

Joonatan Ronkainen

MODUULIRAKENTEISEN HOIVAKODIN SÄHKÖSUUNNITTELU

MODUULIRAKENTEISEN HOIVAKODIN SÄHKÖSUUNNITTELU

Joonatan Ronkainen
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Sähkötekniikka

Tekijä: Joonatan Ronkainen

Opinnäytetyön nimi: Moduulirakenteisen hoivakodin sähkösuunnittelu

Työn ohjaaja: Ensio Sieppi

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2023

Sivumäärä: 29 + 18 liitettä

Tässä opinnäytetyössä käsitellään yleisellä tasolla sähkösuunnittelua ja sen vaatimuksia. Tämän lisäksi työssä perehdytään tarkemmin hoivakodin sähkösuunnitteluprosessiin ja käsitellään tyypilliset hoivakodin sähköjärjestelmät. Työssä esitellään rakentamisen tilamoduulitekniikka, sekä sen huomioiminen sähkösuunnittelussa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella urakkalaskentapiirustukset hoivakotikohteeseen. Kohteeseen tehtiin seuraavat suunnitelmat: aluekaapelointi, sähköpisteet ja -johdotukset, johtotiet, yleiskaapelointi, antenni, potentiaalintasaus, pääkaavio, piirikaavio ja valaisinluettelo. Näiden lisäksi suunnitelmia on selkeytetty nousujohto-, antenni ja yleiskaapelointikaavioiden avulla. Suunnitelmissa on huomioitu käytännölläheisyys ja kustannustehokkuus sekä suunnitelmat on pyritty esittämään mahdollisimman selkeästi.

Sähkösuunnitteluun on käytetty Cadmatic Electric 22 –sähkösuunnitteluohjelmistoa sekä toimeksi-antajan käyttämiä laskentatyökaluja oikosulkuvirtojen ja sähköverkon mitoitukseen. Suunnittelu on toteutettu standardin SFS 6000 mukaisesti, ja apuna on käytetty ST-korteista löytyviä neuvoja ja ohjeita. Valmiit suunnitelmat ovat liitteenä ja ne ovat nähtävissä ainoastaan työn tilaajalle.

Asiasanat: sähkösuunnittelu, sähkötekniikka, hoivakoti, moduulirakentaminen

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Option of Electrical Engineering

Author: Joonatan Ronkainen

Title of thesis: Electrical planning of a modular built nursing home

Supervisor: Ensio Sieppi

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2023

Number of pages: 29 + 18 appendices

The purpose of this thesis is to produce electrical plans for nursing home and make report of it. The work deals with electrical planning in general and the electrical systems of nursing home. Electrical plans will be used in real project.

Electrical plans were engineered with Cadmatic electric 22 software. The customer of the work was Sähköfuture ltd. The plans of the thesis are attached, which are only for the use of customer. Attachment includes installation drawings, main diagrams of power cabling, general cabling, and antenna system cabling.

Keywords: planning, electrical wiring design, electrical engineering

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	SÄHKÖSUUNNITTELU.....	7
2.1	Sähköturvallisuus.....	7
2.2	Sähkösuunnittelun tavoitteet	8
3	KOHTEEN KUVAUS	9
3.1	Kiinteistön lähtötiedot	9
3.2	Rakentamisen tilamoduulitekniikka.....	9
4	HUIPPUTEHO JA LIITTYMISJOHDON MITOITUS	11
4.1	Huipputehon ja pääsulakekoon laskeminen.....	11
4.2	Liittymiskaapelin ja liittymän mitoitus	13
5	SÄHKÖPISTEET JA JOHDOTUKSET	15
5.1	Aluekaapelointi.....	15
5.2	Asennuspiirustus.....	16
5.2.1	Valaistus.....	16
5.2.2	Sähkökalusteet	17
5.3	Suojaus sähköiskulta.....	19
6	SÄHKÖKESKUKSET	21
6.1	Pääkaavio.....	21
6.2	Piirikaavio.....	21
7	TELEJÄRJESTELMÄT	22
7.1	Yleiskaapelointijärjestelmä.....	22
7.2	Antennijärjestelmä	23
8	MAADOITUS.....	25
9	POHDINTA	27
	LÄHTEET.....	28
	LIITTEET	29

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella urakkalaskentapiirustukset hoivakotiin sekä kehittää sähkösuunnittelua moduulirakenteisessa kohteessa. Tämän työn alussa käsitellään sähkösuunnittelua ja siihen liittyviä määräyksiä yleisellä tasolla. Tämän jälkeen käsitellään suunniteltavaa kohdetta ja perehdytään hoivakodin sähköjärjestelmiin ja niiden vaatimuksiin. Kohteeseen tehtiin seuraavat suunnitelmat: aluekaapelointi, sähköpisteet ja johdotukset, johtotiet, yleiskaapelointi, antenni, potentiaalintasaus, pääkaavio, piirikaavio ja valaisinluettelo.

Työn lopussa liitteenä olevat suunnitelmat ovat ainoastaan työn tilaajan käyttöön, ja niissä esitellään suunnittelun lopputulokset. Työssä ei käsitellä automaatio-, poistumistie-, kulunvalvonta-, eikä paloilmoinjärjestelmiä, sillä niiden suunnittelu ei kuulu kyseiseen toimeksiantoon.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Sähköfuture Oy. Sähköfuturen palveluihin kuuluu sähkösuunnittelu, -urakointi ja -asennukset. Yritys tarjoaa palveluitaan niin henkilöasiakkaille kuin yrityksille.

2 SÄHKÖSUUNNITTELU

Rakennushankkeen suunnittelijoiden tehtävänä on omalla osa-alueellaan toimia asiantuntijana, joka oikea-aikaisesti etsii ja esittää ratkaisuja, jotka täyttävät kohteelle asetetut vaatimukset. Suunnittelijan tehtävänä on luoda suunnitelma hyväksytyjen ratkaisuvaihtoehtojen pohjalta toimivasta kokonaisuudesta niin, että kohteen rakennettavuus ja käytettävyys on mahdollisimman sujuvaa ja tehokasta. Suunnittelijoiden tehtävä on myös seurata alansa kehitystä ja tuoda esille myös uusia, innovatiivisia vaihtoehtoja. Suunnittelija huolehtii omalta osaltaan, että suunnitellut ratkaisut eivät ole ristiriidassa muiden suunnitelmien kanssa. Suunnittelijan tulee ymmärtää suuria kokonaisuuksia ja löytää eri osapuolten edellytykset täyttävä ratkaisu. (1, s. 92.)

Suunnittelun onnistumista arvioidaan usein turvallisuuden, luotettavuuden, elinkaariominaisuuksien, käytettävyyden, huollettavuuden, esteettisyyden ja taloudellisen kannattavuuden avulla (1, s. 92).

2.1 Sähköturvallisuus

Sähköturvallisuuslain 6§ mukaan ”sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava niin sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksensa mukaan niin, että:

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa;
 - 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä
 - 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti”
- (2).

Sähköturvallisuuslain ja sen pohjalta laaditun ministeriön päätöksen perusteella sähkösuunnittelu ei ole sähkötyötä. Sähkösuunnittelijan pätevyydelle ei laissa tai asetuksissa aseteta pätevyysvaatimuksia, eikä sähkösuunnittelu ole ilmoituksenvaraista toimintaa kuten sähkötöiden tekeminen. Sähkötöiden tekemisestä poiketen sähkösuunnitteluun ei myöskään vaadita sähkötöiden johtajaa. (1, s. 93.)

Vaikka sähkösuunnittelijalle ei ole pätevyysvaatimuksia, tulee sähkösuunnittelijan kuitenkin tuntee sähköturvallisuuteen ja sähkötyöturvallisuuteen liittyvät seikat, jotta toteutus voidaan tehtyjen suunnitelmien pohjalta tehdä turvallisesti ja lopputulos on säännösten mukainen. Suunniteltujen laitteiden ja järjestelmien tulee täyttää sähkölaitteille asetetut vaatimukset eivätkä sähkösuunnitelmat saa olla määräysten vastaisia. (1, s. 93.)

Sähkölaitteiston suunnittelussa on huomioitava, että sen käyttö on turvallista normaalissa käyttötilanteessa, vikatilanteessa sekä huolto- ja korjaustöiden aikana. Laitteiston huolto ja kunnossapito on voitava suorittaa turvallisesti sekä mahdollisimman vähillä väliaikaisilla suojaustoimenpiteillä. Käytännössä tämä tarkoittaa sähkölaitteiston sopivaa ryhmittelyä, riittäviä asennustiloja, käyttö- ja huoltokytkimiä, sähkölaitteistojen väljää rakenteellista mitoitus ja laitteiden sijoittelua. (1, s. 93–95.)

2.2 Sähkösuunnittelun tavoitteet

Suunnittelun tavoitteena oli tehdä kattavat suunnitelmat kohteen urakkalaskentaa varten. Tässä tapauksessa suunnitelmat sisältävät liittymän mitoituksen, aluekaapelointi-, johtotie-, sähköpiste- ja kaapelointikuvat, antenni- ja yleiskaapelointikaaviot, keskuksista pää- ja piirikaaviot, maadoituskaavion sekä valaisinluettelon. Suunnitelmien on oltava toteutettavissa ja niiden on annettava riittävän selkeä ja kattava kuva urakkalaskentaa varten.

3 KOHTEEN KUVAUS

Suunnittelun kohteena oleva kiinteistö on hoivakoti. Hoivakodin perustarkoituksena on tarjota vanhuksille kodinomainen ympäristö, jossa on saatavilla ympärivuorokautista hoivaa ja huolenpitoa.

3.1 Kiinteistön lähtötiedot

Hoivakoti rakennetaan Kuopioon Pirtin asuinalueelle. Rakennuksen huoneistoala on 1995 m² ja se toteutetaan tilamoduulitekniikalla. Se on puurakenteinen ja yksikerroksinen. Hoivakoti sisältää 47 asuinhuonetta, väestönsuojan, valmistuskeittiön, ruokalan, saunan, pesuhuoneen, sosiaalityötiloja, toimistoja, varastoja sekä tekniset tilat. Piha-alueella on 30 autopaikkaa, joista 10:ssä on autonlämmitysmahdollisuus. Lisäksi piha-alueelle tulee yksi sähköautonlatausasema. Rakennuksessa on vesikiertoinen lattialämmitys ja lämmönkehitys toteutetaan ilmavesilämpöpumpuilla. Ilmavesilämpöpumppujen rinnalla toimii sähkökattila. Ilmanvaihto toteutetaan hajautetusti erillisillä ilmanvaihtokoneilla.

Tilaaajan laatimissa huonekortteissa on huonekohtaisesti mainittu kyseisen tilan käyttötarkoitus sekä mahdolliset erityisvaatimukset, joiden pohjalta suunnittelua lähdettiin toteuttamaan. Lisäksi suunnittelun aloitusvaiheessa oli käytettävissä kojeluetellot, joihin oli listattuna LVI-laitteet, keittiölaitteet ja pyykinkäsittelylaitteet.

3.2 Rakentamisen tilamoduulitekniikka

Tilamoduulitekniikalla tarkoitetaan rakennuksen esivalmisteisten osien eli moduulien rakentamista teollisesti. Moduuleihin valmistetaan tehdasolosuhteissa esimerkiksi seinät, sisäpinnat ja kiintokalusteet. Lisäksi kiinteistöjen ilmanvaihto-, putki-, viemärointi- ja sähkötyöt tehdään tehdasolosuhteissa esivalmisteisesti. Myös moduulin julkisivupinnat voidaan viimeistellä tehtaassa. Moduulirakentamisen perusajatuksena on, että moduulit tehdään mahdollisimman valmiiksi tehdasolosuhteissa, jonka jälkeen ne kuljetetaan tontille ja liitetään toisiinsa. Moduulien koko vaihtelee kohteen

mukaan, mutta tyypillisesti ne ovat kokoluokaltaan sellaisia, että sopivat rekka-autolla kuljetettavaksi. Tehtaassa esivalmistellut ilmanvaihto-, putki-, viemärointi- ja sähkötyöt liitetään paikan päällä vesijohto-, viemäri-, sähkö- ja tietoliikenneverkkoihin. (3.)

Moduulirakentaminen on nykyaikainen ja tehokas tapa rakentaa. Sen ansiosta vältetään rakentamisen aikaisilta vesisateiden, lumen ja kylmyyden aiheuttamilta ongelmilta, koska noin 85 % koko rakennushankkeesta tehdään sisätiloissa. Tehdasolosuhteissa rakentaminen on kustannusten puolesta järkevää esimerkiksi siksi, että rakentamisessa työvoiman osuus kustannuksista on poikkeuksellisen suuri muihin teollisuudenaloihin verrattuna. Tutkitusti tehtaassa rakentajien tuottavuus on suuri, laatu parempaa ja työvoiman kokonaistarve mahdollisesti pienempi kuin tontilla tapahtuvassa rakentamisessa. Moduulirakentamisen etuna on myös nopeus, sillä moduulirakentaminen voi johtaa jopa 30–50 % lyhyempään rakentamisaikaan paikalla rakentamiseen verrattuna. Moduulirakentaminen on tehokkaimmillaan, kun rakennus suunnitellaan alusta asti moduuleilla rakennettavaksi. (3.)

Suunnittelun kohteena oleva hoivakoti koostuu 32 moduulista, jotka kasataan tontilla yhdeksi kokonaisuudeksi. Ainoastaan väestönsuoja tehdään alusta asti paikan päällä. Moduulirakentaminen tulee ottaa huomioon jo sähkösuunnitteluvaiheessa, jotta moduulit voidaan rakentaa mahdollisimman valmiiksi tehdasolosuhteissa. Moduulirakenteisessa kohteessa tulee suunnittelijan rajata tarkkaan mitkä työvaiheet tehdään tehtaalla ja mitkä paikan päällä. Muun muassa moduulien väliset kaapeloinnit on mahdollista tehdä vasta paikan päällä. Esimerkiksi yleiskaapelointi, antenniverkon runkokaapelointi sekä syöttöjen kaapelointi on mahdollista tehdä loppuun, kun moduulit on yhdistetty niiden lopulliseen sijoituspaikkansa. Edellä mainittujen seikkojen takia moduulirakenteisen kohteen sähkösuunnittelu eroaa perinteisellä tavalla toteutettavasta kohteesta. Moduulirakentamisen huomioiminen sähkösuunnittelussa on nähtävissä liitteenä olevissa suunnitelmissa.

4 HUIPPUTEHO JA LIITTYMISJOHDON MITOITUS

Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen on yksi tärkeimpiä asioita rakennusten sähkösuunnittelussa. Alimitoitettu sähköverkko ja liittäminen rajoittavat sähkölaitteiden käyttöä ja ylimitoitettuna ne taas aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia rakennusvaiheessa sekä myöhemmin käyttökuluina. Rakennusten liittymät ja sähköverkot tulisi mitoittaa niin, että ne palvelisivat myös tulevaisuudessa mahdollisten muutosten jälkeen. Huipputeholla tarkoitetaan tunnin sisäisten huipputehojen keskiarvoa. Kiinteistön liittäminen, syöttökaapeli ja pääsulakkeiden koko mitoitetetaan huipputehon mukaan. (4.)

4.1 Huipputehon ja pääsulakkeen laskeminen

Sähköliittymää mitoittaessa voidaan mitoittava sähköteho laskea valaisin-, koje- ja laiteluetteloiden perusteella seuraavan yhtälön mukaisesti. Tämä laskentakaava edellyttää, että kiinteistöön tulevat sähkölaitteet ovat tiedossa. (4.)

$$P_m = P_x * (P_{LVIA} + P_{VAL} + P_{Laitteet} + P_{Muut}) \quad \text{KAAVA 1}$$

jossa

P_m = sähköliittymän mitoittava sähköteho

P_{LVIA} = yhteenlaskettu sähköteho, joka saadaan LVIA-kojeluetelosta (LVIA-suunnittelija)

P_{VAL} = valaistuksen yhteenlaskettu teho

$P_{Laitteet}$ = yhteenlaskettu sähköteho, joka saadaan arkkitehdin tekemästä laiteluettelosta

P_{Muut} = mahdolliset muut suuren tehon omaavat kuormitukset

P_x = kerroin, jolla varaudutaan mahdollisiin laajennuksiin. Varauduttaessa esimerkiksi 10 % kasvukseen, kerroin on 1,10.

Mitoitettavaan sähkötehoon vaikuttaa myös laiteryhmiä sisäinen sekä laiteryhmiä välinen samanaikaisuuskerroin. Samanaikaisuuskertoimilla pyritään korjaamaan sähkötehon kokonaistarvetta todennäköisemmäksi, sillä esimerkiksi jäädytyksen ja lämmityksen huipputehon tarve on yleensä eriaikainen. Jokaisessa kohteessa nämä kertoimet on määritettävä tapauskohtaisesti. (4.)

Suunnittelun kohteena olevan kiinteistön huipputeho saavutetaan talviaikaan iltapäivällä, jolloin

- lämmitys tapahtuu sähkökattilan avulla (kovalla pakkassäällä ilma-vesilämpöpumpun sijasta lämmitys tapahtuu sähkökattilalla)
- keittiön ja pyykitilojen käyttöaste on korkeimmillaan
- valaistustarve on suurempi kuin kesäaikana
- autoja lämmitetään
- sähköautoja ladataan.

Alla olevaan taulukkoon on kirjattu edellä mainitun tilanteen mukaiset sähkötehot sekä tasauskerroimet. Taulukon laiteryhmiä tehot on määritetty kojeluetteloitten sekä huonekohtaisten suunnitelmien mukaisesti. Tasauskerroimet on määritetty ST 13.31 ohjeen mukaan.

TAULUKKO 1. Kohteen huipputehon mitoitus ST 13.31:n ohjeistuksen mukaisilla tasauskerroimilla

Laiteryhmä	Laiteryhmän teho kW	Laiteryhmän nimellistehon tasauskerroin K11	Laiteryhmien keskinäinen tasauskerroin huipputehon mitoitusohjelmalla K12	Mitoitettava teho PM/kW	Huomiot
Valaistus	10,5	0,8	1,0	8,4144	6W/m ²
IV	10,6	0,8	1,0	8,48	LVI-kojeluettelon mukaisesti
Lämmitys	1,4	0,8	1,0	1,128	LVI-kojeluettelon mukaisesti
Koneellinen jäähdytys	0,5	0,8	0,0	0	LVI-kojeluettelon mukaisesti
Pistorasiakuormat (pyykitilat)	26,3	0,6	0,8	12,624	Huonekorttien mukaisesti
Pistorasiakuormat	38,5	0,4	0,6	9,24	Huonekorttien mukaisesti
Keittiölaitteet	40,8	0,6	0,8	19,584	Kojeluettelon mukaisesti
Sähkölämmitykset	180,0	0,8	1,0	144	Kojeluettelon mukaisesti
Aluevalaistus	1,0	1,0	0,9	0,9	Sähkösuunnitelman mukaisesti
Autolämmityspaikat	15,0	0,8	1,0	12	10kW+0,5kW/paikka
Sähköautojen latauspaikat	22,0	1,0	1,0	22	2x11kW latausasema
Yhteensä				238,3704	
Laajennusvara 10% huomioiden				262,2	

Mitoitettavaksi sähkötehoksi saadaan 262,2 kW. Mitoitustehon avulla lasketaan mitoitusvirta, jonka perusteella voidaan mitoittaa pääsulakkeiden koko. Mitoitusvirta (I_{MAX}) lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$I_{MAX} = \frac{P_M}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi} \quad \text{KAAVA 2}$$

jossa

I_{MAX} = maksimivirta

P_M = mitoitusteho

U = pääjännite = 400 V

$\cos \varphi$ = 0,96

Kaavasta 2 saadaan tulokseksi 393,9 A, jonka mukaan liittymän pääsulakkeet mitoitetaan. Mitoitusteho ja liittymän mitoitusvirta laskettiin tämän lisäksi myös yrityksen omassa käytössä olevalla laskurilla.

4.2 Liittymiskaapelin ja liittymän mitoitus

Liittymiskaapelilla tarkoitetaan maakaapelia tai ilmajohtoa, jolla liittymäsopimuksen tehnyt loppukäyttäjä liitetään paikallisen sähköverkkoyhtiön jakeluverkkoon. Liittymiskaapeleita koskevat tekniset reunaehdot on annettu standardeissa, määräyksissä ja ohjeissa. Liittymisjohtoa valittaessa tulee kiinnittää huomiota suojausohjeiden toteutumiseen, jännitteenalennukseen, jakeluverkkoyhtiön kaapelisuositukseen sekä kaapelin kuormitettavuuteen. Jakeluverkkoyhtiöllä on usein suositukset tai vaatimukset jakelualueellaan käytettävistä kaapeleista. (4.)

Taulukossa 2 on listattuna Kuopion Sähköverkko Oy:n sähkönjakeluverkon alueella sallitut pienjänniteliittymiskaapelit ja liittymäkoot. Taulukossa mainittua suurempien pääsulakkeiden toteutus tulee toteuttaa rinnakkaisilla AXMK-kaapeleilla, jolloin jokaisella kaapelilla on omat pääsulakkeet. (5.)

TAULUKKO 2. Pääsulakekoot ja niihin soveltuvat liittymiskaapelityypit (5)

Liittymiskaapeli liittymäkoon mukaan (tontin osuudella)				
Liittymän päävaroke		Pienin sallittu kaapeli	Suositteltu kaapeli	Suurin sallittu kaapeli
3 x 25	A	AXMK 4 x 25 S	AXMK 4x 25 S	AXMK 4x 50 S
3 x 35	A	AXMK 4 x 25 S	AXMK 4x 35 S	AXMK 4x 50 S
3 x 50	A	AXMK 4 x 25 S	AXMK 4x 35 S	AXMK 4x 95 S
3 x 63	A	AXMK 4 x 25 S	AXMK 4x 50 S	AXMK 4x 95 S
3 x 80	A	AXMK 4 x 50 S	AXMK 4x 70 S	AXMK 4x 95 S
3 x 100	A	AXMK 4 x 70 S	AXMK 4x 95 S	AXMK 4x 185 S
3 x 125	A	AXMK 4 x 70 S	AXMK 4x 185 S	AXMK 4x 185 S
3 x 160	A	AXMK 4 x 95 S	AXMK 4x 185 S	AXMK 4x 185 S
3 x 200	A	AXMK 4 x 185 S	AXMK 4x 185 S	AXMK 4x 240 S
3 x 250	A	AXMK 4 x 185 S	AXMK 4x 240 S	AXMK 4x 240 S

Pääsulakekooksi laskettiin aiemmin 393,3 A, joten taulukosta 2 saadaan liittymän kooksi 2 x 3 x 200 A. Taulukosta 2 saadaan kaapeliksi 2 x (AXMK 4 x 240 S).

5 SÄHKÖPISTEET JA JOHDOTUKSET

Sähköpisteet ja johdotukset suunnitellaan tasopiirustuksiin. Tasopiirustusten tarkoitus on antaa selkeä ja kattava kokonaiskuva kohteesta. Tasopiirustukset suunnitellaan arkkitehdin tekemän pohjapiirustuksen päälle.

SFS 6000 sisältää suosituksia liittymän sähköverkon jännitteenalenemista. Jännitteenalenukaan vaikuttaa johtimessa kulkeva virta, johtimen pituus ja johtimen materiaali. Normaalista pienjänniteverkosta syötetyille laitteille jännitteenalenuksen tulisi olla enintään 5 % ja valaistukuormille enintään 3 %. Suositukset eivät ole velvoittavia ja mikäli sähkölaitetta syötetään yksittäisestä tehollähteestä, voivat suositellut suurimmat jännitteenalenukset olla tätä suurempia. (6, s. 242.)

5.1 Aluekaapelointi

Asemapiirustus on sijaintipiirustuksen perusdokumentti, joka esittää rakennustöiden, kiinteistön palveluverkkojen ja tieverkoston aloitusajankohdat sekä informaation maisemasta, pääsytavat rakennuspaikalle ja sen yleisen sijoittelun (7, s. 3).

Rakennusalueen asemapiirustuksissa esitetään seuraavat asiat:

- sähkökeskusten sijainnit
- maakaapelireitit ja kaapelinsuojaputkitukset
- maakaapeleiden tyypit
- maadoituselektrodit ja -johtimet
- pihavalaisimet, -lämmittimet, ja -laitteet

(7, s. 5).

Kyseisessä kohteessa aluekaapelointiin suunniteltiin sähkö- ja kuituliittymien kaapeloinnit, pää-, ja ryhmäkeskusten väliset kaapeloinnit, piha-alueen valaistus, autonlämmitykset, piharakennuksen kaapelointi sekä sähköauton latausvaraus. Työn kohteen asemapiirustus on liitteenä 2.

5.2 Asennuspiirustus

Asennuspiirustuksella tarkoitetaan sijaintipiirustusta, joka esittää sähköasennusten komponenttien sijainnin (7, s. 3).

Rakennuksen asennuspiirustuksessa esitetään seuraavat asiat:

- järjestelmäkojeiden, komponenttien ja laitteiden sijoitukset ja asennustapa
- järjestelmäkojeiden positiot, joiden perusteella ne määritellään tarkemmin luetteloissa
- johdotusten tarvitsemat hylly-, kisko-, kouru- ja kanavareitit
- johdotukset sekä niiden asennustapa

(7, s. 7).

Tasopiirustukset tulee piirtää mahdollisimman selkeään muotoon, jotta kuvien lukeminen on selkeää ja asennusvaihe sujuu ongelmitta. Tässä kohteessa järjestelmäkojeiden, komponenttien ja laitteiden sijoittelu ja varustetaso perustui tilaajan laatimiin huonekortteihin, joissa oli esitetty kunkin tilan käyttötarkoitus ja mahdolliset muut huomiot. Laitteiden sijoittelussa ja ryhmittelyssä täytyi ottaa huomioon moduulirakentamisen periaatteet. Oikeanlaisella ryhmittelyllä ja laitteiden sijoittamisella voidaan valtaosa sähköasennustöistä tehdä tehdasolosuhteissa. Työn kohteen tasopiirustukset ovat liitteissä 3–4.

5.2.1 Valaistus

Valaistusvoimakkuudella ja sen jakaumalla voidaan vaikuttaa merkittävästi oleskelu- ja työmu-
vuuteen. Standardissa SFS-EN 12464-1:2021 on annettu vaatimuksia valaistusvoimakkuuksille eri tiloissa. Ne pohjautuvat näkötehokkuuden ja näkömukavuuden tarpeisiin. Taulukossa 3 on esitetty tilakohtaiset ohjeistukset valaistusvoimakkuuksille. (8.)

TAULUKKO 3. Valaistusvoimakkuudet eri tiloissa SFS-EN 12464-1:2021 mukaan

Tila	Valaistusvoimakkuus (lux)
Käytävät	150-250
Toimistot	500
Asuinhuoneet	200-500
Keittiö	300-500
Varastot	100
Ulkoalueet	10-20

Kohteen sisävalaistuksessa on pyritty kustannustehokkaaseen ratkaisuun, jossa on huomioitu riittävä valoteho, viihtyvyys ja käytettävyys. Kohteeseen on suunniteltu taulukon 3 mukaiset valaistustehot. Käytävillä on huomioitu yövalaistus, sillä kohteessa on toimintaa ympäri vuorokauden. Perinteisestä valaistuksen ohjauksesta poiketen kohteeseen suunniteltiin valaistus osittain langattomalla ohjauksella toteutettavaksi. Valaistuksen ohjaus tapahtuu perinteisten kytkimien sekä langattomien painikkeiden ja liiketunnistimien avulla. Näillä ratkaisuilla on pyritty helppoon käytettävyyteen sekä taloudellisuuteen. Pihavalauksella valaistaan parkkipaikat ja kulkutiet. Pihavalauistus toteutetaan seinä-, pylväs- ja pollarivalaisimilla. Pihavalauksuksen ohjaus tapahtuu hämäräkytkimen avulla.

5.2.2 Sähkökalusteet

Sähkökalusteilla tarkoitetaan kytkimiä, pistorasioita, termostaatteja, valaisimia ja jakorasioita. Taulukossa 4 on esitetty yleisimmät sähkökalusteiden asennuskorkeudet lattiasta mitattuna. (9, s. 2.) Lähtökohtaisesti kalusteissa käytetään taulukon 4 mukaisia asennuskorkeuksia. Tässä kohteessa tilaajan toiveesta pistorasiat asennetaan poikkeuksellisesti 300 mm:n korkeuteen, jotta ne ovat helpommin ikäihmisten käytettävissä.

Tämän kohteen sähkökalusteiden sijoittelussa täytyi huomioida hoitajakutsujärjestelmän tarpeet pistorasioille sekä yleiskaapelointipisteille. Hoitajakutsujärjestelmällä tarkoitetaan kutsu-, viesti-, hälytys- tai avunpyyntöjärjestelmää, jolla hoidetaan asukkaan ja henkilökunnan välisiä yhteyksiä ja

tiedonsiirtoa. Järjestelmän tärkein tehtävä on palvella ja turvata asukkaita ja helpottaa henkilökunnan töitä. (10, s.1.)

Hoivakodin sähköiselle varustetasolle ei ole olemassa tiettyjä määräyksiä, vaan varustetaso perustuu työn tilaajan ja sähkösuunnittelijan näkemyksiin ja vaatimuksiin. ST-kortit 25.20, 25.21 ja 25.22 antavat asuntotyyppikohtaisesti tietoa sähkösuunnittelussa huomioitavista asioista. Perusvarustelutaso on melko vaihteleva, mutta lähtökohtaisesti kaupallisessa rakentamisessa haetaan kustannustehokasta ratkaisua. (11, s. 1.)

TAULUKKO 4. Sähkökalusteiden asennuskorkeudet (9, s. 2)

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

5.3 Suojaus sähköiskulta

Sähköasennuksia suunniteltaessa on varmistettava, että ihmisten, kotieläinten ja omaisuuden suojaus toteutuu. Sähköasennusten tulee toimia tarkoitetulla tavalla tarkoitetussa käytössä. Suunnitteluvaiheessa on laskelmilla tai muilla tavoin osoitettava, että suojaukset toteutuvat. (12, s. 9.)

Sähköiskulta suojaaminen jakautuu perussuojaukseen, vikasuojaukseen ja lisäsuojaukseen (13, s. 78).

Perussuojauksessa sähköasennuksissa, -järjestelmissä ja -laitteissa estetään jännitteisten osien suora kosketus. Tämä voidaan toteuttaa estämällä virran kulku ihmisen tai kotieläimen kautta tai rajoittaa tämä läpimenevä virta vaarattomaan arvoon. (11, s. 8.) Perussuojauksen menetelmiä ovat suojaus käyttämällä eristystä, esteitä, kotelointia, suojauslaitteita sekä sijoittamista kosketusetäisyyden ulkopuolelle (13, s. 79).

Vikasuojauksella tarkoitetaan sähköasennusten, -järjestelmien ja -laitteiden suojausta silloin, kun peruseristykseen tulee vika. Tämä voidaan toteuttaa estämällä vikavirran kulku ihmisen tai kotieläimen kautta tai rajoittamalla vikavirta ja vikavirran kesto vaarattomaksi. (11, s. 8.) Suojaus syötön automaattisen poiskytkennän avulla on yleisin asennuksissa käytettävä vikasuojausmenetelmä ja se toteutetaan ylivirtasuojien ja vikavirtasuojalaitteiden avulla (13, s. 84).

Lisäsuojaus toteutetaan vikavirtasuojaa käyttäen. Vikavirtasuojakytkimen käyttöä lisäsuojana vaaditaan esimerkiksi pistorasioita syöttävissä piireissä sekä asuinrakennusten valaistusryhmissä. Vaatimus valaistuksen vikavirtasuojakytkimestä koskee normaaleja asuntoja ja niihin liittyviä piha-alueita, joissa lampun voi vaihtaa tai liittää muu kuin ammattihenkilö. Vaatimus ei koske hotelleja, hoivakoteja ja vastaavia, joissa valaisimet asentaa ja vaihtaa sähköalan ammattihenkilö tai tehtävään opastettu henkilö. (13, s. 113.)

6 SÄHKÖKESKUKSET

Sähkösuunnittelija tekee sähkökeskuksista suunnitelmat, joiden mukaan keskusvalmistaja valmistaa keskuksset. Suunnitteluvaiheessa keskusvalmistajan ja sähkösuunnittelijan on arvioitava pääkaavion perusteella keskuksen koko sekä varmistettava, että keskukselle on varattu riittävä asennustila. Keskuksien komponentit tulee valita siten, että ne täyttävät suunnitelmien mukaiset vähimmäisvirta- ja oikosulkukestoisuusarvot. Keskuksen rakenne ja kokoonpano tulee toteuttaa selväpiirteiseksi ja johdonmukaiseksi ja kytkettäville kaapeleille tulee varata riittävästi tilaa keskuksen sisältä. Keskuksiin on varattava tilaa mahdollisia muutoksia varten. (13, s. 2.) Kohteeseen suunniteltiin 7 sähkökeskusta ja niiden pää- ja piirikaaviot on esitetty liitteissä 5–13.

6.1 Pääkaavio

Pääkaaviolla tarkoitetaan keskuksen pääpiirien kaaviota, jossa esitetään mm. seuraavat asiat:

- johtimien järjestelyt ja järjestelmän maadoitustapa
 - keskuksessa olevat komponentit
 - ryhmätunnus
 - ryhmien nimet
 - laiteryhmiä tehotiedot
 - suojalaitteiden laji, tyyppi, mitoitusvirta ja katkaisukyky
 - keskukseseen tulevat ja siitä lähtevät kaapelit ja niiden tyypit
- (7, s.6).

6.2 Piirikaavio

Piirikaavion tarkoituksena on esittää pääpiirit niin, että piirien toiminnot tulee ymmärretyksi yksiselitteisesti. Piirikaaviossa esitetään mm. seuraavat asiat:

- ohjauskytkentöjen toteutus
 - ohjauspiireissä käytetyt komponentit
 - koje- ja laitetunnukset
 - riviliittimien sijainnit, merkinnät ja kytkennät
- (7, s.6.)

7 TELEJÄRJESTELMÄT

Rakennuksen sisäisillä viestintäverkoilla ja -järjestelmillä tarkoitetaan kiinteistön tai rakennuksen viestintäverkkoja ja -järjestelmiä, kuten yleiskaapelointijärjestelmiä, antenniverkkoja ja -järjestelmiä sekä muita antennijärjestelmiä (14, s. 5–6).

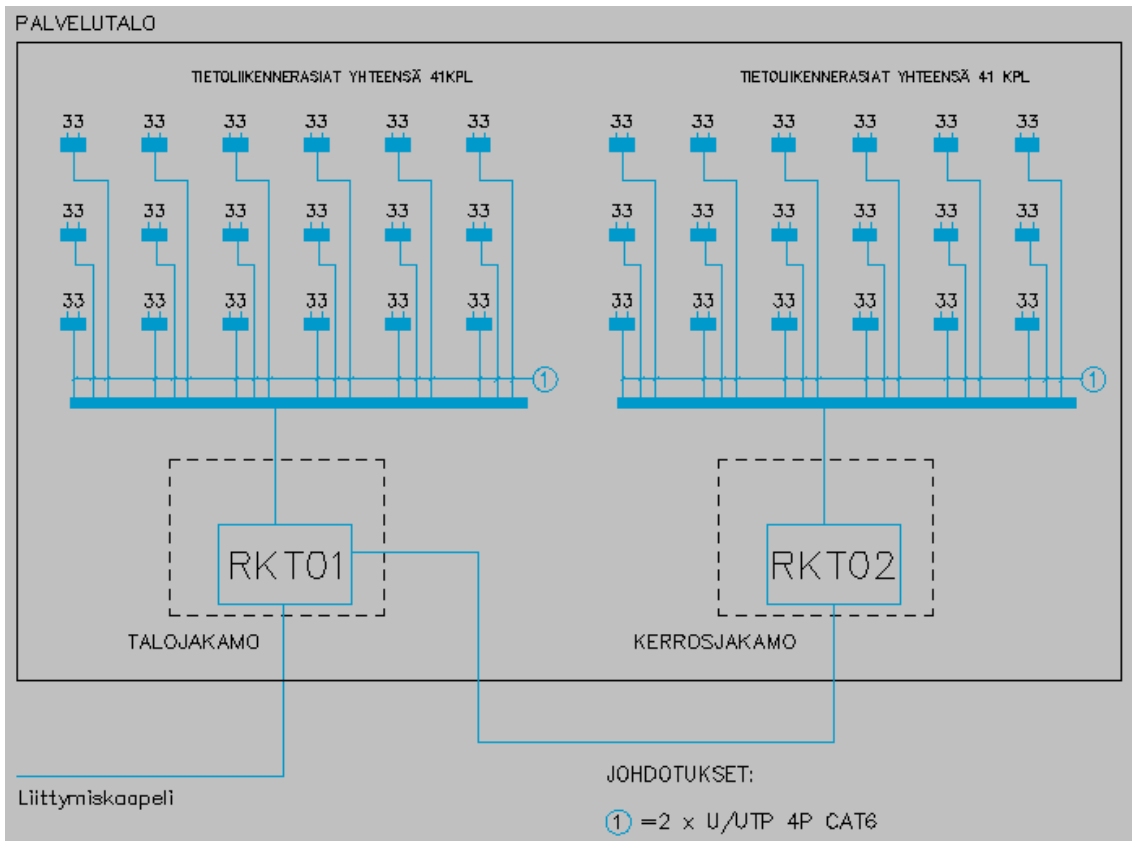
7.1 Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapeloinnilla tarkoitetaan parikaapeloinnilla toteutettua yleiskaapelointistandardien mukaista, eri tietoliikennejärjestelmien käyttöön soveltuvaa sisäverkkoa, jota käytetään päätelaitteiden liittämiseen yleiseen kiinteään viestintäverkkoon ja joka tukee suurta joukkoa sovelluksia ja viestintäpalveluja (14, s. 5).

Yleiskaapelointiverkkoa suunniteltaessa tulee ottaa huomioon verkon suorituskyky, verkon rakenne ja koko, turvallisuus, asennus sekä käyttö ja ylläpito. Yleiskaapelointijärjestelmän toiminnallisten osien ja sen rakenteen tulee olla standardien EN 50173-1 ja EN 50173-2- mukaiset.

Yleiskaapelointiverkko tulee suunnitella siten, että yksittäisen kaapelin pituus on enintään 90 m ja työpisteessä käytettävän liitoskaapelin tulisi olla enintään 20 m. Yleiskaapelointiverkon maksimipituus perustuu vaimennukseen, joka kasvaa suhteessa kaapelin pituuteen. (15, s. 4–8.)

Tässä kohteessa yleiskaapelointiverkko koostuu talojakamosta, kerrosjakamosta, kaapeloinnista sekä tietoliikennesasioista. Talojakamoon liitetään yleinen televerkko sekä osa kiinteistön yleiskaapeloinnista. Talojakamo toimii yleisen verkon ja kiinteistön verkon rajapintana. Talojakamoon sijoitetaan tietoliikennelaitteita, kuten Ethernet-kytkimiä ja teleoperaattoreiden laitteita. Talojakamosta on kaapelointiyhteys kerrosjakamoon, johon talojakamon tavoin päätetään osa kiinteistön yleiskaapeloinnista. Yleiskaapelointi on keskitetty kahteen jakamoon, jotta kaapeloinnin maksimipituus 90 m ei ylity. Yleiskaapelointiverkkoon suunniteltiin jokaiseen asuinhuoneeseen yksi yleiskaapeloinnin tietoliikennesasia sekä toimistoihin ja yleisiin tiloihin useampia, jotta niiden käyttö on vaivatonta. Kohteen kaapelointi toteutetaan standardisoidulla kategorian 6 kaapelilla, joka on yleinen tietoverkko- ja ratkaisuisissa käytetty kaapeli. Yleiskaapelointiverkon rakenne on esitetty kuvassa 1. (15, s. 12–14.) Kohteen yleiskaapelointijärjestelmän suunnitelmat on esitetty liitteissä 14 ja 15.



KUVA 1 Yleiskaapelointiverkon rakenne

7.2 Antennijärjestelmä

Antenniverkolla tarkoitetaan asunnon tai kiinteistön sisäverkkoa, joka on toteutettu rakennuksen sisällä koaksiaalikaapeloinnilla, ja jota käytetään viestinnän välittämiseen kiinteistössä joukkoviestintäverkosta käyttäjien päätelaitteisiin. Antennijärjestelmä käsittää kokonaisuudessaan antenniverkkoon liitetyt komponentit kuten vahvistimet ja antennit. (14, s. 5.)

Antennijärjestelmä mahdollistaa joukkoviestintäverkoissa sekä kaapelitelevisioverkoissa jaettavien palveluiden jakelun antennirasioihin. Uusille antenniverkoille on asetettu vaimennusten ja signaalien tasoerojen vaatimuksia, jotka tulee huomioida antenniverkkoa suunniteltaessa. Antennijärjestelmän signaalitasojen ja muiden järjestelmäarvojen tulee olla antennirasioista mitattuna standardin SFS-EN 60728-1 mukaisia. Antenniverkon aiheuttama vaimennus saa 1000 MHz:llä olla enintään 45 dB. Vaimennuksien tasoero taajuuksilla 47–1000 MHz saa olla enintään 15 dB. Antenniverkossa

vaimennusta aiheuttavat kaikki antenniverkon komponentit, kuten jaottimet, haaroittimet, antennikaapeloinnit sekä antennirasiat. Taulukossa 5 on esitetty esimerkki vaimennuksista ja niiden kaltevuuksista. Kaltevuudella tarkoitetaan tässä tapauksessa 47 ja 1000 MHz taajuuksien kokonaisvaimennuksien tasoeroa, joka saa maksimissaan olla 15 dB. Taulukossa 5 esitetyt komponentti-kohtaiset vaimennukset ovat valmistajien antamia arvoja. (14, s. 10–11)

Tämän kohteen antennijärjestelmä koostuu antennista, vahvistimesta, jaottimista, haaroittimista, kaapeloinneista sekä antennirasioista. Kohteen antennijärjestelmän suunnitelmat on esitetty liitteissä 14 ja 16.

TAULUKKO 5. Antenni verkon vaimennuksien ja kaltevuuksien laskennalliset arvot

	KOMPONENTTI	VAIMENNUS(dB)		
		47 MHZ	1000 MHZ	KALTEVUUS
SUURIN VAIMENNUS	JAOTIN KAHTEN	3,3	3,7	
	RUNKOKAAPELI TELLU 7-ARM	1,16	4,6	
	JAOTIN NELJÄÄN	6,8	7,5	
	RUNKOKAAPELI TELLU	0,72	0,28	
	HAAROITIN KAHDEKSAAN	16	16	
	HUONEISTOKAAPELI TELLU 13	0,08	2,36	
	ANTENNIRASIA	1	1	
	Yhteensä	29,06	35,44	6,38
PIENIN VAIMENNUS	JAOTIN KAHTEN	3,3	3,7	
	JAOTIN NELJÄÄN	6,8	7,5	
	RUNKOKAAPELI TELLU7	0,04	0,14	
	HAAROITIN KAHDEKSAAN	16	16	
	HUONEISTOKAAPELI TELLU 13	0,035	0,14	
	ANTENNIRASIA	1	1	
	Yhteensä	27,175	28,48	1,305

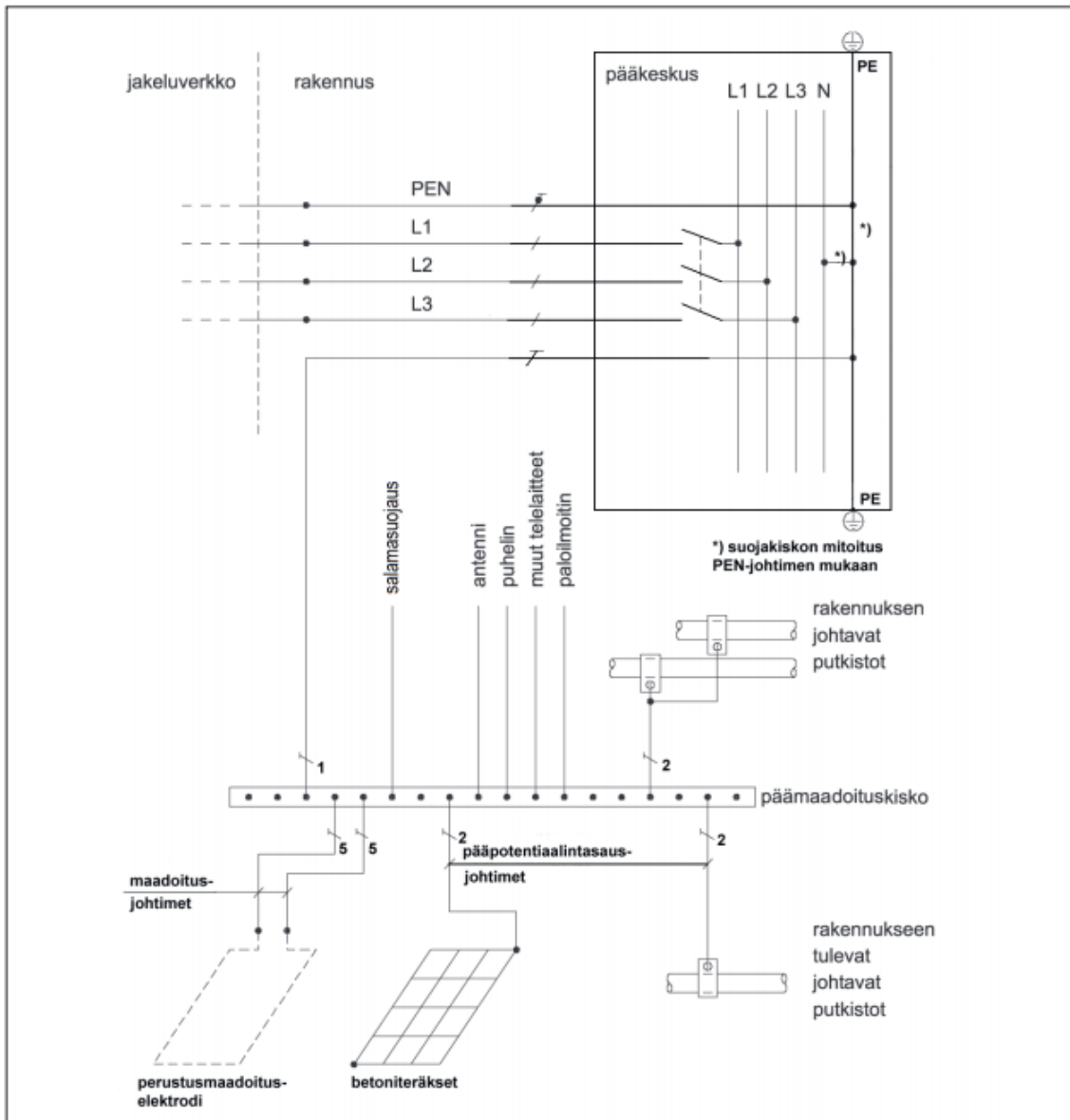
8 MAADOITUS

Maadoitusjärjestelmän tehtävänä on tehdä mahdolliseksi sähköasennuksen turvallinen ja luotettava toiminta. Maadoitusjärjestelmällä saadaan maahan johtava yhteys, jota käytetään sähköiskulta suojaamiseen. Maadoitusjärjestelmä mahdollistaa syötön automaattisen poiskytkennän. (16, s.4.)

Pääkeskuksen syötön mukana tuodaan pääkeskukseen yhdistetty suojamaadoitusjohdin ja nollajohdin eli PEN-johdin. Pääkeskuksen suojakiskolta viedään suojamaadoitusjohdin erilliselle päämaadoituskiskolle. Päämaadoituskisko on yhdistetty maadoitusjohtimella maadoituselektrodiin. Koska maadoitusjohdin kulkee usein ainakin osan matkasta maan sisällä, sille on asetettu mekaanista lujuutta ja korroosiosuojausta koskevat vaatimukset. Maadoituselektrodilla toteutetaan yhdistys maahan joko suoraan tai johtavan väliaineen, kuten betonin kautta. Maadoituselektrodin materiaalin ja rakenteen tulee olla sähköisesti ja mekaanisesti riittävästi mitoitettu ja riittävän korroosionkestävä. (16, s. 6–7.)

Päämaadoituskisko toimii maadoitusten ja potentiaalintasauksen koontipisteenä. Potentiaalintasauksessa liitetään sähköisesti yhteen jännitteelle alttiit osat ja muut johtavat osat. Jännitteelle alttiilla osilla tarkoitetaan sellaisten sähkölaitteiden runkoja ja osia, jotka voivat laitteen peruseristyksen pettäessä tulla jännitteisiksi. Muilla johtavilla osilla tarkoitetaan sähköasennukseen kuulumattomia osia, joissa voi esiintyä potentiaalieroja. Tällaisia ovat esimerkiksi vesiputket, ilmastointikanavat ja rakennuksen runkorakenteet. (16, s. 8.)

Suunniteltavassa kohteessa maadoituselektrodiksi valittiin 16 mm²:n kupariköysi, joka suunniteltiin upotettavaksi perustusten alle. Maadoituselektrodi liitetään päämaadoituskiskoon, johon liitetään myös edellä mainitut rakennuksen jännitteelle alttiit osat. Kohteen maadoituskaavio on esitetty liitteessä 17. Kuvassa 2 on esitetty tyypillinen kiinteistön maadoitusjärjestelmän rakenne.



KUVA 2. Tyypillinen kiinteistön maadoitusjärjestelmän rakenne (16, s. 11).

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia urakkalaskentapiirustukset hoivakotiin sekä kehittää sähkösuunnittelua moduulirakenteisessa kohteessa. Suunnitelmat valmistuivat onnistuneesti ajallaan. Pohjakuvan muuttuminen kesken suunnittelun osaltaan aiheutti lisätyötä suunnitteluvaiheessa. Suunnitelmien sisältö ja varustetaso pohjautuivat pitkälti ST-kortistojen ja tilaajan laatimiin ohjeistuksiin ja vaatimuksiin.

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja sopivan haastava. Tämä työ antoi uutta näkökulmaa sähkösuunnitteluun, sillä aiemmin minulla on kokemusta ainoastaan urakoinnista. Suunnitteluohjelmisto oli minulle uusi ja sen käyttö oli opetettava alusta saakka. Opin suunnitteluohjelmasta paljon uusia helpottavia toimintoja, joita voin hyödyntää jatkossakin. Työ perehdytti minut sähkösuunnittelun työvaiheisiin sekä projektiluontoiseen työskentelyyn. Suunnittelun aikana korostui yhteistyö rakenne- ja LVI-suunnittelijoiden kanssa. Opinnäytetyö oli erittäin hyödyllinen minulle ja aion tässä työssä oppimaani hyödyntää tulevissa suunnittelukohteissa. Mielestäni onnistuin työssä ja olen tyytyväinen lopputuloksiin. Projekti jatkui opinnäytetyön jälkeen urakkalaskelmilla ja sähkösuunnittelun kehittämistä moduulirakenteisissa kohteissa jatkettiin yhteistyössä moduulitehtaan kanssa.

LÄHTEET

1. Harsia, Pirkko 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja. Helsinki: Sähköinfo.
2. Sähköturvallisuuslaki 16.12.2016/1135. Hakupäivä 24.1.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>.
3. Kotilainen, Sini 2013. Moduulirakentaminen. Hakupäivä 29.12.2022. <https://www.sli-deshare.net/kotilais/moduulirakentaminen-ratkaisumalleja-tulevaisuuden-asuntorakentamisen-haasteisiin-17953972>.
4. ST 13.31. 2015. Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Espoo: Sähkötieto ry.
5. Pienjänniteliittyminen. Kuopion Energia Oy ja Kuopion Sähköverkko Oy. Hakupäivä 24.1.2022 https://www.kuopionenergia.fi/wp-content/uploads/2022/08/Pienjanniteliittymien_paivitetty-2021.pdf.
6. D1-2017. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017. Espoo: Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry.
7. ST 13.30. 2015. Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit. Espoo: Sähkötieto ry.
8. SFS-EN 12464-1:2021. Valo ja valaistus. Työkohteiden valaistus. Helsinki: Suomen standardiliitto ry.
9. ST 51.22. 2013. Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus. Espoo: Sähkötieto ry.
10. ST 673.10. 2014. Palvelutalojen hoitajakutsujärjestelmät. Suunnitteluohje. Espoo: Sähkötieto ry.
11. ST 25.10. Sähköinen varustetaso. Espoo: Sähkötieto ry.
12. SFS 6000:1:2017. Pienjänniteasennukset. osa 1: Perusperiaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät.
13. ST 70.21. 2022. Sähkökeskuksia koskevat vaatimukset ja toimitusohjeet. Espoo: Sähkötieto ry.
14. Viestintävirasto 65 D/2019 M. Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista 2019.
15. ST 681.10. 2022. Toimitilakiinteistön yleiskaapelointijärjestelmän suunnitteluohje. Espoo: sähkötieto ry.
16. ST 53.21. 2022. Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset. Espoo sähkötieto ry.

LIITTEET (Vain toimeksiantajan käyttöön)

Liite 1 Piirustusluettelo

Liite 2 Asemapiirustus

Liite 3 Sähköpisteet ja johdotukset

Liite 4 Johtotiet

Liite 5 Keskuskaavio SPK

Liite 5 Keskuskaavio JK01

Liite 7 Keskuskaavio JK02

Liite 8 Keskuskaavio JK03

Liite 9 Keskuskaavio JK04

Liite 10 Keskuskaavio JK05

Liite 11 Keskuskaavio RK-VSS

Liite 12 Piirikaavio SPK

Liite 13 Piirikaavio JK03

Liite 14 Yleiskaapelointi- ja antennijärjestelmä

Liite 15 Yleiskaapelointikaavio

Liite 16 Antennikaavio

Liite 17 Potentiaalintasauskaavio

Liite 18 Valaisinluettelo