

Vili Hautala

HOIVAKODIN SÄHKÖSUUNNITTELU

HOIVAKODIN SÄHKÖSUUNNITTELU

Vili Hautala
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka, sähkövoimatekniikka

Tekijä: Vili Hautala
Opinnäytetyön nimi: Hoivakodin sähkösuunnittelu
Työn ohjaaja: Ismo Pitkänen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2018
Sivumäärä: 27 + 10 liitettä

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella urakkalaskentapiirustukset Ouluun rakennettavaan hoivakotiin. Kohteeseen suunniteltiin seuraavat piirustukset: aluekaapelointi, sähköpisteet ja johdotus, pääkaavio, piirikaavio, yleiskaapelointi, maadoituskaavio, antennikaavio ja valaisinluettelo. Opinnäytetyö ei sisällä paloilmoin-, ovilukitus-, turvavalaistus- eikä poistumisvalaistusjärjestelmiä.

Työ suoritettiin projektimaisesti: aloitus-, suoritus- ja lopetusvaihe. Suunnittelun aluksi kerättiin riittävästi pohjatietoa ja laadittiin luonnossuunnitelmat, jotka lopuksi hyväksyttiin toimeksiantajalla. Työn sähköpiirustukset luotiin suomalaisella Kyndata CADS Planner 17 Electric -ohjelmistolla.

Opinnäytetyö koostuu kahdesta osiosta. Julkisessa osuudessa esitellään kohde ja käydään läpi sähkösuunnitteluprosessia yleisellä tasolla. Tavoitteena on kartoittaa hoivakodin suunnittelun kannalta kriittistä ja järkevää näkökulmaa. Toinen osuus ei ole julkinen. Siinä esitetään kyseisen hoivakodin sähkösuunnittelun konkreettiset ratkaisut ja lopputulokset.

Asiasanat: hoivakoti, sähkösuunnittelu, suunnittelu, urakkalaskenta, piirustus, projekti, uudisrakennus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Electrical engineering programme, Electrical power engineering

Author: Vili Hautala
Title of thesis: Electrical Planning of a Nursing Home
Supervisor: Ismo Pitkänen
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2018
Pages: 27 + 10 appendices

The aim of this thesis was to design electrical plans for a nursing home in Oulu. The nursing home is meant for seniors and people who need care around the clock. The total area on the building is 715 m². The electrical wiring design was engineered with Kymdata CADS Electric 17 software. The work was assigned by Sähköfuture Ltd.

This thesis was executed as a project. The project included an opening, execution and ending. The project began with ground surveying which led on to the execution of ergo electrical drawings. At first a draft was made of each electrical drawing. After the drafts were fixed up they were approved by the employer and were made into final electrical drawings.

This thesis includes two sections. The first part of this thesis is public, and it introduces basic electrical designing. The aim of the first part is to present a sensible and a proper way of designing electrical plans for a nursing home at a general level. The second part of this thesis is confidential and presents the concrete electrical planning of the nursing home in question.

Keywords: nursing home, electrical wiring design, planning, new building, project

ALKULAUSE

Haluan kiittää Sähköfuture Oy:tä mielenkiintoisesta opinnäytetyöstä, joka on mahdollistanut perehtymisen sähkösuunnitteluun. Opinnäytetyön aikana olen oppinut paljon sähkösuunnittelusta ja urakkalaskennasta.

Erityiset kiitokset haluan antaa Sähköfuture Oy:n toimitusjohtajalle Timo Lehtisaarelle sekä OAMK:n opinnäytetyöni ohjanneelle Ismo Pitkäselle. Lisäksi haluan kiittää perhettäni sekä läheisiäni tuesta ja kannustuksesta opinnoissani.

Oulussa 18.4.2018

Vili Antti Kasperinen Hautala

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
1 JOHDANTO	7
2 SÄHKÖSUUNNITTELUN TAUSTATIEDOT	8
2.1 Kiinteistön käyttötarkoitus	9
2.2 Lähtötiedot	9
2.3 Sähkösuunnittelun tavoitteet	9
2.4 CADS-ohjelmisto	10
3 ALUEKAAPELOINTI JA HUIPPUTEHON MÄÄRITYS	11
3.1 Huipputehon ja pääsulakekoon määrittäminen	11
3.2 Liittymisjohdon mitoitus	13
4 SÄHKÖPISTEET JA JOHDOTUKSET	14
4.1 Valaistus	14
4.2 Kytkimet ja pistorasiat	15
4.3 Sähkökalusteet	15
4.4 Johdotus ja johtotiet	16
4.5 Suojaus	17
5 PÄÄ- JA PIIRIKAAVIO	19
6 SISÄVERKOT	20
6.1 Antenniverkko	20
6.2 Yleiskaapelointi	20
7 MAADOITUS	22
8 YHTEENVETO	24
LÄHTEET	25
LIITTEET	27

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella urakkalaskentapiirustukset hoivakotiin. Kohteeseen suunniteltiin seuraavat piirustukset: aluekaapelointi, sähköpisteet ja johdotus, pääkaavio, piirikaavio, yleiskaapelointi, maadoituskaavio, antennikaavio ja valaisinluettelo. Opinnäytetyö ei sisällä paloilmoin-, ovilukitus-, turvavalistus- eikä poistumisvalistusjärjestelmiä.

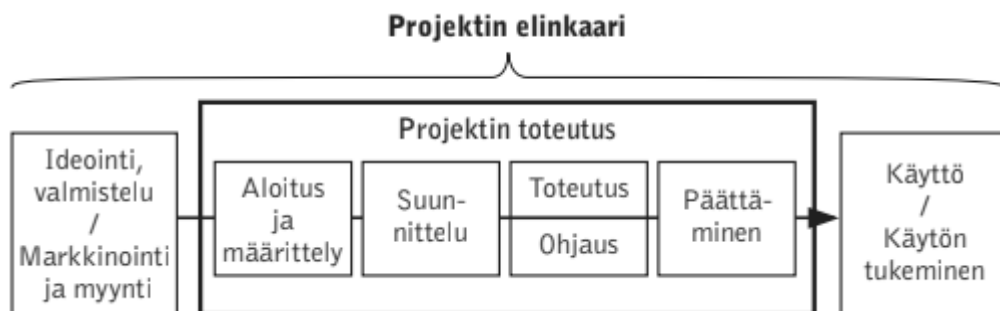
Opinnäytetyö koostuu kahdesta osiosta. Julkisessa osuudessa esitellään kohde ja käsitellään sähkösuunnitteluprosessia yleisellä tasolla. Tavoitteena on kartoittaa hoivakodin suunnittelun kannalta kriittistä ja järkevää näkökulmaa. Toinen osuus ei ole julkinen. Siinä esitetään kyseisen hoivakodin sähkösuunnittelun konkreettiset ratkaisut ja lopputulokset.

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Sähköfuture Oy:n kanssa. Sähköfuture Oy on oululainen sähköalan yritys. Sähköfuturen palveluihin kuuluu sähkösuunnittelu, -urakointi ja -asennus. Yrityksen erityisosaamisaluetta ovat liiketilat, maatalous ja hoiva-ala. Yritys tuottaa palveluitaan niin yksityisasiakkaille kuin yrityksille.

2 SÄHKÖSUUNNITTELUN TAUSTATIEDOT

Sähkösuunnittelu on lähtökohtaisesti projektiluontoista työskentelyä. Projekti eroaa muusta tekemisestä olemalla ainutkertainen toimeksianto tiettyjen vaatimusten suhteen (1, s. 25). Yleisesti ottaen projektin elinkaari muodostuu projektia edeltävistä, sen aikaisista ja sitä seuraavista työvaiheista. Projektia edeltävillä työvaiheilla tarkoitetaan ideointia, kartoittamista ja valmistelua. Projektin aikaisilla vaiheilla tarkoitetaan projektin toteuttamista ja seuraavilla työvaiheilla lopputulosten käyttöä ja käytön tukemista. (1, s.47.)

Tässä opinnäytetyössä käsiteltävät sähkösuunnitelmat ja urakkalaskentapiirustukset kuuluvat projektin toteutusvaiheeseen. Toteutusvaihe pitää sisällään aloituksen, suunnittelun, toteutuksen, ohjauksen ja lopetuksen kuvan 1 mukaan. (1, s. 49.)



KUVA 1. Projektin elinkaari ja toteutus (1, s. 49).

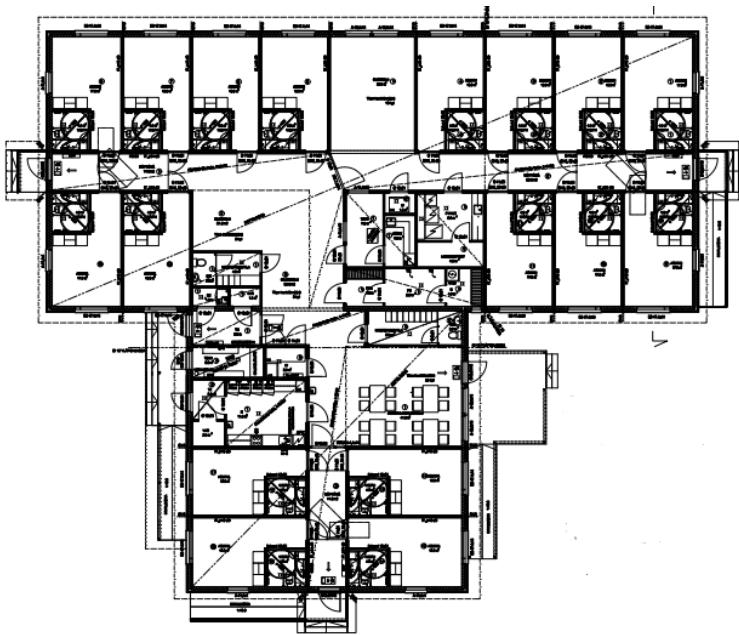
Projektin aloitus- ja määrittelyvaiheessa asetetaan sähkösuunnittelulle päämäärät ja tavoitteet. Toisin sanoen kartoitetaan suunnittelukohteen lähtötiedot, kuten tilaluokitukset ja viranomaisvaatimukset. Suunnitteluvaiheessa tarkennetaan aikataulu, resurssit ja kustannukset eli käytännössä sovitaan suunnittelutyölle aikataulu, jotta työ olisi yritykselle kannattavaa. Toteutus- ja ohjausvaihe kulkevat toistensa kanssa rinnakkain. Ohjausvaihe on takaisinkytkentä toteutusvaiheeseen. Toteutusvaiheessa tehdään itse piirustukset ja ohjauksella tarkoitetaan tässä tapauksessa tarkistuksia. Esimerkiksi tehdään kohteen pistekuvat, jotka käyvät toimeksiantajalla tarkistettavana. Tarkistusten jälkeen palataan toteutukseen ja korjataan sähköpisteet toimeksiantajan vaatimusten mukaan. Projektin päättäminen tarkoittaa asiakirjojen hyväksyttämistä vastaanottajalla ja niiden luovuttamista. Tähän vaiheeseen voi sisältyä päätös- ja palautekokous. (1, s. 48-50.)

2.1 Kiinteistön käyttötarkoitus

Suunnittelun kohteena olevan kiinteistön käyttötarkoitus on toimia hoivakotina. Hoivakoti on tarkoitettu vanhuksille, jotka tarvitsevat hoitoa ja valvontaa ympäri vuorokauden. Hoivakoti tarjoaa seniori-ikäisille tarvittavan huolenpidon perushoidosta erityistarpeisiin.

2.2 Lähtötiedot

Suunniteltu hoivakoti rakennetaan Ouluun Metsokankaan alueelle. Kyseinen kiinteistö on yksikerroksinen ja pinta-alaltaan 716 m². Hoivakoti sisältää 17 asukashuonetta, toimisto- ja sosiaalitilat, pesuhuoneen, saunan, keittiön sekä ruokalan. Piha-alueella on yhdeksän lämmitettyä autopaikkaa, huvimaja, irtainvarasto ja puutarha. Päärakennuksen lämmitys hoidetaan kaukolämmöllä ja mukavuuslämpötilaa ohjataan lattialämmityksellä. Kohde on paloluokaltaan P2, joka tarkoittaa sitä, että luokitus ei vaikuta kojeiden ja kaapeleiden valinnassa. Kuvassa 2 on kohteen pohjapiirustus.



KUVA 2. Hoivakodin pohjapiirustus

2.3 Sähkösuunnittelun tavoitteet

Suunnittelun tavoitteena oli saada aikaiseksi urakkalaskentapiirustukset, jotka tässä tapauksessa sisälsivät aluekaapeloinnin, sähköpisteet ja johdotukset, pää- ja piirikaavion,

maadoituskaavion, antennikaavion, yleiskaapeloinnin sekä valaisinluettelon. Asennuspiirustuksien on tuotettava riittävän selkeä kuva urakasta, jotta urakkalaskenta on todenmukainen ja tuo sitä kautta voittoa yritykselle.

Suunnittelussa ei otettu huomioon ovilukitus-, paloilmoin- eikä hätäpoistumisjärjestelmiä. Suunnitelma ei myöskään sisällä turva- ja valvontajärjestelmiä.

2.4 CADS-ohjelmisto

Työssä käytettiin Kymdatan CADS Planner 17 Electric -ohjelmistoa. CADS Electric on tarkoitettu sähkö- ja automaatioalan suunnitteluun ja dokumentointiin. Rakennusten sähkösuunnittelussa ohjelmistossa työskennellään tasopiirustukset-sovelluksella. Lisäksi ohjelmisto sisältää erilliset sovellukset keskuslayoutille ja kaavioille, kuten pää- ja piirikaaviolle. (2, s. 19.)

3 ALUEKAAPELOINTI JA HUIPPUTEHON MÄÄRITYS

Aluekaapelointi suunnitellaan asemakaavassa ja tavoitteena on maatöiden aikainen sähköistys. Toisin sanoen tässä vaiheessa tehdään selvitys sähkö- ja teleliittymispisteistä, liittymiskaapeleista ja jakokeskuksien sekä ristikytkentäkaapin sijainnista. Lisäksi aluekaapeloinnin suunnittelussa otetaan huomioon piha-alueelle tulevat sähkökalusteet, kuten aluevalaistus, autolämmityspaikat ja piharakennuksille tarvittavat syötöt. (3.)

Suunnittelu aloitetaan huipputehon määrittämällä, josta saadaan tietoon liittymän koko ja mitoitusvirta. Näitä tietoja tarvitaan liittymiskaapelin mitoitukseen. Aluekaapeloinnissa mitoitetaan ja määritetään sähkönsyötöt piha-alueelle, josta asiakas on toimittanut asemakaavan tai erillisen pihasuunnitelman. Aluekaapelointiin kuuluu kaikki maatöiden aikainen sähkötyö. (3.)

3.1 Huipputehon ja pääsulakekoon määrittäminen

Huipputehon määrittäminen käytetään, jotta saataisiin laskettua liittymän koko. Huipputeho koostuu kiinteistön ottotehosta, kun se on laskennallisesti korkeimmillaan. Käytännössä kiinteistön liittymä mitoitetaan laajennusvara mukaan lukien yli keskiarvotehon. Huipputehosta määritetään mitoitusvirta, josta saadaan mitoitusvirta ja liittymän koko. Huipputehoista käytetään joko maksimihuipputehoa tai keskiarvohuipputehoa. Maksimihuipputeho on teho, joka ylitetään vain yhdessä tapauksessa sadasta ja keskiarvohuipputeho tarkoittaa tehoa, jonka ylityksen todennäköisyys on 50%. (4, s. 4-6.)

Mitoitusvirran laskentaan on olemassa useita laskentakaavoja, joista pääosa on kokemusperäisiä. Kokemusperäiset kaavat perustuvat vakioikertoihin, kerrosalaan ja vuosittaiseen tehonkulutukseen. Palvelualan kulutuksen mitoitusvirromallissa käytetään keskiarvohuipputehoa. Keskiarvohuipputeho (P_{ke}) koostuu kaavan 1 mukaan vakioikertosta (a), tehosta kerrosalaa kohti (b) ja kerrosalasta (A). (4, s. 18.)

$$P_{ke} = a + bA$$

KAAVA 1

Vakioikertoimet perustuvat tehotariffilaskutukseen. Tehotiedot ovat peräisin julkiselta sektorilta. Palvelualan tehokertoimet näkyvät taulukossa 1. (4, s.18.)

TAULUKKO 1. Tehokertoimet palvelualan kulutuksen mitoitustehomalliin (4, s. 19).

	a/kW	b/kW/1000m ²	selitys- aste %	käyttö- aika/h	pienin kohde ₂ 1000m ²	otos kpl
12 Automyymälä, huonekaluhalli	19	35	55	2100	1,5	15
13 Pesula	13	71	98	2100	0,5	8
14 Hotelli, motelli	10	44	93	3400	0,5	19
15 Toimistotalo, vierastalo, pankki, kirjasto	0	61	66	3700	4,0	25
Palvelu yleensä	22	47	89	3500		122
JULKINEN KULUTUS						
16 Koulu, ruoan valmistus	0	30	79	1800	2,5	14
17 Lasten päiväkot	11	26	50	2800	0,3	5
18 Vanhainkoti	41	23	90	2500	1,5	9

Mitoitusteho voidaan laskea myös tarkasti rakennukselle, jos rakennuksen sähkökalustoa on kartoitettu riittävästi. Laskenta perustuu valaisin-, koje- ja laiteluetteloihin. Tällöin tehot lasketaan yhteen ja summa kerrotaan lisäkertoimella 1,3 kaavan 2 mukaan. Lisäkertoimella varaudutaan laajennuksiin ja rakennuksen tehontarpeen nousuun. (3, s. 6.)

$$P_{mitoitus} = 1,3 \times (P_{LVIA} \times P_{valaistus} \times P_{laitteet} \times P_{SLK} \times P_{muut}) \quad \text{KAAVA 2}$$

Mitoitustehosta lasketaan mitoitusvirta, josta voidaan määrittää liittymän pääsulakkeen koko. Mitoitusvirta (I_{max}) lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$I_{max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} \times U_p \times \cos \varphi} \quad \text{KAAVA 3}$$

Mitoitusvirran perusteella valitaan liittymän pääsulakkeen koko. (3, s. 6.)

3.2 Liittymisjohdon mitoitus

Liittymisjohdolla tarkoitetaan kaapelia, joka tuodaan liittymispisteestä sähköpääkeskukseen. Liittymiskaapeli mitoitetaan liittymän pääsulakkeiden mukaan. Pääsulakkeiden nimellisvirta määrittää liittymiskaapelin minimipoikkipinnan. Liittymän nimellisvirran ollessa riittävän suuri käytetään useampaa liittymiskaapelia rinnakkain. (3, s. 8.)

Liittymiskaapelin mitoitettu poikkipinta on vain alaraja. Paikallisilla sähköverkkoyhtiöillä ovat omat kaapelisuositukset, joiden mukaan liittymiskaapeli määräytyy. Liittymiskaapeliksi valitaan kaapelisuosituksesta vastaava tai kokoa suurempi liittymiskaapeli. (3, s. 9.) Taulukossa 2 on esimerkkitaulukko Caruna Oy:n liittymiskaapelien johtotyyppi- ja poikkipintasuosituksista (5, s. 7).

TAULUKKO 2. Caruna Oy:n liittymiskaapelin johtotyyppi- ja poikkipintasuosituksiset (5, s.7).

Päävaroke (A)	Johtotyyppi ja poikkipinta
3x25 - 3x35	AXMK 4x25mm ²
3x35 - 3x63	AXMK 4x50mm ²
3x63 - 3x125	AXMK 4x95mm ²
3x125 - 3x200	AXMK 4x150mm ²
3x200 - 3x250	AXMK 4x240mm ²

4 SÄHKÖPISTEET JA JOHDOTUKSET

Sähköpisteet ja johdotukset suunnitellaan tasopiirustuksena ja tavoitteena on selkeä kuva rakennuksen sähköistyksestä. Suunnittelu tapahtuu rakennuksen pohjapiirustukseen. Tasopiirustuksesta kuuluu selvittää valaisimien, telepistorasioiden, pistorasioiden ja muiden sähkökalusteiden sijoituspaikat. Lisäksi tasopiirustukseen määritetään johdot ja johdotusreitit.

Liittymän sähköverkolle on annettu jännitteenalenemasuosituksia standardissa SFS 6000. Syöttöpääkeskuksesta mitoitettuna rakennuksen sähkölaitteille suurin sallittu jännitteenalenema saisi olla 5 %. Valaisinkuormalle vastaava suositus on 3 %. Nämä ovat suosituksia ja usein niissä joustetaan. (6, s. 242.)

4.1 Valaistus

Suomen standardisoimisliitto on antanut hyvään sisävalaistukseen vaatimuksia standardissa SFS-EN 12464-1 (7, s. 6). Hoivakodin suunnittelussa täytyy ottaa huomioon, että tilat ovat osa asukkaiden kotia. Tämän takia valaistuksesta tulisi suunnitella kodinomaisen ja viihtyisän. Loppukädessä valaistuksen laadusta päättää rakennuttaja, kunhan minimaatimukset toteutuvat (7, s. 14).

Ulkovalaistuksen tavoitteena on helpottaa ulkoalueella liikkumista sekä lisätä viihtyvyyttä piha-alueelle. Kulkuväylät on valaistava erityisen hyvin, kuten autopaikan, sisääntulo-oven ja piharakennusten väliset reitit. Pihasuunnittelija päättää julkisivun estetiikasta. (7, s. 15.)

Valaistus tulee suunnitella tarpeen mukaisesti. Tärkeä osa suunnittelua ovat ohjausjärjestelmät. Yleisempiä valaistuksenohjauksia ovat manuaalinen, automaattinen, aika- ja läsnäolo-ohjaus. Manuaalisessa ohjauksessa käyttäjä päättää, milloin valaistus on päällä ja myös mahdollisesta himmennyksestä. Muut ohjausjärjestelmät perustuvat ohjausparametreihin ja niiden ohjelmointiin. Niillä pyritään energiatehokkuuteen. (8, s. 18.)

4.2 Kytkimet ja pistorasiat

Rasiakytkimet, pistorasiat, jakorasiat ja seinävalopisteiden sijoitukset määritetään kohdekohtaisessa sähköselityksessä tai -piirustuksessa. Sijoittelut kuitenkin pohjautuvat yleisiin ohjeisiin. Yleisten ohjeiden asennuskorkeudet ovat taulukossa 3. (9, s. 1.)

TAULUKKO 3. Yleiset Asennuskorkeudet (9, s. 2).

Asennuskorkeudet yleensä	Lattiasta mm
Ohjauspisteet	
Kytkimet yms.	1000
Termostaatit, mekinantokojeet yms.	1400
Palohälytyspainike	1700
Ilmanvaihdon hätäpysäytyspainike	1700 tai palohälytyspainikkeen yläpuolella 1900
Pistorasiat, telepisteet	
Asuinhuoneet	200
Pesu- ja kylpyhuone (tapa 1)	800 tai 1000
Pesu- ja kylpyhuone (tapa 2)	1700
Pesu- ja kylpyhuone, kodinkoneasennusten niin vaatiessa, esim. "pesutomi"	1900
Sivous	1000 tai 1800
Porrashuone, kellarikäytävä	1800
Parveke, (tapa 1)	300
Parveke (tapa 2)	1700
Keittiön työpöytä	1000 tai 1200
Astianpesukone (viereisessä kaapissa)	300
Kylmäkaappiyhdistelmä	2200
Liesituuletin	1800
Lieden pistorasia, liitännärasia tai keittiön pistorasiaryhmän jakorasia lieden takana	300
Mikroaaltouuni	Kalustopiirustuksen mukaan, usein työtason yläpuolella olevassa kaapissa, h = 1600
Seinä-tv	1900-2100 tai kalustopiirustuksen mukaan
Soittokello	2200
Seinävalopisteet	
Kylpyhuoneen ja WC:n peilivalaisin, kiinteä liitäntä (Peilin päällä)	1900
(Peilin sivulla)	1700
Peilikaapin liitäntä	Kalustopiirustuksen mukaan
Kaapistot matalalla (työtaso 850 mm)	
Keittiön työtasovalaisin	1300
Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin	1300
Kaapistot korkealla (työtaso 900 mm)	
Keittiön työtasovalaisin	1380
Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin	1400
Jakorasiat	2200 tai katossa

4.3 Sähkökalusteet

Hoivakotien sähkökalustolle ei ole olemassa perusvarustetasovaatimuksia. Varustetaso perustuu rakennuttajan vaatimukseen ja toiveisiin. ST-kortit 25.20, 25.21 ja 25.22 antavat kuitenkin yleisen kuvan asunnon perusvarustetasosta. (10, s.1.)

Kodinkoneet, kiuas ja muut mahdolliset sähkökalusteet kartoitetaan yhdessä rakennuttajan kanssa. Kalusteluettelon ja kalustekuvien perusteella laitteille suunnitellaan tarvittavat sähkönsyötöt ja suojaukset. (11, s. 5.)

LVI-suunnittelija luo LVI-järjestelmästä suunnitelman ja kalusteluettelon. Näiden kahden perusteella LVI-järjestelmälle suunnitellaan sähkönsyötöt ja suojaukset. Peruseriaate on sama kuin kodinkoneissa. (11, s. 5.)

4.4 Johdotus ja johtotiet

Johdotuksen suunnittelussa johdon oikea mitoittaminen on tärkeää. Kaapelien ja johtimien tulee olla rakenteeltaan standardin mukaiset, nimellisjännitteeltään järjestelmään sopivat, johtimien väriytyksen on noudatettava SFS 6000 kohdan 514 vaatimuksia, johtimien poikkipintojen tulee olla riittävän suuria ja kaapelin on kestettävä asennuspaikan ulkoisten tekijöiden vaikutukset. (6, s. 194.)

Edellä mainituista vaatimuksista sähkösuunnittelussa keskeisin on johtimen poikkipinnan määrittäminen. Johtimen poikkipinta-alan mitoituksessa otetaan huomioon kuormitettavuus, oikosulkukestoisuus, jännitteenalenema ja johtimiin kohdistuvat mekaaniset rasitukset. Viikasuojauksen kannalta johtimilla tulee olla virtapiirin suurin impedanssi. Mitoituksesta huolimatta standardissa SFS 6000 on määritetty johtimille pienimmät sallitut poikkipinnat (taulukko 4). (6, s. 195.)

Johtoteiden valinnassa on otettava huomioon asennuspaikan ominaisuudet, asennus-
alustana toimivien rakenteiden ominaisuudet sekä ihmisten ja kotieläimien mahdollisuus koskettaa kaapeleita. Kaapeleita voidaan asentaa rakennuksen onteloihin, kaapelihyllylle, kaapelikanavaan, upotettuna rakenteisiin tai pinta-asennettuna. (12, s. 124-125.)

TAULUKKO 4. Johtimien vähimmäispoikkipintavaatimukset (13, s. 4).

Johtojärjestelmä		Käyttötarkoitus	Johdin	
			Materiaali	Poikkipinta mm ²
Kiinteät asennukset	Kaapelit ja eristetyt johtimet	Tehonsyöttö- ja valaistuspiirit	Cu Al	1,5 10 ¹
		Merkinanto- ja ohjauspiirit	Cu	0,5 ²
	Paljaat johtimet	Tehonsyöttöpiirit	Cu Al	10 16
		Merkinanto- ja ohjauspiirit	Cu	4
Eristetyillä johtimilla ja kaapeleilla tehdyt taipuisat liitännät		Tiettyä kojetta varten	Cu	Asianomaisen laitestandardin mukaan
		Muuhun käyttöön	Cu	0,75 ³
		Pienoisjännitteillä erikoiskäytössä	Cu	0,75

1 Kaapelistandardin IEC 60228 mukaan Al-johtimissa käytettävät liittimet on testattava ja hyväksyttävä erityisesti tähän käyttöön.
 2 Elektroniikkalaitteiden merkinanto- ja ohjauspiireissä hyväksytään 0,1 mm² poikkipinta.
 3 Vähintään 7-johtimisten taipuisien kaapeleiden osalta huom. 2 on voimassa.

4.5 Suojaus

Standardin SFS 6000 osa 1 vaatii, että kiinteistön sähkösuunnitteluvaiheessa on laskelmin tai muulla tavoin varmistettu sähköasennusten suojausta koskevat perusvaatimukset. Tällä tarkoitetaan pääasiallisesti ylivirta- ja vikasuojauksen toteutumista. (13, s. 1.)

Ylivirtasuojauksella tarkoitetaan suojausta, jolla suojataan laitteita ja johtoja. Ylivirtasuojaus koostuu ylikuormitussuojauksesta ja oikosulkusuojauksesta. Ylikuormitussuoja valitaan niin, että suojalaitteen nimellisvirta suojaa johtoa ylikuormitukselta. Oikosulkusuojaus toteutuu, kun suojalaitteen katkaisukyky on vähintään suurimman prospektiivisen oikosulkuvirran suuruinen. Usein ylikuormitus- ja oikosulkusuojaus toteutetaan samalla suojalaitteella. (6, s. 135.)

Vikasuojauksella tarkoitetaan suojausta, jolla estetään ihmisiä tai kotieläimiä koskettamasta vaarallisia jännitteitä eristysvian aikana. Eristysvian aiheuttama vikavirta ja siitä syntyvä kosketusjännite on poistettava niin nopeasti, ettei se aiheuta vaaraa ihmisille. Lisäksi kosketusjännitteen suuruutta on pyrittävä rajoittamaan. Tämä toteutetaan potentiaalintasauksella. (6, s. 84-86.)

Ylikuormitussuojaus ja vikasuojaus toteutetaan yleisimmin automaattisen poiskytkennän tai sulakkeen avulla. Yleensä ylikuormitus- ja vikasuojaus toteutetaan samalla suojalaitteella. Lisäksi vikasuojauksessa käytetään tarvittaessa vikavirtasuojakytkintä. Asuinkiinteistössä poiskytkentäaika on nousujohtotasolla 5 s ja ryhmäjohtotasolla 0,4 s. (6, s. 135.)

5 PÄÄ- JA PIIRIKAAVIO

Asuinrakennusten keskuksset ovat tehdasvalmisteisia ja sertifioituja. Standardin SFS-EN 61439 osat 1 ja 2 kattavat pienjännitekeskuksen yleisvaatimukset ja keskuksen toteutuksen maallikoille (14, s. 1). Suunnittelijan tulee tuottaa riittävästi tietoa keskusvalmistajalle laitevalintaa ja hinnanmäärittelyä varten (14, s. 4).

Keskuksen suunnittelu koostuu perustietolomakkeesta, pääkaaviosta ja piirikaaviosta (14, s. 4). Perustietolomake käsittää sähkötekniilliset-, rakenne-, kaluste- ja kaapelointitiedot sekä tunnusmerkinnät. Lomake voi olla vapaamuotoinen, mutta yleisesti sähkösuunnitteluohjelmiston pääkaavion suunnittelutaso sisältää valmiin pohjalomakkeen (14, s. 8).

Pääkaavion tulee antaa selkeä kuva pääpiirien laitteista, johdotuksesta ja ohjauspiireistä. Pääkaavioon merkitään keskuksen lähtöjen johdotukset, suojalaitteet ja suojalaitteiden toiminta-arvot. Lähdöt numeroidaan tietyille ryhmälle ja annetaan tarkka osoite. Piirikaaviosta tulee selvittää keskuksen sisäiset ohjauskytkennät. Keskusta suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon laajennusvaraukset. (14, s. 8.)

6 SISÄVERKOT

Sisäverkoilla tarkoitetaan kiinteistön viestintäverkkoja eli yleiskaapelointijärjestelmiä, antenniverkkoa ja antenniverkkojärjestelmiä. Kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista määrää viestintäviraston määräys 65 C/2018 M. Määräys velvoittaa sisäverkon omistajaa, haltijaa, suunnittelijaa ja urakoitsijaa. Määräys antaa kriteerit sisäverkkojen rakenteesta, teknisestä laadusta, turvallisuudesta, tarkastuksista ja dokumentoinnista. (15, s. 1–2.)

6.1 Antenniverkko

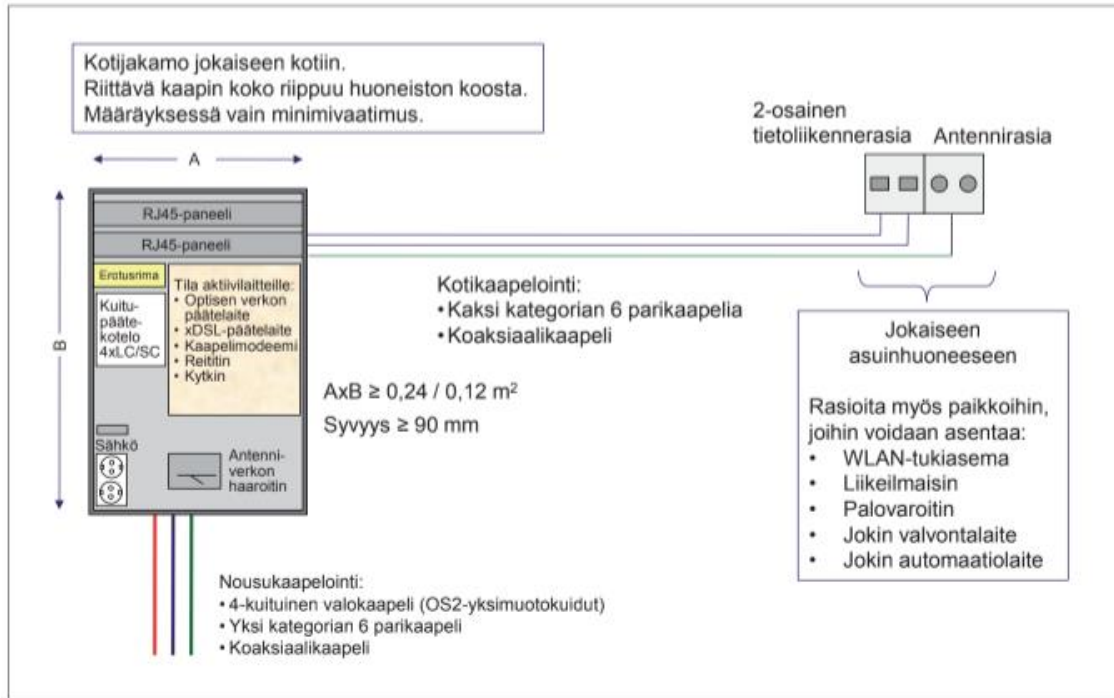
Antenniverkko käsittää kiinteistön sisäverkon, joka on toteutettu rakennuksen sisällä koaksiaalikaapeloinnilla tai optisella kaapeloinnilla. Antenniverkkoa käytetään viestinnän välittämiseen joukkoviestintäverkosta käyttäjien päätelaitteille. Antenniverkkojärjestelmä koostuu antenneista, vahvistimista, haaroittimista, jaottimista, päälaitteista ja kotikaapeloinnista. (15, s. 3.)

Suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että signaalitasot ja järjestelmäarvot ovat standardin SFS-EN 60728-1 mukaisia. Jakelun vähimmäistaajuusalue antennirasioihin ja muihin liitántärasioihin on 5–1000 MHz. Antenniverkossa tapahtuu vaimennusta kaapeloinnin ja komponenttien kautta. Uudessa antenniverkossa vaimennus 1000 MHz:llä saa olla enintään 45 dB ja signaalin tasoero eli kaltevuus taajuusalueella 47–1000 MHz saa olla enintään 15 dB. (15, s. 8.)

6.2 Yleiskaapelointi

Yleiskaapeloinnilla tarkoitetaan optisella kaapeloinnilla ja parikaapeloinnilla toteutettua sisäverkkoa. Tavoitteena on rakentaa sisäverkko eri tietoliikennejärjestelmille. Yleiskaapelointi kattaa päätelaitteiden liittämisen yleiseen kiinteään viestintäverkkoon. Yleiskaapelointijärjestelmä koostuu jakamoista, päätelaitteista ja kotikaapeloinnista. Lisäksi yleiskaapelointiin kuuluu telekaapelilla toteutettu aluekaapelointi. (15, s. 2.)

Sisäverkon kategorian 6 komponenteilla toteutetun yleiskaapelointijärjestelmän suorituskyvyn on oltava standardin SFS-EN 50173-1 mukainen. Standardi on asettanut vähimmäisluokaksi luokan E. Luokan E vaatimus sisältää maksimissaan 90 m pituisen kaapeloinnin. (15, s. 7.)

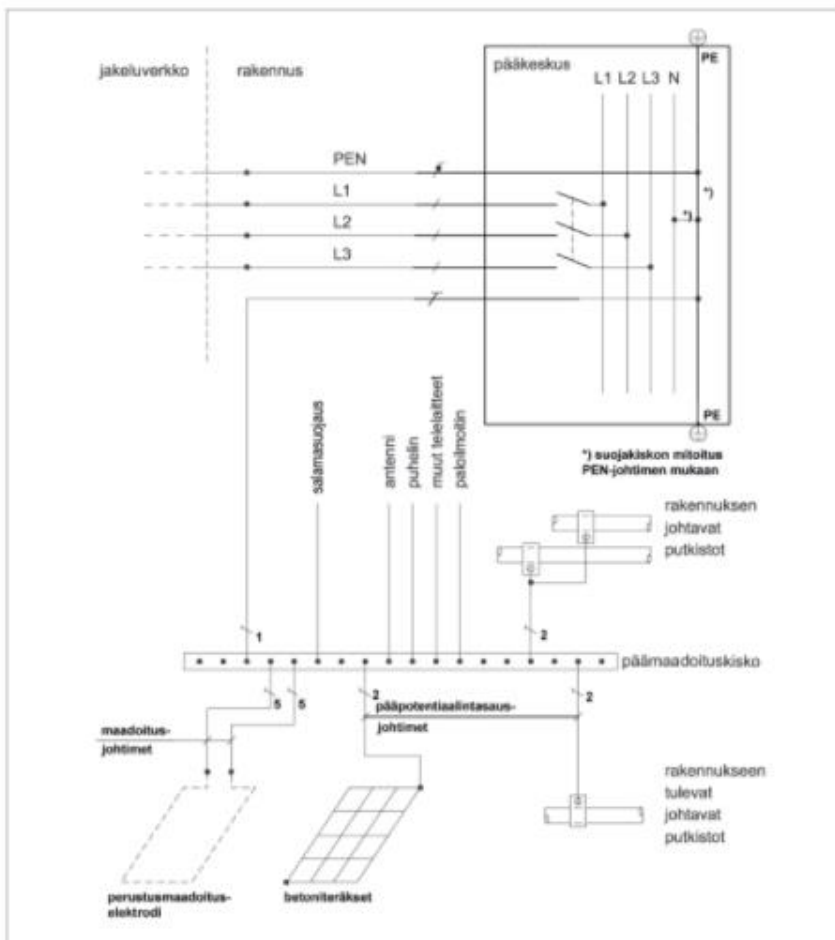


KUVA 3. Kotikaapeloinnin periaate (16 s. 13).

7 MAADOITUS

Maadoitus ja potentiaalintasaus on pakollista sähköturvallisuuden kannalta. Rakennuksissa maadoituksen pääasiallinen tehtävä on rajoittaa vikatilanteissa esiintyviä vaarallisia jännitteitä. Maadoitus luo toimintaedellytykset vikasuojaukselle. Rakennusten maadoitusjärjestelmä toteutetaan suojajohdinjärjestelmällä ja pääpotentiaalintasauksella. (6, s. 285.)

Pääpotentiaalintasaukseen liitetään metalliset putket, joista tulee rakennukseen syöttö, metalliset rakenneosat keskuslämmitys- ja ilmanvaihtolaitteistoista sekä rakennuksen teräsbetoniraudoitus. Suojajohdinjärjestelmästä liitetään maadoituselektrodi sekä liittymän syötön PE-johdin tai PEN-johdin pääpotentiaalintasaukseen. Lisäksi pääpotentiaalintasaukseen liitetään muut tarvittavat sähköä johtavat osat. (6, s. 305.)



KUVA 4. Rakennuksen pääasiallinen maadoitusjärjestelmä (17, s. 9).

Rakennuksen pienjännitesyöttö tulee jakeluverkosta yleensä nelijohtimisena eli TN-C -järjestelmänä, tällöin rakennukselle tulee kolme vaihejohdinta ja PEN-johdin. PEN-johdin viedään PE-kiskoon, josta se yhdistetään nollapiiriin. PE-kiskolta suojajohdin viedään päämaadoituskiskolle (kuva 3). Jos liittymän syöttö on viisijohtiminen eli käytössä on TN-S -järjestelmä, niin suoja- ja nollajohdin yhdistetään suoraan omille piireillensä. (6, s. 315.)

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella urakkalaskentapiirustukset Oulun Metsokankaalle rakennettavaan hoivakotiin. Aluekaapelointi-, sähköpiste- ja johdotuskuvat, keskuskaaviot, tele- ja maadoituskaaviot sekä valaisinluettelo valmistuivat onnistuneesti ajallaan. Opinnäytetyön sisältö pohjautui pitkälti ST-kortistoon. Itse sähkösuunnitelmat laadittiin dwg- ja pdf-tiedostoihin.

Sähkösuunnitelmat onnistuivat kiitettävästi. Pistekuvia jouduttiin korjaamaan pariin otteeseen rakennuttajan vaatimusten sekä muuttuneen sisällön perusteella. Kohteen sähkösuunnitelmat on hyväksytty ja projektia on pystytty jatkamaan. Projekti jatkui opinnäytetyön jälkeen massa- ja urakkalaskelmilla, joista laadittiin urakkalaskentatarjous.

Opinnäytetyön aihe oli riittävän haastava ja mielenkiintoinen. Työssä oli paljon uutta opeteltavaa, vaikkakin koulu antoi hyvän pohjan tehtävään. CADS Electric oli minulle täysin uusi ohjelmisto ja sen käyttö oli opeteltava alusta saakka. Suunnitteluohjelmistoon löytyi paljon käyttöoppaita ja opetusvideoita internetistä. CADS Electricin käyttö helpottui opinnäytetyön edetessä sekä opin paljon sen hyödyntämisestä työn aikana, kuten määrä-, oikosulku- ja jännitteenalennelaskelmatoiminnoista. Opinnäytetyö oli itsessään erittäin hyödyllinen minulle ja toimi hyvänä perehdytyksenä sähkösuunnitteluun. Mielestäni suoritukseni tehtävästä hyvin ja olen tyytyväinen lopputuloksiin.

LÄHTEET

1. Artto, Karlos – Kujala, Jaakko – Martinsuo, Miia 2006. Projektiliiketoiminta. Helsinki: WSOY.
2. CADS Electric. Saatavissa: <http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-electric>. Hakupäivä: 15.4.2018.
3. ST 13.31. Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen 2001. Espoo: Sähkötieto ry.
4. SA 1:87. Pienjänniteverkon mitoitustehot ja -energiat 1987. Helsinki: Sähköenergia-liitto ry.
5. Caruna Oy. Carunan yleisohjeet sähköurakoitsijoille ja -suunnittelijoille 2018. Saatavissa: <https://www.caruna.fi/urakoitsijat/urakoitsijaohjeet>. Hakupäivä: 15.4.2018.
6. D1-2017. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.
7. Innojok Oy. Valaistussuunnitteluopas 2014. Saatavissa: <http://www.innolux.fi/fi/valaistussuunnittelu>. Hakupäivä: 15.4.2018.
8. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten energiatehokkuus Määräykset ja ohjeet 2012. Saatavissa: https://www.finlex.fi/data/normit/37188/D3-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä: 15.4.2018.
9. ST 51.22. Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus 2013. Espoo: Sähkötieto ry.
10. ST 25.10. Sähköinen varustetaso 2016. Espoo: Sähkötieto ry.
11. ST 25.20. Sähköinen varustetaso omakotitalossa 2016. Espoo: Sähkötieto ry.
12. ST-Käsikirja 39. Kaapelit ja paloturvallisuus 2016. Espoo: Sähkötieto ry.
13. ST 53.24. Ohjeita kiinteistöjen enintään 1000 V johtojen mitoituksesta ja suojauksesta 2017. Espoo: Sähkötieto ry.

14. ST 53.34. Jakokeskuksen suunnittelussa ja valmistuksessa huomioon otettavia asioita 2014. Espoo: Sähkötieto ry.
15. Viestintävirasto 65 C/2018 M. Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista 2018. Saatavissa: https://www.viestintavirasto.fi/attachments/maatarkastukset/M_65_C_2018.pdf. Hakupäivä: 15.4.2018.
16. ST 605.01. Asuinkiinteistön sisäverkot 2015. Espoo: Sähkötieto ry.
17. ST 53.21. Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset 2018. Espoo: Sähkötieto ry.

LIITTEET

Liite 1 Piirustusluettelo

Liite 2 Asemapiirustus

Liite 3 Sähköpisteet ja johdotukset: Palvelutalo

Liite 4 Sähköpisteet ja johdotukset: piharakennus

Liite 5 Maadoituskaavio

Liite 6 Keskuskaavio SPK

Liite 7 SPK:n piirikaavio

Liite 8 Yleiskaapelointi kaavio

Liite 9 Antennijärjestelmä kaavio

Liite 10 Valaisinluettelo