korvaajana suunniteltaessa sähkö- ja telepisteiden sekä valaistuksen määriä.

Asuntolakohteeseen tehtiin toteutussuunnitteluvaiheen sähkösuunnitelmat annettujen ja kerättyjen tietojen perusteella mahdollisimman kattavasti. Toteutussuunnittelussa laadittiin dokumentit ja piirustukset, joiden pohjalta järjestelmät ja tekniset ratkaisut toteutetaan. Usein laite- ja järjestelmävalinnat tekee urakoitsija suunnittelijan ominaismäärittelyjen pohjalta.

Asuntolan sähkösuunnittelussa on huomioitu rakennuttajan tarpeet ja toiveet. Suunnitteluvaiheessa olisi tärkeä saada mahdollisimman tarkat ja kattavat lähtötiedot. Tällöin urakoitsijan ei tarvitsisi toimia suunnittelijana, vaan suunnittelijan tekemien ratkaisujen pohjalta voitaisiin tehdä asennukset.

12.1 Suunnitelmat

Kaikki suunnitelmat ja muut kohteesta tehdyt dokumentit luetellaan piirustusluettelossa (Liite 1). Luettelossa kerrotaan piirustuksen numero, piirustusarkin koko ja lehtien määrä. Siinä on myös sarakkeet eri urakoitsijoiden jakelulle. Opinnäytetyön liiteluettelo tehtiin piirustusluettelon järjestystä noudattaen.

Sähkösuunnitelmien tekeminen aloitettiin valaistussuunnittelusta. Valaistussuunnittelu aloitettiin miettimällä tilojen käyttäjiä ja käyttötappaa. Valaisimet valittiin niiden ominaisuuksien, ohjauksen ja säädettävyyden sekä myös ulkonäön mukaan. Valaistusten mitoituksessa käytettiin apuna valaisinvalmistajan apua. Puhelinkeskustelun perusteella saatiin valaisimien etäisyydet käytäville ja oleskelutiloihin suositusten mukaisiksi.

Asuntolan valaistuksen osalta pyrittiin huomioimaan myös energiaa säästävät ratkaisut. Valaisimissa käytetään elektronisia liitäntälaitteita, jotka vähentävät välkyntää loisteputkissa ja pidentävät niiden käyttöikää. Säädettävät valaisimet varustetaan 1-10 V säädön mahdollistavalla liitäntälaitteella. Kaikki valitut valaisimet löytyvät valaisinluettelosta (Liite 8). Yleisten tilojen valaistuksessa pyrittiin ratkaisuihin, missä tekniikalla voidaan säätää valaistusta valoisuuden mukaan. Automaattisesti säätyvä valaistus oikein ohjelmoituna on myös hyvä ja helppo ratkaisu käyttäjän kannalta.

Valaisimien valintojen jälkeen suunniteltiin asuntojen muut sähköpisteet. Asuntolan huoneistotyyppinä on kahdenlaisia. Neljässä asunnossa on minikeittiöt ja kuudessa asunnossa ei ole. Huoneistot ovat muuten sähköistyksen osalta lähes samanlaisia. Pistekuviin lisättiin tässä vaiheessa sähkökeskukset.

Suunnitteluprojektin aikatauluihin tuli muutoksia. Asuntolan turvajärjestelmien suunnittelu päätettiin tehdä valmiiksi mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Toimeksiantajan mukaan suunnitelmat hyväksytetään paloviranomaisella ennen niiden asennustöiden alkamista. Turvajärjestelmien suunnittelu aloitettiin välittömästi.

Asuntolan pääkäyttötapa on majoitustila. Se asettaa vaatimuksia kohteen turvallisuusjärjestelmien suunnitteluun. Rakentamismääräyskokoelman E1 mukaan

asuntolarakennus tulee varustaa merkki- ja turvavalaistuksella. Merkki- ja turvavalaistuksesta tehtiin järjestelmäkaavio, josta nähdään esimerkinomaisesti järjestelmän keskus, komponentit ja kaapelit (liite 17). Sähköpiste- ja johdotuskuvassa näkyvät myös turvavalaisimien paikat. Turvavalaistuksen suunnitelman laitevalinnat eivät sido urakoitsijaa hankkimaan juuri tätä tuotetta.

Automaattisen paloilmoittimen osalta kohteesta on tehty turvallisuusselvitys. Asuntola varustetaan automaattisella paloilmoittimella, johon liitetään hälytyskeskukseen menevä hälytys. Paloilmoitinjärjestelmästä tehtiin piste- ja johdotuspiirustus (Liite 15) sekä järjestelmäkaavio. Johdotuspiirustuksessa nähdään paloilmoitinpisteiden tarkat paikat sekä ilmaisimien tyypit. Järjestelmäkaaviossa (Liite 16) nähdään laitevalinnat esimerkinomaisesti. Laitteiden tyyppien valinnat eivät ole sitovia urakoitsijalle.

Paloilmoittimen suunnittelussa havaittiin olevan paljon asioita jotka vaikuttavat järjestelmän ja komponenttien valintaan. Paloilmoitinjärjestelmän suunnitteluun käytettiin paljon aikaa tutkimalla siihen tarkoitettuja suunnittelu- ja asennusohjeita. Suunnitelmat hyväksyttiin toimeksiantajalla Markku Tofferilla MTO-Sähkö Oy:stä. MTO-Sähkö Oy on myös paloilmoitinliike.

Asuntolaan suunniteltiin antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmät. Tietoverkkojärjestelmien pisteet suunniteltiin asuinhuoneisiin ja toimistoihin. Antennijärjestelmästä tehtiin järjestelmäkaavio (Liite 12), jossa näkyy kaapeloinnit ja laitevalinnat. Antennijärjestelmästä tehtiin passivisen verkon laskelmat excel-taulukolla (Liite 13). Käytävien alakaton yläpuolelle lisättiin muutamia yleiskaapelointipisteitä langattomia tukiasemia varten. Suunnitelmiin lisättiin myös jokaiseen asuinhuoneeseen putkitukset ja rasiat yleiskaapeloinnin mahdollisia lisäyksiä varten.

Asuntolan pistekuvat ja ryhmäkeskuksen ryhmittelyt hyväksyttiin toimeksiantajalla ennen johdotuksen piirtoa tasokuviin. Johdotuspiirustukseen merkittiin ryhmäjohdon symboli. Ryhmäjohdon numerointi päätettiin jättää tasokuvista pois. Ryhmäkeskukseen on merkitty ryhmänumerointi. Ryhmänumerointi tehdään loppukuviin sähköurakoitsijan numeroinnin perusteella.

Yleiskaapelointijärjestelmän jakamo suunniteltiin ja päätettiin yhdessä sähköurakoitsijan kanssa sijoittaa toimistotilaan. Kaapin kooksi päätettiin 2000x600x600 mm:ä. Kaappiin sijoitetaan myös antennijakoverkon laitteet ja -komponentit. Yleiskaapelointijärjestelmästä tehtiin järjestelmäkaavio ja laitteiston kokoonpanopiirustus (Liite 14). Jakamotilassa tehdään yleiskaapeloinnin tarvittavat ristikytkennät.

Asuntolan sähköjakelu nähdään nousujohtokaaviosta (Liite 6) sekä asemapiirroksesta (Liite 9). Nousujohtokaavioon merkittiin syöttö- ja nousukaapelit sekä niiden tyypit ja poikkipinnat. Nousujohtokaapelit oli asennettu ennen suunnittelutyön aloittamista joten niiden valintaan ei vaikutettu. Asemapiirroksessa on esitetty kaapeleiden sijainnit ja poikkipinnat. Siitä nähdään myös alitusputkitukset ja keskusten viitteelliset paikat. Tarkemmat paikat keskuksille on esitetty sähköpiste- ja johdotuspiirustuksessa.

Asuntolan maadoitukset on esitetty maadoituskaaviossa (Liite 7). Maadoituskaaviossa on esitetty maadoitukset ja potentiaalintasaukset kaikista rakennuksen- ja järjestelmien osista. Maadoitus- ja potentiaalintasausjohtimien poikkipinnat on esitetty kaaviossa. Kaaviossa nähdään missä PEN-johto erotetaan erilliseksi nolla- ja suojajohtimeksi.

Pää- ja ryhmäkeskusten lähdöt nähdään keskusten kaavioista. Pääkeskuskaaviossa on esitetty mittaustapa (Liite 3). Rakennuksen pääsulakkeet ovat nimellisvirraltaan 63 A, joten mittaus tapahtuu suoralla mittauksella. Keskukselle varataan ja asennetaan virtamittarit valmiiksi paikoilleen. Pääkeskus on nimellisvirraltaan 125 A, joten liittymän pääsulakkeita on mahdollista suurentaa.

Ryhmäkeskuskaaviossa on esitetty pääasiassa huoneistojen ja yleisten tilojen ryhmälähtöjä (Liite 4). Keskuksen lähdöt ovat valaistuksen ja kodinkoneiden sekä muiden keskusten lähtöjen osalta johdonsuojakatkaisijoita. Vikavirralla suojattavien pistorasia ja pesutilojen ryhmälähtöjen suojauksessa on käytetty yhdistettyjä johdonsuoja sekä vikavirtasuojia.

Kaapelireitteihin ja putkitusvarauksiin on pyritty mahdollisuuksien mukaan vaikuttamaan myöhempiä turvajärjestelmien lisäyksiä ajatellen. Sisälle tehtävät putkitusvaraukset näkyvät sähköpiste- ja johdotuspiirustuksessa (Liite 10).

Kaapelihyllyjä suunniteltiin kohteeseen käytävän alakaton yläpuolelle (Liite11). Lisäksi suunniteltiin yhdet pistohyllyt telejakamolle ja ryhmäkeskukselle. Kaapelihyllyt toimivat rakennuksen kaapeloinnille erinomaisena runkoväylänä kaikkiin tiloihin.

Rakennuksen lämmitysmuotona käytetään vesikiertoista lattialämmitystä. Viimeisimpien suunnitelmien mukaan veden lämmitykseen tullaan käyttämään hakekattilaa. Yhtenä hankintavaihtoehtona on ollut myös maalämpöpumppu. Lämmityslaitteet tulevat rakennuksen päädyssä sijaitsevaan kattilahuoneeseen, mihin sähkönsyöttö ja laitteistojen ohjauskaapelointi on helppo toteuttaa myöhemminkin.

Laitteistojen sähköistyksestä tehtiin ryhmäkeskusaavio (Liite 5), jossa pyrittiin huomioimaan määrittelemättömien LVI-laitteiden sähköistysten tarpeet riittävillä varalähdöillä ryhmäkeskuksesta. Lattialämmityksen termostaattien paikat ja jakotukit näkyvät sähköpiste- ja johdotuspiirustuksessa. Jakotukin magneettiventtiilejä ohjataan 230 V jännitteellä.

Kohteen sähkötyöselostus tehtiin S2010 nimikkeistöön pohjautuen. Sähkötyöselostuksen laadinta oli haastava osuus. Selostus laadittiin ST-korttien ohjeita noudattaen. Sähkötyöselostus on liitteenä (Liite 2).

12.2 Asuntolan eri tilojen sähköistys

Eteinen

Tilan kuvaus

Se on rakennuksen pääovelta avautuva tila. Eteisestä pääsee mahdolliseen henkilökunnan toimistoon. Toimii asukkaiden kulkuväylänä yleisiin tiloihin. Asennusolosuhteeksi määritellään kuivan tilan luokitus.

Sähköliitännäjäjärjestelmät

Siivouspistorasia sijoitetaan toimiston puoleiselle seinälle. Alakaton yläpuolelle sijoitetaan yksi kaksiosainen pistorasia mahdollista langatonta tukiasemaa varten.

Valaistusjärjestelmät

Varustetaan 4 kpl Elektroskandian Consido Low -valaisimilla. Valaisimien valonlähteinä käytetään 32 W pienoisloisteputkia. Valaistusta ohjataan ja säädetään läsnäolotunnistimella, jossa ominaisuutena valoisuusanturi, joka mittaa luonnonvalon määrää ja säätää valaistusta tarpeen mukaan.

Turvavalaistusjärjestelmät

Ulko-oven päälle asennetaan poistumisreititin opasvalaisin. Lisäksi tilaan keskivaiheille samaan linjaan yleisvalaistuksen kanssa sijoitetaan turvavalaisin.

Tietoverkkojärjestelmät

Alakaton yläpuolelle sijoitetaan yksi kaksiosainen rj-45 rasia mahdollista langatonta tukiasemaa varten.

Paloilmoitinjärjestelmät

Tilaan sijoitetaan paloilmoitinjärjestelmän keskus. Keskuksen paikka on pääsisääntäytymisen läheisyydessä. Paloilmoitinkeskuksen viereen sijoitetaan paloilmoituspainike ja palokello. Tilan paloilmalaitteille ei ole erityisvaatimuksia joten käytetään savuilmaisinta. Lisäksi alakaton yläpuolelle tulee savuilmaisinta joka varustetaan rinnakkaisella merkkilampulla. Merkkilamppu asennetaan eteisen kattoon näkyville.

Henkilökunnan toimisto

Tilan kuvaus

Se on rakennukseen pääoven viereen sijoittuva tila. Tämä tila on mahdollisen henkilökunnan toimisto. Toimistotilaan sijoitetaan tietoverkkojärjestelmien, antenni- ja yleiskaapeloinnin jakokaappi. Tilaan tulee minikeittiö sekä wc/suihkutila. Wc/suihkutilassa huomioidaan kotelointiluokitukset.

Johtokanavajärjestelmä

Tila varustetaan johtokanavajärjestelmällä. Järjestelmään on helppo asentaa sähkö- ja tietoverkkojärjestelmien pistorasioita. Johtokanavaa asennetaan kolmelle seinälle.

Sähköliitännäjärjestelmät

Siivouspistorasia sijoitetaan wc:n puoleiselle seinälle. Toimiston käyttöpistorasiat asennetaan johtokanavaan. Pistorasioiden vikavirtasuojakytkin sijoitetaan myös johtokanavaan. Minikeittiön jääkaappi, liesi ja liesituuletin varustetaan jokainen omalla yksiosaisella pistorasialla. Wc/suihkutilaan sijoitetaan 2-osainen pistorasia.

Valaistusjärjestelmät

Toimiston valaistuksessa käytetään 3 kpl Philipsin 240TCS -valaisinta. Valaisimen valonlähteenä käytetään teholtaan 2x35W loisteputkia. Valaistusta ohjataan ja säädetään läsnäolotunnistimella, jossa on ominaisuutena valoisuusanturi, joka mittaa luonnonvalon määrää ja säättää valaistusta tarpeen mukaan. Läsnäolotunnistin sijoitetaan kattoon. Valaistus voidaan ohjata myös kytkimellä päälle ja pois.

Minikeittiön valaisimena käytetään Enston Jono -valaisinta kytkimellä varustettuna. Valonlähteenä käytetään 11 W loisteputkea. Wc/suihkutila varustetaan Enston Perusjono -valaisimella. Valonlähteenä käytetään 18 W loisteputkea. Valaisinta ohjataan kytkimellä oven vierestä. Wc/kylpyhuoneen kattoon sijoitetaan I-Valon SOL - yleisvalaisin. Valonlähteenä käytetään teholtaan 2x11W pienoisoisteputkia. Valasinta ohjataan läsnäolotunnistimella, joka sijoitetaan oven viereen kytkimen paikalle.

Tietoverkkojärjestelmät

Alakaton yläpuolelle sijoitetaan yksi kaksiosainen rj-45 rasia mahdollista langatonta tukiasemaa varten.

Paloilmoitinjärjestelmä

Toimisto varustetaan savuilmaisimella. Wc/suihkutilaan tulee lämpöilmaisin, joka varustetaan kosteantilan kannalla suihkun takia. Wc:n alakaton yläpuolinen tila varustetaan savuilmaisimella. Ilmaisimen rinnakkainen merkkilamppu sijoitetaan näkyville.

Asuihuoneistot

Tilan kuvaus

Rakennuksessa on 10 asuinhuoneistoa, joista 4 on varustettu minikeittiöllä. Huoneistoissa on eteinen, kylpyhuone ja iso huone, jossa on sängylle varattu nurkkaus. Huoneistojen koot ovat 24 - 30,9 m².

Sähköliitännäjärjestelmät

Huoneisiin sijoitetaan 5-6 kpl kaksiosaisia pistorasioita. Tietoliikennepistorasoiden kanssa samaan rasiayhdistelmään tulee 3 kpl pistorasioita. Minikeittiöllä varustettuihin huoneistoihin sijoitetaan jääkaapille, liedelle ja liesituulettimille yksiosaiset pistorasiat.

Valaistusjärjestelmät

Valaistuksessa käytetään Innojokin Jasmina sekä Hertta -valaisimia. Valonlähteinä valaisimissa käytetään 2x36 W ja 11 W pienoistoisteputkia. Sängyn vieressä olevavalla kytkimellä ohjataan sängyn päällä olevaa Jasmina -valaisinta. Hertta -valaisinta ohjataan vaihtokytkimillä. Lisäksi jokaisen huoneiston ikkunan päällä on valaisinpistorasia, jota ohjataan 1-kytkimellä.

Paloilmoitinjärjestelmät

Tilojen paloilmalmaisimina käytetään savuilmaisimia. Ne sijoitetaan huoneistoon keskeiselle paikalle.

Asuinhuoneistot, kylpyhuoneet

Tilan kuvaus

Jokaisessa huoneistossa on oma kylpyhuone. Kylpyhuoneet on varustettu suihkulla ja wc-pöntöllä. Asennuksissa on huomioitava kostean tilan vaikutus.

Sähköliitännäjärjestelmät

Kylpyhuoneet varustetaan kaksiosaisella pistorasiolla. Pistorasiat liitetään samaan ryhmään huoneiston muiden pistorasioiden kanssa. Pistorasioiden asennuksessa huomioitava asennussuosituksset kylpyhuoneissa (Taulukko 7).

Valaistusjärjestelmät

Wc/suihkutilan valaistuksessa käytetään teholtaan I-Valon SOL-yleisvalaisinta. Valonlähteinä käytetään 2x11 W pienoisoisteputkia. Valaistuksen ohjaus tapahtuu läsnäolotunnistimella. Tunnistin sijoitetaan kojerasiaan kytkimen paikalle. Lisäksi Wc/suihkutilaan sijoitetaan Eston Perusjono -peilivalaisin. Valonlähteenä käytetään 18 W loisteputkea. Peilivalaisinta ohjataan kytkimellä oven皮elestä

Paloilmoitinjärjestelmät

Varustetaan lämpöilmaisimella kosteantilan kannalla.

Ruokailu/oleskelutila

Tilan kuvaus

Se on asukkaiden ruokailuun ja oleskeluun tarkoitettu tila. Tilassa on normaalia korkeampi sisäkatto. Tila on varustettu takalla, mikä lisää viihtyvyyttä asukkaiden kannalta.

Sähköliitännäjärjestelmät

Oleskelutilan ikkunattomalle seinälle tietoliikennepistorasioiden kanssa samaan rasiayhdistelmään tulee 3 kpl kaksiosaisia pistorasioita. Lisäksi tilaan sijoitetaan sopiviin paikkoihin 4 kpl kaksiosaisia pistorasioita.

Valaistusjärjestelmät

Oleskelutilan valaistuksessa käytetään 6 kpl Elektroskandian Consido Top -valaisimia. Valaisimet on varustettu 1-10 V säädön mahdollistavalla liitännälaitteella. Valaisimissa on valonlähteinä 32 W pienoisoisteputket. Valaisimet ovat pinta-asennettavia. Valojen säätö tapahtuu 1-10 V ohjauksella ja säädöllä.

Lisäksi oleskelutilan valaistuksessa käytetään Defa Lightning:n Basket Miniuplight -valaisinta, jonka valonlähteenä käytetään 2x26 W pienoisoisteputkia. Valaisin antaa valoa sekä alas- että ylöspäin. Valaisin asennetaan ripustusputkella kattoon. Oleskelutilan kattoon tulee lisäksi yksi valaisinpistorasia varalle. Valaisimia ohjataan kytkimillä.

Ruokailupöydän päälle sijoitetaan 2 kpl ripustettavia Innojok:n Pisara -valaisimia. Ne on varustettu 15 W pienoistoisteputkilla. Niitä ohjataan kytkimillä. Ruokailutilan käytävän puolella alaslaskettuun kattoon sijoitetaan 3 kpl Elektroskandian Consido Low -valaisimia. Valaisinten valonlähteinä käytetään 32 W pienoistoisteputkia. Valaisimia ohjataan läsnäolotunnistimella, joka sijoitetaan alakattoon. Tunnistimessa on himmennysominaisuus. Valaistusta voidaan säätää luonnonvalon mukaan.

Turvavalaistusjärjestelmät

Tilaan tulee kaksi poistumisreitintä opasvalaisinta. Opasvalaisimet sijoitetaan terassille menevän oven päälle ja eteiseen johtavan oven päälle. Molemmat reitit varustetaan turvavalaistimella.

Paloilmoitinjärjestelmät

Tilan varustetaan kahdella paloilmalaitteella. Takan läheisyyteen sijoitetaan lämpöilmalaitteiden erheellisten hälytysten välttämiseksi. Koska lämpöilmalaitteiden määräysten mukaan riittää suojaamaan koko tilaa, varustetaan se lisäksi savuilmalaitteella. Poistumisreitintä varrella on oltava paloilmalaitteiden painike. Ruokailu/oleskelutilaan tulee kaksi painiketta. Paloilmalaitteiden painikkeet sijoitetaan poistumisreiteille. Painikkeet sijoitetaan molempien ovien läheisyyteen.

Keittiö

Tilan kuvaus

Se on asukkaiden ruoanlaittoon ja -säilytykseen tarkoitettu tila. Keittiöön tulee tavanomaiset kodinkoneet, johon kuuluvat jääkaappi, pakastin, liesi, astianpesukone ja mikro.

Sähköliitäntäjärjestelmät

Keittiön pöytätaulun ja yläkaapin välitila varustetaan 6 kpl kaksiosaisilla pistorasioilla. 1-vaiheiset sähkölaitteet varustetaan omilla 1-osaisilla pistorasioilla. Liesi ja uuni varustetaan 3-vaihesyötöllä jakorasialla.

Valaistusjärjestelmät

Valaisimena käytetään Innojokin Jasmina -valaisinta jossa valonlähteinä teholtaan 2x36 W pienoisloisteputket. Valaisinta ohjataan läsnäolotunnistimella joka asennetaan kattoon. Keittiön välitilat varustetaan 4 kpl työpistevalaisimilla. Valaisimina käytetään Enston Perusjono -valaisinta, jonka valonlähteenä on 15 W loisteputki. Työpistevalaisimia ohjataan omilla valaisinkohtaisilla kytkimillä.

Paloilmoitinjärjestelmät

Tila varustetaan lämpöilmaisimella. Keittiössä mahdollisesti syntyvien höyryjen ja rasvakäryjen takia ei savuilmaisinta käytetä. Ilmaisim sijoitetaan poistoilmaukosta korkeintaan 2 m:n päähän.

Kodinhoituhuone

Tilan kuvaus

Se on asukkaiden pyykinkäsittelyyn tarkoitettu tila. Tilaan tulee pyykinpesukone, kuivausrumpu, mankeli ja kuivauskaappi.

Sähköliitännäjärjestelmät

Tila varustetaan kahdella kaksiosaisella pistorasialla. Jokaiselle tilan sähkölaitteelle varataan oma 1-osainen pistorasia.

Valaistusjärjestelmät

Valaisimena käytetään Alpiluxin Monix -runkovalaisinta, jonka valonlähteenä teholtaan 2x28 W loisteputket. Valaisinta ohjataan läsnäolotunnistimella, joka asennetaan kytkimen paikalle oven viereen.

Paloilmoitinjärjestelmät

Tilan paloilmaisimelle ei ole erityisvaatimuksia. Tila varustetaan savuilmaisimella.

Käytävä

Tilan kuvaus

Käytävä yhdistää yleiset tilat ja huoneet toisiinsa. Käytävän alakaton yläpuolelle sijoitetaan koko käytävän läpi menevä 500 mm leveä kaapelihylly. Käytävälle on sijoitettu paloposti ja sammutuspeite. Käytävän päässä on invaWc.

Sähköliitännäjärjestelmät

Käytävä varustetaan 6 kpl yksiosaisilla siivouspistorasioilla. Lisäksi alakaton yläpuolelle tulee 2 kpl kaksiosaisia pistorasioita mahdollisia langattomia tukiasemia varten.

Valaistusjärjestelmät

Varustetaan 6 kpl Elektroskandian Consido Low -valaisimella. Valaisimissa on teholtaan 32 W pienoisoisteputket. Valaistusta ohjataan ja säädetään läsnäolotunnistimella. Tunnistimissa on ominaisuutena valoisuusanturi, joka mittaa luonnonvalon määrää ja säättää valaistusta tarpeen mukaan.

Turvavalaistusjärjestelmät

Käytävälle sijoitetaan 2 kpl turvavalaisimia.

Tietoverkkojärjestelmät

Alakaton yläpuolelle sijoitetaan yksi kaksiosainen rj-45 rasia mahdollista langatonta tukiasemaa varten.

Paloilmoitinjärjestelmät

Tilan paloilmaisimille ei ole erityisvaatimuksia, joten käytetään savuilmaisimia. Savuilmaisimia sijoitetaan 2 kpl käytävälle ja 2 kpl alakaton yläpuolelle. Alakaton yläpuolelle tulevat savuilmaisimet varustetaan rinnakkaisilla merkkilampuilla. Merkkilamput asennetaan käytävän kattoon näkyville.

Siivouskomero/Sähkökeskustila

Tilan kuvaus

Huoneessa säilytetään siivousvälineitä. Huoneeseen on sijoitettu kiinteistön ryhmäkeskus, joka sijaitsee lukittavassa komerossa.

Sähköliitännäjärjestelmät

Huone varustetaan kaksiosaisella pistorasialla. Kuivauspatterille tulee oma yksiosainen pistorasia.

Valaistusjärjestelmät

Valaisimena käytetään Monix -runkovalaisinta, jonka valonlähteenä käytetään teholtaan 2x28 W loisteputkia. Valaisinta ohjataan läsnäolotunnistimella, joka asennetaan kytkimen paikalle oven pieleen.

Paloilmoitinjärjestelmät

Tilan paloilmaisimelle ei ole erityisvaatimuksia. Tila varustetaan savuilmaisimella. Lisäksi sähkökeskuskomeroon sijoitetaan savuilmaisin.

Pukutilat sekä pesuhuone ja sauna

Tilan kuvaus

Pukutilaa käytetään pukeutumistilana mentäessä pesuhuoneeseen ja saunaan. Pukutilasta pääsee myös terassille. Pesutilassa on huomioitava tiivistyvän kosteuden takia kotelointiluokitus. Saunan sähköasennuksissa on myös omat määräykset.

Sähkön liitännäjärjestelmät

Pukuhuone varustetaan kaksiosaisella pistorasialla. Kuivauspatterille tulee oma yksiosainen pistorasia. Pesuhuoneeseen peilin viereen sijoitetaan kaksiosainen pistorasia.

Valaistusjärjestelmät

Pukuhuoneen valaisimina käytetään 2 kpl I-Valon SOL -yleisvalaisinta. Valonlähteenä käytetään 2x11 W pienoisloisteputkia. Valaisimia ohjataan läsnäolotunnistimella, joka

asennetaan kytkimen paikalle oven pieleen. Pesuhuoneeseen valitaan 2 kpl samanlaisia valaisimia, joita myös ohjataan läsnäolotunnistimella.

Pesuhuoneeseen peilivalaisimeksi valitaan 18 W Enston perusjono loisteputkivalaisin. Valaisinta ohjataan kytkimellä oven vierestä. Saunan valaisimena käytetään Enston AVH 15.1 -seinävalaisinta, jonka valonlähteenä 11 W pienoisloistelamppu. Saunan valaisinta ohjataan kytkimellä pesuhuoneen oven vierestä

Sähkölämmitysjärjestelmät

Saunaan tuodaan sähkökiukaalle 3-vaihesyöttö MMJ 5x2,5S jakorasiaan. Jakorasian asennuksessa huomioidaan, ettei jakorasia jää kiukaan taakse. Kiukaan kanssa samalle asennusalueelle ei saa asentaa muita kuin kiukaaseen kuuluvia osia.

Paloilmoitinjärjestelmät

Pukuhuone varustetaan sen mahdollisten kosteiden höyryjen takia lämpöilmaisimella. Pesuhuone varustetaan M-lämpöilmaisimella kosteantilan kannalla.

13 YHTEENVETO

Sähkösuunnittelutyölle syntyi tarve, kun keskeneräisen rakennustyömaan sähkösuunnittelutyötä ei ollut aloitettu. Toimeksiantajan MTO-Sähkö Oy:n ehdotuksesta ja omasta mielenkiinnosta työtä kohtaan suunnittelutyö aloitettiin. Suunnittelutyön tarkoituksena oli tehdä sähkösuunnitelmat asuntolakohteeseen. Työn tehtäviin kuului selvittää kohteen lähtötiedot. Selvitettäviä tietoja oli mm. muiden alojen suunnitelmat sekä asennukset.

Lähtötietoihin tuli selvityksen myötä muutoksia mikä vaikutti suunnittelutyön lopputulokseen. Sähkösuunnitteluun tarvittavat tiedot selvitystyön jälkeenkään eivät olleet kaikilta osin riittävät. Suunnittelutyössä ei päädytty kaikilta osin tarkkaan suunnitteluun, kuten laitteistojen sähköistuksen osalta. Sähkö- ja tietojärjestelmien osalta suunnitelmat pystyttiin laatimaan asennusvaiheen vaatimuksien mukaan.

Suunnittelutyön kannalta tärkein linkki lähtötietojen hankintaan koettiin olevan asuntolakohteen arkkitehti. Arkkitehtina kohteessa toimi Minna Iisakka Wasaplan Oy:stä. Häneltä saatiin tarkennettuja tietoja kohteesta, aiempien palaverien muistioita ja muiden toimijoiden tietoja. Yksi sähkösuunnittelun ja varsinkin tulevien sähköasennusten kannalta helpottava muutos rakennuksen alakattoon tehtiin yhdessä arkkitehdin kanssa. Oleskelutilan korkean katon käytävän puolen osalle tehdään kotelo. Tilan läpi voidaan asentaa kaapelihylly. Tämä helpottaa tulevia kaapelinvetoja.

Suunnittelutyön aikatauluun tehtiin muutoksia työn edetessä. Paloviranomaisten tarkastettavien merkki- ja turvavalaistuksen sekä paloilmoinjärjestelmän suunnittelu päätettiin tehdä suunniteltua aiemmin. Muuten suunnittelutyössä pysyttiin aikataulussa. Työn lopussa aikatauluun tuli hieman lisääaikaa, koska rakennustöitä ei päästy aloittamaan. Rakennustöitä jatketaan kesän ja syksyn aikana. Rakennus valmistunee ensi vuoden puolella.

Työtä tehdessä erilaisten sähkö- ja tietojärjestelmien suunnittelu, määräykset ja dokumentointi tulivat tutuksi. Suunnitteluprosessin eri vaiheisiin ja sen kulkuun tutustuttiin työtä tehdessä. Työssä käytettyä teoriatietoa pyrittiin käyttämään

mahdollisimman luotettavista tietolähteistä. Näistä esimerkkinä ovat sähköalan standardit, sähköalan ammattilaisille tarkoitettu ST-kortisto ja valmistajien ohjeet.

Kirjallisen raportin teoriaosuudessa pyrittiin ottamaan eri järjestelmistä tärkeimpiä tietoja esille. Tarkempien teoriatietojen kertominen kaikista järjestelmistä olisi tehnyt jo tiukasta aikataulusta liian haastavan. Työssä pyrittiin kertomaan myös suunnitelutyön teoriaa. Suunnitteluprosessin ja hankintamenettelyjen teoriaosuuden merkitys ei tämän työn käytännön osuuden kannalta ollut merkittävä. Oman oppimisen ja tulevien työtehtävien kannalta näiden merkitys koettiin tärkeäksi.

Opinnäytetyötä hyödynnetään käytännössä suunnitelmien osalta sähköurakoitsijan tarpeeseen asuntolatyömaalla. S 2010 nimikkeistön mukaan tehtyä sähkötyöselostusta voidaan käyttää jatkossakin muokkaamalla sitä kohteeseen sopivaksi. Sähkösuunnitelmat tehtiin tilaajan haluamalla tavalla.

14 LÄHDELUETTELO

- Annanpalo, Jaakko & Hovatta, Tauno & Härkönen, Pentti & Kauppi, Veijo & Koivisto, Pekka & Lindfors, Timo & Marttila, Heikki 2008 ST-käsikirja 16
Yleiskaapelointijärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy
- Autio, Isto 2002 ST-käsikirja 35 Tilat ja asennusreitit. Espoo: Sähköinfo Oy
- Autio, Isto & Harsia, Pirkko & Leskinen, Markku & Piikkilä, Veijo & Savuoja, Pekka & Välimäki, Esko 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja. Espoo: Sähköinfo Oy
- Autio, Isto & Härkönen & Leskinen, Pentti & Kauppila, Juha & Reinikainen, Ville & Saastamoinen, Arto & Tiainen, Esa 2009. ST-käsikirja 34 Hyvä asennustapa sähkötöissä. 2. painos Espoo: Sähköinfo Oy
- D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2009. Espoo: Sähköinfo Oy
- E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2011. Ympäristöministeriö. Hakupäivä 11.4.2012 <<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=126522&lan=fi>>
- Elektroskandia Suomi Valaistuslaskenta. Hakupäivä 30.3.2012
<<http://stara.elektroskandia.fi/documentelement.html?uid=1890548>>
- Elektroskandia Suomi Elektroniset liitäntälaitteet ja valonsäätö. Hakupäivä 30.3.2012
<http://stara.elektroskandia.fi/documentelement.html?uid=1890500>>
- Elko Suomi 2008 Elektroniikkatuote opas. Hakupäivä 29.3.2012
<http://www.elko.fi/elko2_fin/frontend/files/CONTENT/Elektroniikkatuoteopas.pdf>
- Energiateollisuus ry Tuntimittauksen periaatteita. Hakupäivämäärä 22.3.2012
<http://www.energia.fi/sites/default/files/tuntimittausuusitus_2010.pdf>
- Hovatta, Tauno & Härkönen, Pentti & Kauppi, Veijo & Koivisto, Pekka & Tiainen Esa 2010 ST-käsikirja 30 Sähkötekniisiä taulukoita. 2. painos. Espoo: Sähköinfo Oy
- Hovatta, Tauno & Karastie, Jouko & Koivisto, Pekka & Lantinen, Jalo & Lindfors, Pertti & Naskali, Veikko & Ristilä, Juha & Suikkanen, Pauli 2008 ST-Käsikirja 12 Antennijärjestelmät 4. painos. Espoo: Sähköinfo Oy
- Hyytiä, Kalervo & Jokinen, Sampo & Kauppi, Veijo & Koskela, Kari & Laakkonen, Eino & Laine, Jyrki & Lähteenmäki, Unto & Packalen, Sam & Perttula, Tapani & Siven, Christer 2010 ST-ohjeisto 1 Paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito 2009. 5. painos. Espoo: Sähköinfo Oy

- Jumppanen, Jarmo & Hainari, Harri & Hongisto, Pasi 2007. ST-Käsikirja 36
Poistumisvalaistus. Espoo: Sähköinfo Oy
- 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: Sähköinfo Oy
- Meka Pro Oy. Maadoitus/ potentiaalintasaus. Hakupäivä 26.3.2012
<http://www.meka.eu/sivu/fi/tuotteet/teknisia_tietoja/ohjeet/maadoitus>
- Naskali, Teemu 2001 ST-käsikirja 30 Sähkötekniisiä taulukoita Espoo: Sähköinfo Oy
- Nurmi, Tapani 2008 ST-kortisto 53.21 Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja
potentiaalintasaukset. Espoo: Sähköinfo Oy
- Nylund Asennus ja käyttöohje B.E.G läsnäolotunnistimet 2011 Hakupäivä 23.2.2012
http://www.nylund.fi/globalimg/ngj_liite/7897/PD2-M-DIM_FI.pdf
- Piikkilä, Veijo & Sahlsten, Toivo 2006 ST-käsikirja 21 Tiedonsiirtoväylät Espoo:
Sähköinfo Oy
- SFS Käsikirja 600. 2007 Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus 1. painos.
Helsinki, SFS Suomen Standardisoimisliitto
- Saastamoinen, Arto 2009 Sähköasennukset 2. Espoo: Sähköinfo Oy
- Siren, Kari 2009 ST-kortisto 70.12 S 2010 Sähkönimikkeistö. Espoo: Sähköinfo Oy
- ST-kortisto 11.41 2001 Turvavalistus ja poistumistieopasteet. Suunnittelu Espoo:
Sähköinfo Oy
- ST-kortisto 13.31, 2001. Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. Espoo,
Sähköinfo Oy
- ST-kortisto 41.30 2007 Sähkösuunnittelun tarjouspyyntö ja tilaussopimus.
Espoo:Sähköinfo Oy
- ST-kortisto 51.31 2003 Ohjeet LVI-laitteiden ja laitteistojen sähköistyksestä. Espoo:
Sähköinfo Oy
- ST-kortisto 53.34 2009. Jakokeskuksen suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon
otettavia asioita. Espoo, Sähköinfo Oy
- ST-kortisto 57.52 2008 Ledvalaistus-järjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy
- ST-kortisto 58.06 2000 Valaistuksen tavoitteet ja valaistuksen tavoitteiden toteutus.
Espoo: Sähköinfo Oy
- ST-kortisto 58.08 2009 Valonlähteiden ominaisuuksia. Espoo: Sähköinfo Oy
- ST-kortisto 58.32 2004 Valojen ohjaus. Espoo: Sähköinfo Oy

ST-kortisto 621.10 2010 Yhteisantennijärjestelmät. Tekninen suunnitteluohje. Espoo:

Sähköinfo Oy

ST-kortisto 681.10 2003 Yleiskaapelointijärjestelmät, Tekninen suunnitteluohje. Espoo:

Sähköinfo Oy

ST-kortisto 681.30 2003 Yleiskaapeliasennus. Espoo: Sähköinfo Oy

Sähköturvallisuuslaki 14.6.1996/410

Tiainen, Esa 2008. Maadoitusopas Espoo: Sähköinfo Oy

Tiainen, Esa 2008. Sähköasennukset 1. Espoo: Sähköinfo Oy

Tofferi, Markku, Toimitusjohtaja, MTO-Sähkö Oy. Aloituspalaveri 16.2.2012

Tornion Energia. Sähkön siirto, sähkön mittaus. Hakupäivä 22.3.2012

http://www.tornionenergia.fi/sahkonsiirto/sahkon_mittaus

Työ ja elinkeinoministeriö. Julkiset hankinnat. Hakupäivä 11.4.2012

<http://www.hankintailmoitukset.fi/fi/>

Viestintäviraston määräys 25 E/2008 M. Hakupäivä 30.3.2012

<http://www.ficora.fi/attachments/suomiry/5uQ33dGiz/Viestintavirasto25E2008M.pdf>

LIITELUETTELO

Liite 1	Piirustusluettelo
Liite 2	Sähköselostus
Liite3	Pääkeskus- ja mittauskeskuskaavio PK-MK
Liite 4	Ryhmäkeskuskaavio RK-1
Liite 5	Ryhmäkeskuskaavio RK-IV
Liite 6	Nousujohtokaavio
Liite 7	Maadoituskaavio
Liite 8	Valaisinluettelo
Liite 9	Asemapiirros
Liite 10	Sähköpiste- ja johdotuspiirustus
Liite 11	Kaapelihyllyt ja johtokanavat
Liite 12	Antennijärjestelmäkaavio
Liite 13	Antenniverkon laskelmat
Liite 14	Yleiskaapelointi järjestelmäkaavio ja kokoonpanopiirustus
Liite 15	Paloilmoitinjärjestelmä, piste- ja johdotuspiirustus
Liite 16	Paloilmoitinjärjestelmäkaavio
Liite 17	Merkki- ja turvavalaistusjärjestelmä johdotuspiirustus
Liite 18	Merkki- ja turvavalaistusjärjestelmäkaavio