



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KERROSTALOKOHTTEEN SÄHKÖSUUNNITTELU

Opinnäytetyö

TEKIJÄ/T: Juho Kleimola

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Juho Kleimola			
Työn nimi Kerrostalokohteen sähkösuunnittelu			
Päiväys	10.5.2020	Sivumäärä/Liitteet	34/28
Ohjaaja(t)			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Insinööritoimisto Sartekno Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli käydä läpi sähkösuunnittelun eri vaiheita, kun kohteena on uusi kerrostalo. Opinnäytetyö tehtiin Insinööritoimisto Sartekno Oy:lle. Opinnäytetyössä käsitellään kerrostalon sähkösuunnittelun toteutussuunnitelmia, ja suunnittelua aloituspalaverista alkaen. Lisäksi erillisenä osiona tarkasteltiin sähköautojen latauspisteitä. Kaikista projektin aikana tuotetuista sähköteknisistä dokumenteista laadittiin oma kappaleensa, jossa on havainnollistavia kuvia, pohdintaa sekä vallitsevia sähkötekniisiä määräyksiä.</p> <p>Kaikki tehdyt sähköpiirustukset laadittiin MagiCAD Electrical -suunnitteluohjelmistolla. Sähkötekniset laskut hoituvat Excel -laskurilla. SFS-6000 standardi, ST -kortisto sekä mm. D1-2017 toimivat suunnittelun kirjallisena apuna. Suunnittelun tukena olivat myös yrityksen kokeneemmat sähkösuunnittelijat.</p> <p>Lopputuloksena oli standardit täyttävä, toteuttamiskelpoinen koko kiinteistön kattava sähkösuunnitelma. Tuotetut dokumentit ovat liitteenä työn lopussa, ja ne on määritetty salaisiksi tilaajan toimesta.</p>			
Avainsanat Sähkösuunnittelu, kerrostalo			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Juho Kleimola			
Title of Thesis Electrical Plan Design for Apartment House			
Date	10 May 2020	Pages/Appendices	34/28
Supervisor(s)			
Client Organisation /Partners Insinööritoimisto Sartekno Oy			
<p>Abstract</p> <p>The goal of this thesis was to go through different parts of the electrical planning process, when the object is a new block of flats as well as to produce all the needed electrical plans for the construction process. This thesis was commissioned by a company called Insinööritoimisto Sartekno Oy.</p> <p>All the electrical plans were produced by an electrical design software named MagiCad Electrical. Calculations were done by using Excel. The latest requirements of the SFS 6000 standard were followed by. As a support there was been a book named D1-2017 and Finnish ST cards and other relevant literature was used as source material.</p> <p>As a result of this thesis, an electrical plan was made for the building. This thesis covered all the important parts of the planning process, with an section about electric cars and their charging. The produced material contains pictures, deliberations and standards. The plan met the requirements of the client and the construction could begin by following that plan. Attachements are confidential, and only for the use of the commissioner.</p>			
Keywords Electric plan, Apartment building			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	6
2	KOHDE JA TOIMEKSIANTO.....	7
2.1	Suunnittelukokous.....	8
3	SÄHKÖTEKNINEN SUUNNITTELU .....	9
3.1	Liittymän mitoitus ja nousujohtokaavio .....	9
3.1.1	Liittymän mitoitus .....	9
3.1.2	Nousujohtokaavio .....	10
3.2	Asemapiirustus .....	11
3.2.1	Asemapiirustus yleisesti .....	11
3.2.2	Asemapiirustus valaistuksen osalta.....	12
3.3	Tasopiirustukset.....	13
3.3.1	Ensimmäisen kerroksen porraskäytävä .....	14
3.3.2	Asunto as.1.....	15
3.3.3	Kellarikerroksen tekninen tila ja varasto.....	17
3.4	Telekaaviot.....	18
3.4.1	Yleiskaapelointijärjestelmä .....	18
3.4.2	Antennikaavio.....	19
3.4.3	Ovipuhelinkaavio .....	20
3.5	Savunpoistojärjestelmä .....	21
3.6	Maadoituskaavio .....	22
3.7	Keskuskaaviot.....	23
3.7.1	Pääkaavio .....	23
3.7.2	Asuntojen jakokeskukset .....	24
3.8	Valaisinluettelo.....	25
3.9	Vak -johdotuskaavio ja sähköpisteet.....	26
3.10	Betonielementtien sähkösuunnittelu .....	27
3.11	Asiakirjaluettelo .....	29
3.12	Sähkötyöselitys .....	30
4	SÄHKÖAUTOJEN LATAUS .....	31
4.1	Sähköautot yleisesti.....	31
4.2	Latauksen ratkaisut .....	32

5 YHTEENVETO JA POHDINTA.....	33
LÄHTEET .....	34
LIITTEET: SUUNNITTELUDOKUMENTIT .....	35

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on laatia nykyaikainen, voimassa olevat sähköstandardit täyttävä, energiatehokas ja yleisesti laadukas sähkösuunnitelma uuteen, raportin julkaisuaikana jo rakenteilla olevaan kerrostaloon. Suunnittelussa noudatetaan SFS-6000 standardeja ja käytetään hyödyksi ST-kortiston ohjeita.

Opinnäytetyössä käydään läpi kaikki suunnittelussa tuotetut dokumentit, sekä lisäksi pohdintaa niiden teosta. Nousujohtokaavio, sähköselitys, asemakuva, telekaaviot jne. muutaman esimerkin mainitakseni. Suunnittelussa käytettiin MagiCAD Electrical -ohjelmistoa. Sähkötekniisiä mitoituksia ja laskelmia käydään läpi pääosin liittymän mitoituksen kohdalla. Lisähuomiota tässä opinnäytetyössä annetaan ajankohtaiselle aiheelle, sähköautojen lataukselle, ja kuinka siihen varaudutaan sähkösuunnittelun osalta.

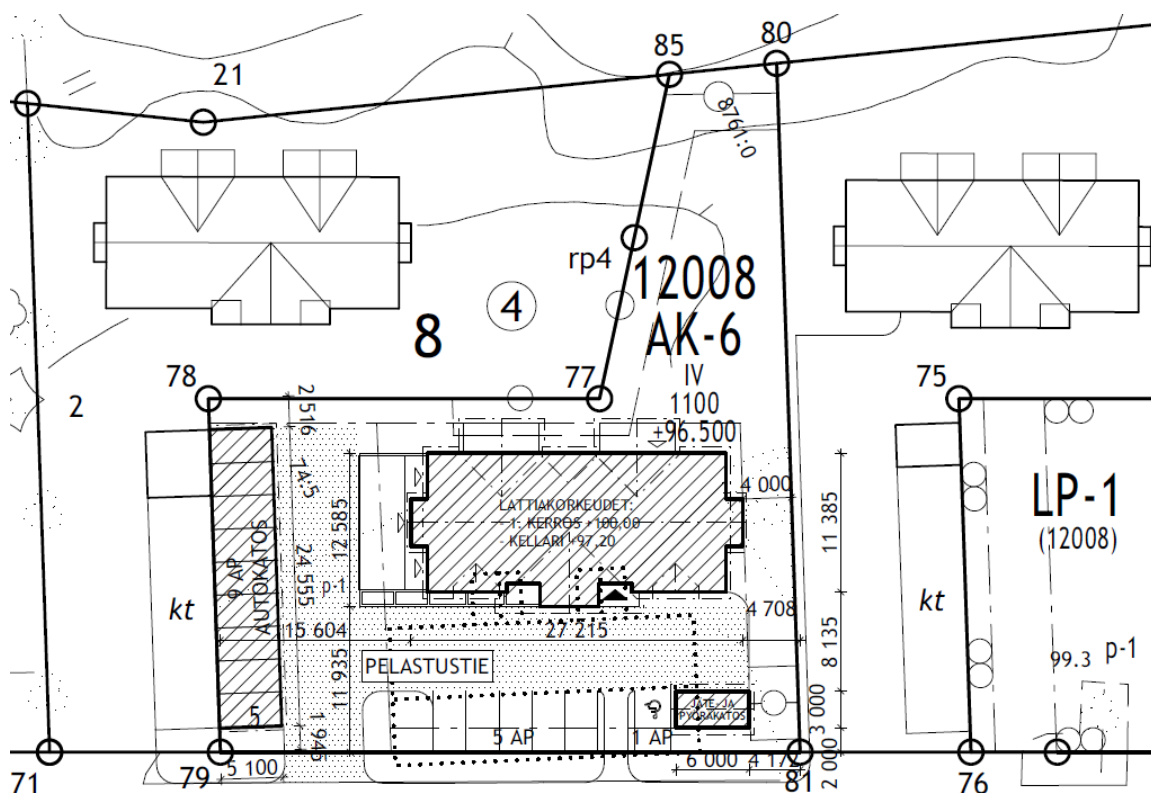
Itse suunniteltava kohde sijaitsee hyvällä näköalapaikalla Alavuden kaupungin keskustassa. Kooltaan kiinteistö kattaa 4-asuinkerrosta ja kellarin. Asuntoja on 12 kappaletta. Pienin asunnoista on kooltaan 16,5 m<sup>2</sup> ja 4. kerroksessa oleva suurin asunto on pinta-alaltaan 158,3 m<sup>2</sup>. Pihapiiriin kuuluu autokatos, jäte-/pyöräkatos ja vieraiden parkkipaikat.

Lopputuloksena on kiinteistön sähkösuunnittelusta peruskuvan antava opinnäytetyö, joka opetti itselleni kiinteistön sähkösuunnitteluun vaadittavia taitoja ja käytäntöjä, ja mahdollisesti tämä opinnäytetyö voi hyödyttää myös sähköalan opiskelijoita.

## 2 KOHDE JA TOIMEKSIANTO

Pohjanmaan Mestari-Insinöörit Oy:n suunnittelema 4 –kerroksinen (+ kellari) kerrostalo sijaitsee Alavuden kaupungissa, etelä -pohjanmaalla, Alavuden kirkkojärven tuntumassa. Nyt valmistuvan talon oikealla puolen on myös 2007 valmistunut saman tyylinen kerrostalo, ja vasemmalla puolen 2010 valmistunut niin ikään hyvin vastaavanlainen kerrostalo.

Autokatoksessa on yhdeksän autopaikkaa, vieras -parkkipaikalla on viisi autopaikkaa ja kellarikerroksen autotallissa on kolme autotallia. Kiinteistön pihapiiristä löytyy myös jäte- ja pyöräkatos.



Kuva 1 Asemakuva, missä näkyy myös vanhemmat kerrostalot (PIM Oy)

Kiinteistön huoneistoala on 881,5 m<sup>2</sup>, kerrosalan ollessa 1091 m<sup>2</sup> ja tilavuus 4250 m<sup>3</sup>. Asuntoja on yhteensä 12 kappaletta ja niistä kaikki on saunallisia. Pienin suunniteltu asunto on pinta-alaltaan 16,5 m<sup>2</sup> ja isoin 158,3 m<sup>2</sup>. Asuntoon on tulossa kaukolämpö. Rakennuksen paloluokka on P1. Väestösuojaa ei ole, koska kerrosala on alle 1200 m<sup>2</sup>. (Pelastuslaki (379/2011))

Kellarikerroksessa sijaitsee tekninen tila, irtaimistovarasto, jossa on asukkaille omat varastohäkit ja iso ulkoiluvälinevarasto.



Kuva 2 Julkisivu länteen (PIM Oy)

## 2.1 Suunnittelukokous

Ensimmäinen suunnittelukokous, johon opinnäytetyön osalta osallistuttiin, pidettiin 3.4.2019. Paikalla olivat Pohjanmaan Mestari-insinöörit Oy:n arkkitehti ja rakennesuunnittelija, Sartekno Oy:ltä paikalla oli kaksi sähkösuunnittelijaa ja yksi lvi/automaatio -suunnittelija, sekä rakennuttaja, Rakennus-Yliselä Oy. Käsiteltäviä aiheita sähkösuunnittelijalle olivat mm. seuraavat kysymykset:

- *Sähköisen lattialämmityksen laajuus, kattaako pesuhuoneen?*
- *Pesuhuoneen valaistus*
- *Sähköautojen mahdollinen lataustarve*
- *Tarkennuksia autotalleista*
- *Mahdolliset tulevat asuntomuutokset, pienin asuntotyyppi ehkä jäämässä pois*

Suunnittelukokouksia pidettiin säännöllisin väliajoin ja aina, kun katsottiin tarpeelliseksi ongelmien ratkaisemisen ja kysymysten osalta.

### 3 SÄHKÖTEKNINEN SUUNNITTELU

Sähkösuunnittelu on osa rakennushanketta, ja etenee hyvin samalla periaatteella, kuin rakennushankekin. Tässä opinnäytetyössä en käy erikseen läpi esim. tarjouspyyntöä, hankesuunnittelua tai luonnossuunnittelua, vaan seuraavissa kappaleissa keskitytään toteutussuunnitteluun.

#### 3.1 Liittymän mitoitus ja nousujohtokaavio

Liittymän mitoitus oikean kokoiseksi on tärkeä osa sähkösuunnittelua. Nousujohtokaaviosta selviää liittyminen jakeluverkkoon, kaikki järjestelmän sähkökeskukset ja niiden välinen kaapelointi.

##### 3.1.1 Liittymän mitoitus

Sähköliittymän mitoittaminen on teknistaloudellinen optimointitehtävä. Huomioitavaa on sähkön saannin varmistaminen, tulevaisuuden sähkötehon tarpeet ja muutostarpeet. Huomioitavaa on myös se, että liittymän tarpeeton ylimitoittaminen ei ole taloudellisesti järkevää. (Tiainen, 2015, s. 15)

Huipputeho laskettiin ST-kortin 13.31 esittämällä tavalla, kaavalla 1:

$$Ph = B + 24 \times \frac{A}{1000} \quad (1)$$

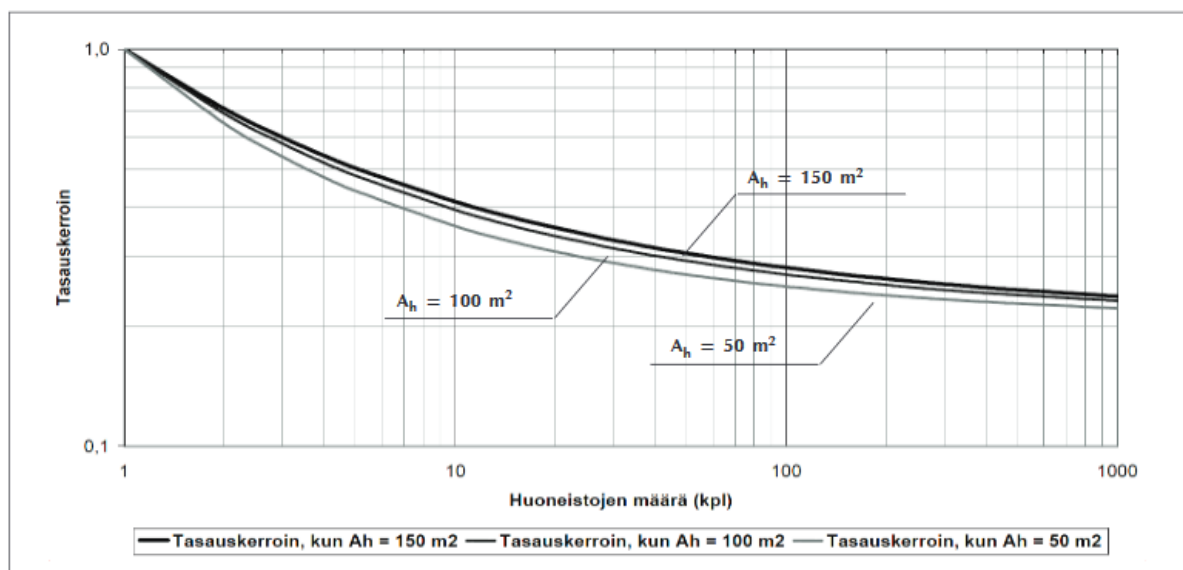
kerrosalan ollessa alle 2500 neliometriä kaavan  $B$  korvataan arvolla  $Bx$ , kaava 2:

$$Bx = \frac{Atod}{2500} \times B \geq 30 \quad (2)$$

Käytetyissä kaavoissa otetaan huomioon huoneistokohtaiset kiukaat. Lämmitysmuodon ollessa kaukolämpö, ei tarvitse lämmityksen sähkötarvetta juurikaan huomioida. Valaistuskuormana käytettiin arvoa 10 w/m<sup>2</sup>.

Huipputehon laskeminen suoritettiin Exceliin tehdyllä laskimella. Yhden asunnon keskimääräiseksi huipputehoksi tuli n. 12,5 kW, joka on melko tyypillinen lukema perinteisen sähköisen varustetason, kiukaalliselle kerrostaloasunnolle. Yhteen laskettu asuntojen kokonaishuipputeho pienenee tasauskerrointa käyttämällä, joka ottaa huomioon sen, että asunnoissa ei ole koskaan samanaikaisesti huippukuormitus. Tasauskertoimena käytettiin lukua 0,35. Lopullinen kiinteistön arvioitu maksimiteho saatiin laskemalla kaikki asunnot yhteen, ja tästä saatiin laskettua maksimivirta  $I_{max}$ .

Maksimivirran perusteella valitaan pääsulake, joka on seuraava maksimivirtaa suurempi koko. Pääsulakkeen takana on kaikki liittymän sähkölaitteet. Liittymän maksimivirraksi laskettiin n. 78 A. Liittymän päävarokkeiksi valittiin 3 x 80 A kahvasulakkeet.



Kuva 3 Tasauskerroimet huoneistojen välille keskimääräisillä huoneistopinta-aloilla (Kuva: ST 13.31, 2018)

### 3.1.2 Nousujohtokaavio

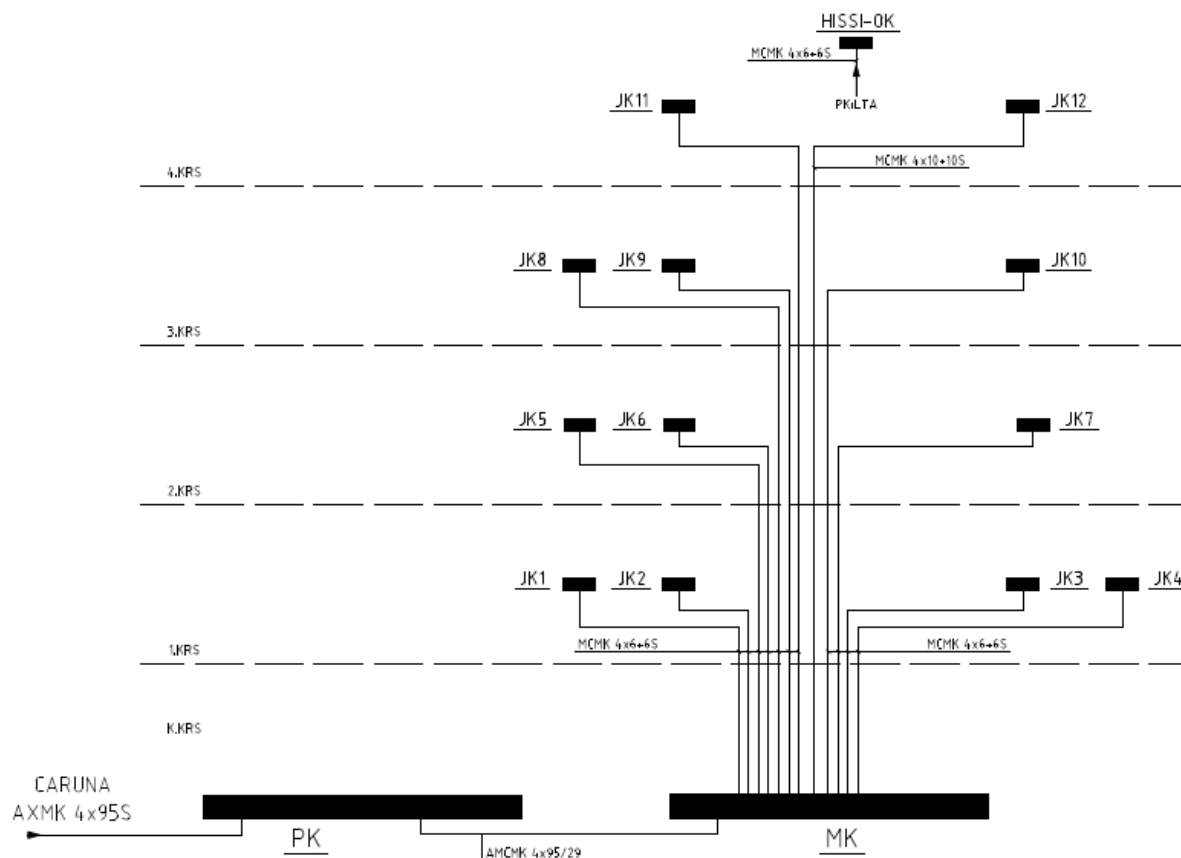
Nousujohtokaaviossa (pääjohtokaavio) kuvataan liitäntä sähköjako- ja jakeluverkkoon, pääkeskus, mittauskeskukset, jako- ja ryhmäkeskukset, ja mahdolliset muut sähkökeskukset sekä niiden kaapelointiperiaate ja käytettävät kaapelityypit.

Tässä kohteessa liittymäkaapeliksi valittiin AXMK 4x95S, joka riittää helposti valituille 80 A pääsulakkeille, kaapelin pituus huomioon ottaen. Kaapelia mitoittaessa täytyy ottaa huomioon kaapelin kuormitettavuuden riittäminen, ja oikosulkuvirta. Eri verkkoyhtiöillä on omat kaapelityypinsä, joita yhteisellä verkkoyhtiöllä on tapana käyttää, esimerkiksi Carunan suosimista kaapeleista tässä kohteessa taulukon mukaan valittu kaapeliksi tulee alussa mainittu AXMK 4x95S..

Taulukko 1 Suositeltu liittymisjohto ja poikkipinta-ala (Caruna, Urakoitsijaohje 2019)

Päävaroke (A)	Oikosulkuvirta (A)
3x25–3x35	AXMK 4x25 mm <sup>2</sup>
3x35–3x63	AXMK 4x50 mm <sup>2</sup>
3x63–3x125	AXMK 4x95 mm <sup>2</sup>
3x125–3x200	AXMK 4x150 mm <sup>2</sup>
3x200–3x250	AXMK 4x240 mm <sup>2</sup>

Asuntojen jakokeskukset on kaapeloitu MCMK:lla joka on poikkipinnaltaan 6 mm<sup>2</sup>, joka riittää kuormitettavuudeltaan 25 A:n pääsulakkeille. Ylimmän asuinkerroksen muita asuntotyyppisiä isomman asunnon osalta on varauduttu myös suurempaan sähkönkulutukseen, 10mm<sup>2</sup> -MCMK:lla.



Kuva 4 Nousujohtokaavio

## 3.2 Asemapiirustus

### 3.2.1 Asemapiirustus yleisesti

Asemapiirustuksessa kuuluu esittää seuraavat asiat:

- pääkeskuksen ja suurjännitekojeiston sijainti, eli liittymä
- kaapelireitit, kaapeleiden suojausputkitukset, sekä kaapeleiden vetokaivot koordinaatiston tai kiinteisiin maastopisteisiin mitoitettuna.
- kaapelien tyypit (maa – ja ilma-kaapelit)
- kyseisillä kaapeleilla syötettyjen sähkölaitteiden sijainti
- maadoitusjohtimet ja -elektrodit
- valaisin-, laite-, ja lämmitinpositiot, joiden tarkempi määrittelmä löytyy esim. luetteloista (ST 13.30, s. 7)

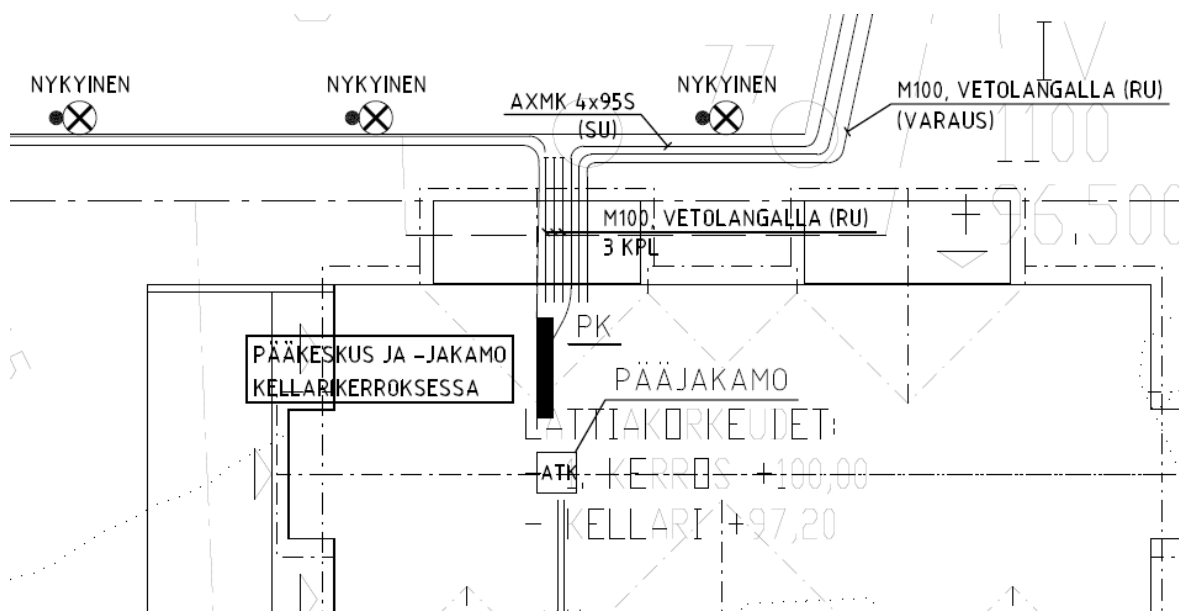
Liittymiskohta löytyy viereisen kerrostalon nurkilta, melko läheltä suunniteltavaa kohdetta. Aivan suorinta ja lyhintä reittiä kaapelia ei kannata kaivaa, koska silloin jouduttaisiin parkkipaikkaa ja asvalttia avaamaan enemmän. Pienen kiertolenkin kautta päästään operoimaan pehmeällä maalla.

Verkkoyhtiö tuo kaapelin pään tontin nurkalle, ja liittää sen kiinteistön pääkeskukselta tulevaan AXMK 4X95S kaapeliin. Asemapiirustuksen mittakaava on 1:200, joka on melko tyypillinen mittakaava asemapiirrokselle.

Aemasuunnittelussa on yleisesti hyvä ottaa huomioon mahdollisesti hyvinkin pitkät kaapelivedot. Jännitehäviön laskemisella voidaan varmistaa, että käytetty kaapelityyppi on riittävä kooltaan ja jos ei, niin tarvittaessa vaihdetaan kaapelityyppiä isompaan.

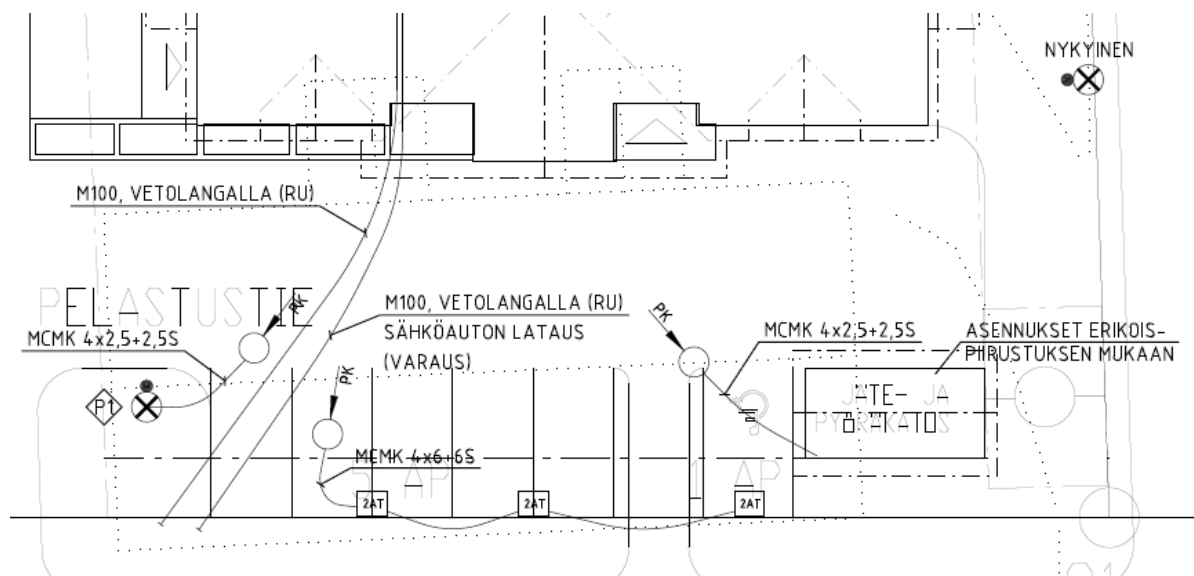
### 3.2.2 Asemapiirustus valaistuksen osalta

Piha-alueen valaistusta suunniteltaessa kävimme vanhemman sähkösuunnittelijan kanssa paikan päällä tutkimassa nykyisten tontin vierellä olevien samantyylisten kerrostalojen pihapiirin valaistusta. Huomasimme, että viereisten rakennusten pollarivalaisimet ulottuvat hyvin nyt suunnitteilla olevan kohteen vaikutusalueeseen, joten pollarivalaisimien lisääminen tämän kohteen pihapiiriin nähtiin tarpeettomaksi, eikä niille olisi järkevää vapaata tilaa olisi tontilla ollutkaan.



Kuva 5 Kuvankaappaus asemapiiruksesta, missä nähdään pääkeskus ja liitännöjä, sekä nykyisiä viereisen kiinteistön pollarivalaisimia

Sen sijaan suunnittelimme vierasparkkipaikalle yhden 4 metrisen pylväsvalaisimen, jonka katsoimme riittäväksi vierasparkkipaikan valaistukseen. Kerrostalon sisäänkäynnin puolella olevat seinävalaisimet valaisevat kulkua asunnolle.



Kuva 6 Kuvankaappaus asemapiirustuksesta, positio P1 on parkkipaikan pylväsvalaisin

Asukkaiden käytössä oleva yhdeksän paikkainen autokatos saa valaistuksensa katossa olevista liiketunnistimilla ohjatuista valaisimista. Autokatoksen ja jätekatoksen sähköistyksestä löytyy erilliset tasopiirustukset, eikä niiden sähköasennuksia käsitellä sen tarkemmin asemakuvassa, muutoin kuin syöttökaapelien osalta.

### 3.3 Tasopiirustukset

Rakennusten taso-/asennuspiirustuksissa näytetään alla luetellut asiat:

- laitteiden ja komponenttien sijoitukset ja asennustapa joko pintaan tai upotettuna
- järjestelmäkojeiden positiot, joiden perusteella tarkempi määrittely löytyy luetteloista
- kaapeleiden vaatimat hylly-, kouru-, kisko- ja kanavareitit
- johdotukset asennustapoineen

(ST 13.30, s. 7)

Kaapeloinnin osalta kaikkia heikkovirtajärjestelmiin kuuluvia kaapelointeja ei näytetä, esim. antenni- ja yleiskaapelointi. Kyseisistä järjestelmistä löytyy erilliset järjestelmäkaaviot.

Kerrostalon sähköisestä varustetasosta löytyy ohjeistus ST-kortista 25.21. Kortissa otetaan kantaa valaistukseen, pistorasioiden sijaintiin ja määrään, sekä muihin liittyviin asioihin. Esimerkiksi

eteistiloista on hyvä löytyä vähintään yksi 2-osainen pistorasia, ja eteinen on varustettava laadukkaalla ja hyvällä valaistuksella, jota ohjataan perinteisellä kytkinohjauksella. Olohuoneen antenni-, pisto- ja tietoliikennesasiat on pyrittävä sijoittamaan niin, että kalusteet on mahdollista sijoittaa useilla eri tavoilla. Kyseinen ST -kortti toimii hyvänä ohjeena asuinkerrostalon perusvarustusta suunnitellessa.

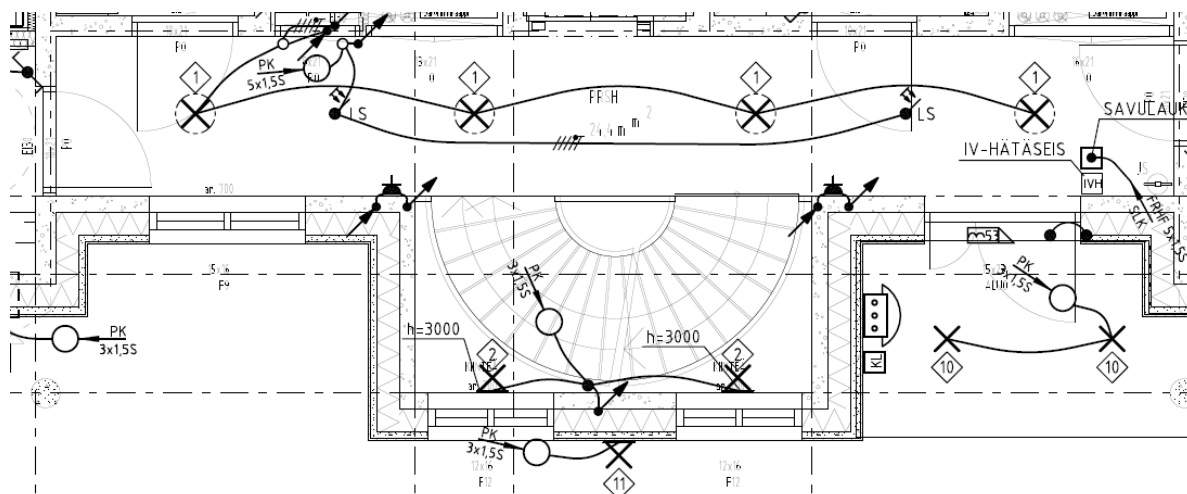
Tasopiirustusten laatimista helpotti ao. kerrostalon asuntojen keskinäinen samanlaisuus kerrosten välillä. Kaikkea ei tarvinnut jokaisen asunnon kohdalla aina suunnitella, tai piirtää uudelleen.

### 3.3.1 Ensimmäisen kerroksen porraskäytävä

Tässä kappaleessa otetaan lähempään tarkasteluun ensimmäisen kerroksen ensimmäinen asunto ja porrashuone, sekä niiden sähköistys.

Porrashuoneen valaistus on toteutettu läsnäolotunnistimin, joita on kaksi kappaletta, sijoiteltuna mahdollisimman laajan tunnustusalueen ja toimivan valaistuksen ohjauksen toteuttamiseksi. Läsnaolotunnistin lisää käyttömukavuutta ja tuo energiansäästöjä, kun valot eivät jää turhaan päälle vaan sammuvat liiketunnistimeen asetetun ajan kuluttua. Siivospistorasioita on kaksi kappaletta. Muiden kerrosten porraskäytävät on toteutettu täysin samalla periaatteella.

Käytävältä löytyy painikkeet ilmanvaihdon hätäpysäytykseen ja savunlaukaisu luukkujen avaukseen. Sisääntulon valaistus on aikaohjattu valvonta-alakeskuksen (VAK) avulla.



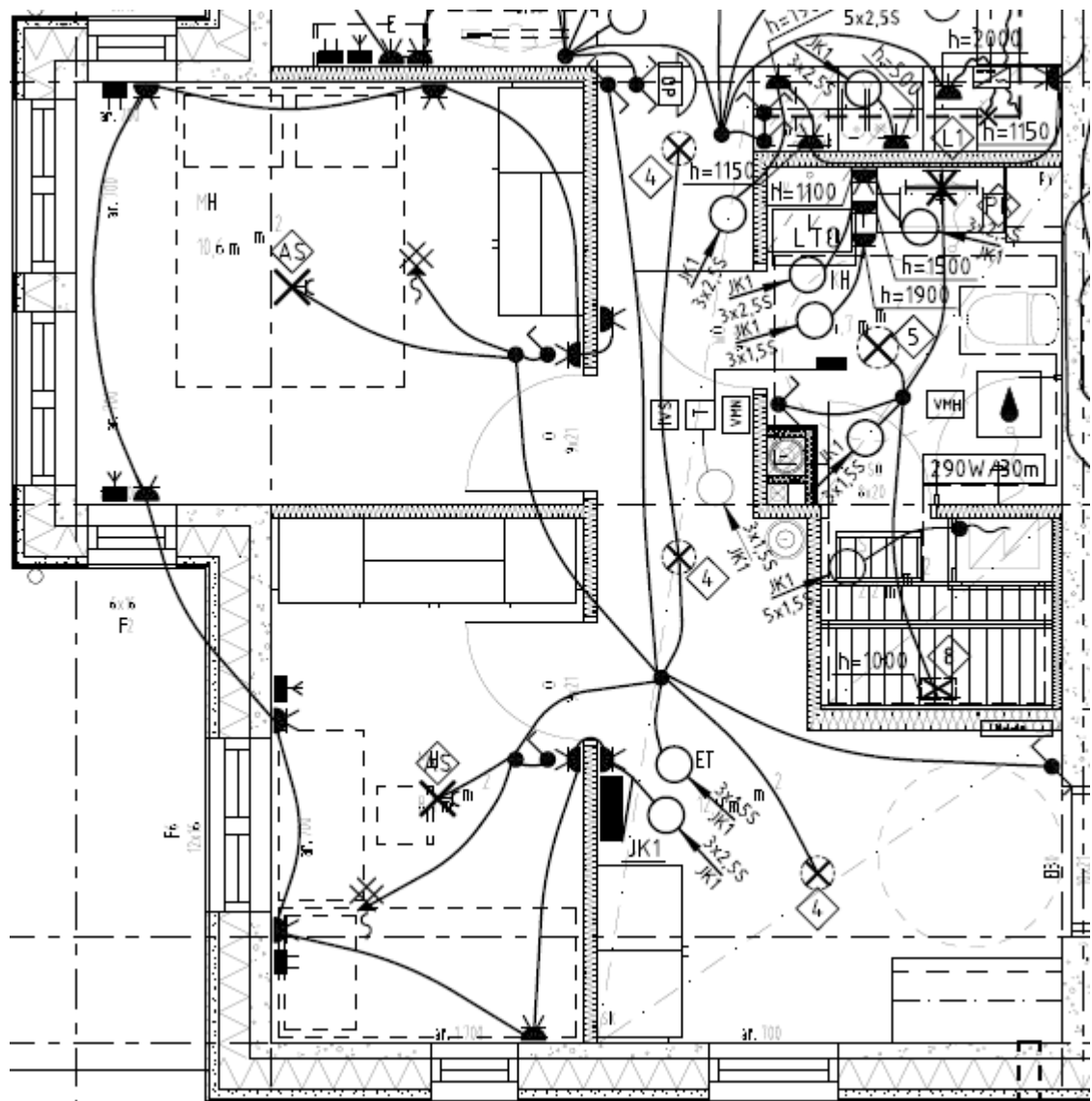
Kuva 7 1. kerroksen porrashuone

### 3.3.2 Asunto as.1

Tässä kappaleessa otetaan lähempään tarkasteluun ensimmäisen kerroksen ensimmäinen asunto ja sen sähköistys.

Eteisestä löytyy asunnon sähkökeskus, JK1. Eteisen ja käytävän valaistus on yhdistetty ja toimii kahdella 6-kytkimellä. Eteisestä löytyy yksi pistorasia, heti sähkökeskuksen vierestä. Makuuhuoneiden varusteluun kuuluu antenni ja atk -pisteet, useiden pistorasioiden lisäksi. Valaistus on toteutettu yksinkertaisesti yhdellä valaisinpistorasialla, joka on sijoitettu keskelle huonetta. Kaikkiin makuuhuoneisiin on sijoitettu palovaroitin.

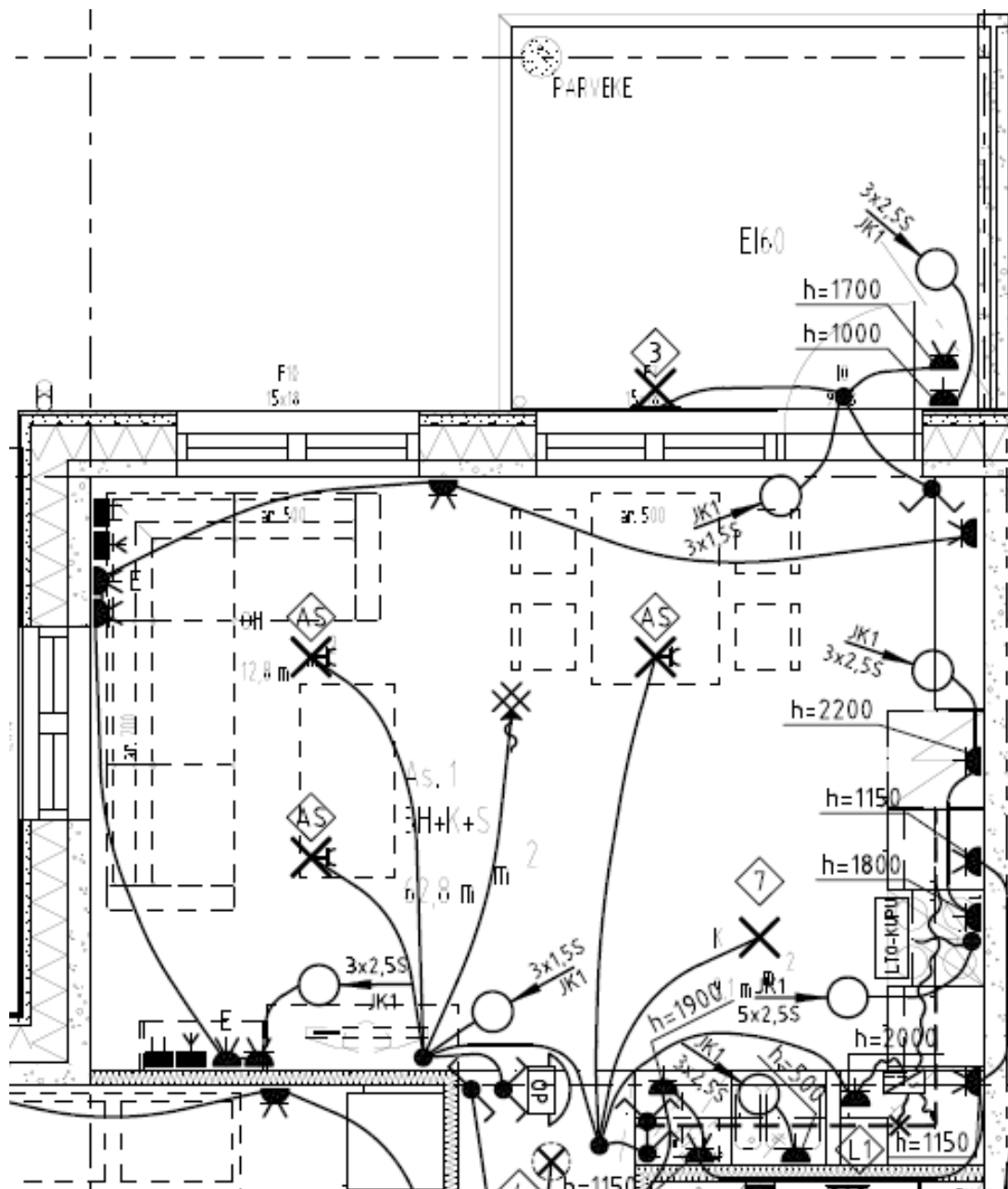
Käytävällä kylpyhuoneen oven vieressä on kylpyhuoneen sähköisen lattialämmityksen termostaatti, ilmanvaihdon säätö sekä huoneistokohtaisen vedenmittauksen näyttölaite. Kylpyhuoneesta löytyy erilliset pistorasiaryhmät kuivausrummulle, pyykinpesukoneelle ja vessan yleispistorasialle. Kylpyhuoneen asennuksissa ja myös suunnittelussa on huomioitava, että kyseessä on kostea tila.



Kuva 8 Asunnon nro. 1 eteinen, makuuhuoneet, kylpyhuone, sauna ja käytävä

Olohuone toteutettiin kolmella valaisinpistorasialla. Näin ollen erilaisilla huonekalujen järjestyksellä saadaan kuitenkin valaistus toteutettua järkevästi. Yleiskaapelointi- ja antennipisteitä löytyy molempia kaksi kappaletta eri seiniltä, mahdollistaen television sijoittelun eri paikkoihin sekä lyhyet liitäntäkaapelit. Ovipuhelin löytyy keskeiseltä paikalta käytävältä, ja kuuluu varmasti hyvin olohuoneen puolelle.

Keittiössä on katossa valaisin, ja led-nauha kaapistojen alapuolella toimii tasovalona. Led-nauhan muuntaja voidaan sijoittaa keittiökaapin ylimmälle hyllylle. Pistorasioita on varatta jokaiseen vapaalle työtasolle yksi kappale. Uunille/liehelle, astinpesukoneelle ja jääkaappipakastimelle on omat ryhmänsä.



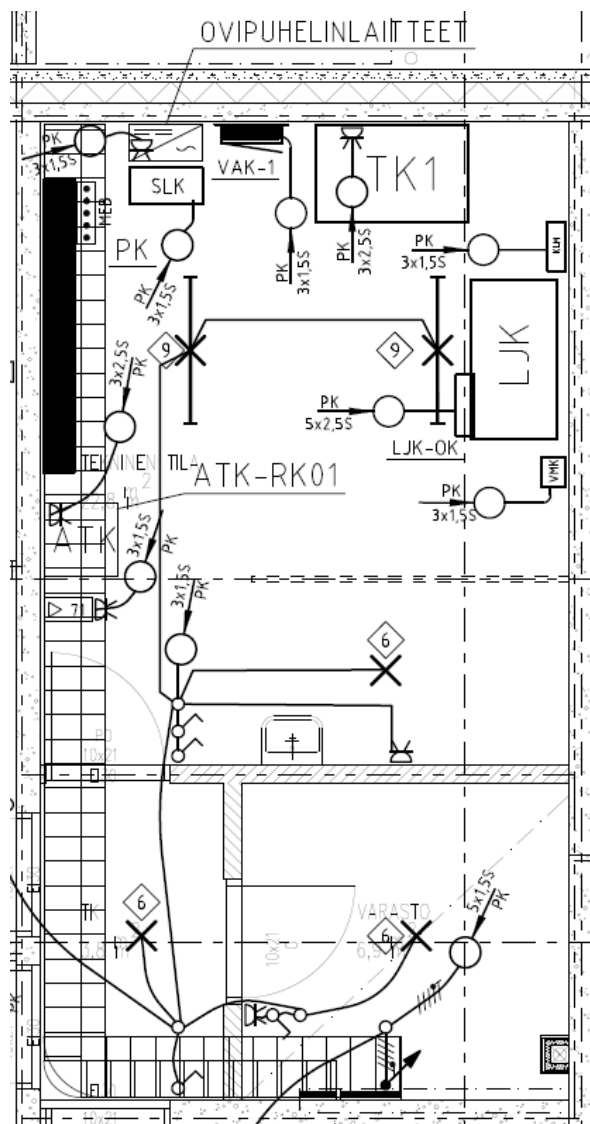
Kuva 9 Asunnon nro. 1 olohuone, keittiö ja parveke

### 3.3.3 Kellarikerroksen tekninen tila ja varasto

Kellarikerroksessa sijaitseva tekninen tila on kooltaan 22,8 m<sup>2</sup>. Usein tekninen tila saattaa käydä ahtaaksi, ja sähkösuunnittelijan täytyy osata vaatia arkkitehdilta keskuksille, ja muille sähkölaitteille tarvitsemansa tila. Tässä kohteessa tilaa oli alun alkaen aivan riittävästi sähkösuunnittelijan tarpeisiin.

Teknisestä tilasta löytyy talon sähköpääkeskus. Viereisellä seinällä on ilmanvaihtokone TK1, ja sen viereistä löytyy kaukolämmön lämmönjakopaketti. Muita laitteita ovat yleiskaapeloinnin talojakamo, antenniverkon päävahvistin, valvonta-alakeskus vak-1, savunpoistojärjestelmän ohjauskeskus, vedenmittauksen keruuyksikkö ja kaukolämmön mittaus.

Kaapelointi tapahtuu 500mm leveällä tikashyllyllä, joka johtaa pääkeskukselta kohti rakennuksen nousukilua. Nousukilusta kaapelit jatkuvat ylempiin kerroksiin 200mm ja 500mm leveiden pystyhyllyjen kautta.



Kuva 10 Kuvankaappaus kellarikerroksen tasopiirustuksesta

### 3.4 Telekaaviot

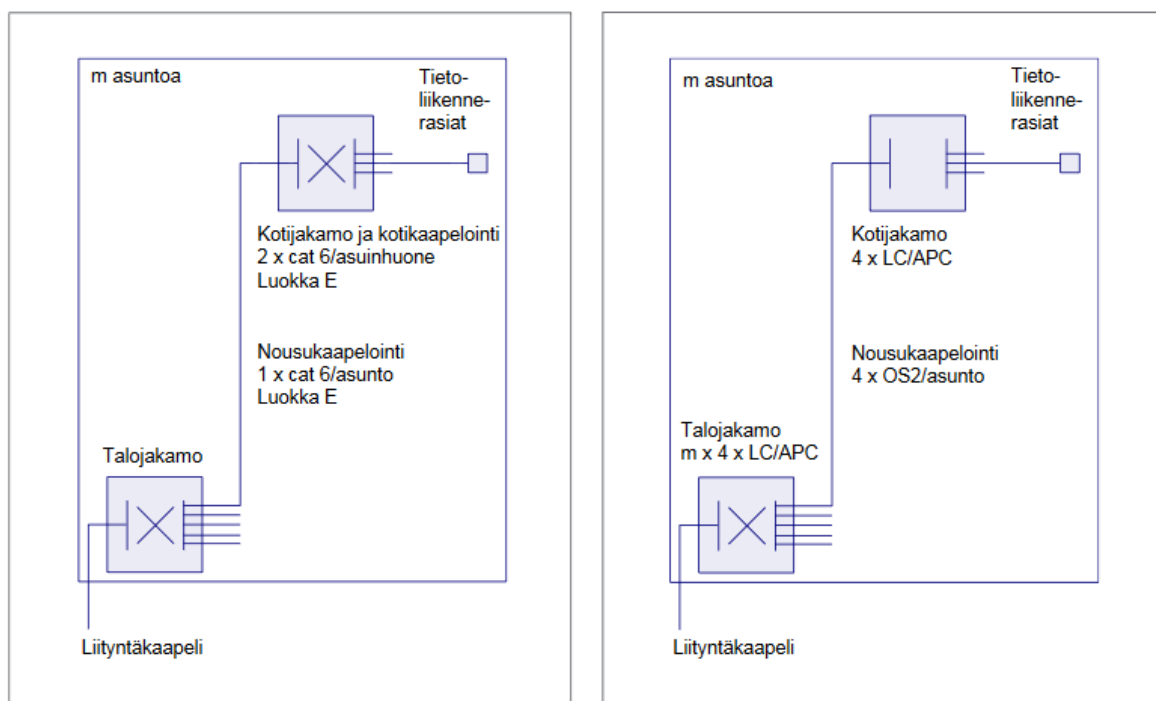
#### 3.4.1 Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapelointijärjestelmällä tarkoitetaan optisella- ja parikaapeloinnilla toteutettua, yleiskaapelointistandardien mukaista eri tietoliikennejärjestelmien käyttöön soveltuvaa sisäverkkoa. Sisäverkko on määrämuotoinen, ja sitä käytetään päätelaitteiden liittämiseen yleiseen kiinteään viestintäverkkoon ja joka tukee suurta joukkoa sovelluksia ja viestintäpalveluja. Yleiskaapelointijärjestelmä kattaa myös telekaapeilla tehdyn aluekaapeloinnin. (ST 681.11, s. 3)

Viestintäviraston määräys 65 M käsittelee kiinteistöjen sisäverkkoja, yleiskaapelointijärjestelmää, yhteisantenniverkko ja -järjestelmää.

Yleiskaapelointi suunniteltiin niin, että yhden kellarikerroksessa sijaitsevan talojakamon perässä ovat kaikkien asuntojen kotijakamot. Kaapelivalinnassa päädyttiin suojaamattomaan (U/UTP) kategoria 6A:n parikaapeliin. Suojaamaton riittää tässä tapauksessa ja nopeudeltaan CAT 6A voidaan arvioida täysin riittäväksi. CAT 6A kaistanleveys on 500 MHz, kun taas CAT 6 -kategorian kaapelissa kaistanleveys on puolet tästä, eli 250 MHz. (Warren & Brown Technologies, 2019)

Nousukaapelointi suunniteltiin hybridikaapelilla 4xOS2+CAT6 U/UTP. Hybridikaapelissa on samassa paketissa optinen monimuotokaapeli sekä parikaapeli, vähentäen näin erillisten kaapeleiden vedosta aiheutuvaa ylimääräistä työtä. Datapisteitä tuli asuntoihin 2-5 kappaletta, asunnon koosta riippuen.



Kuva 11 ST-kortin 681.11 kuva esittää yhden kerrostalon asuinkiinteistön optista- ja parikaapelointia

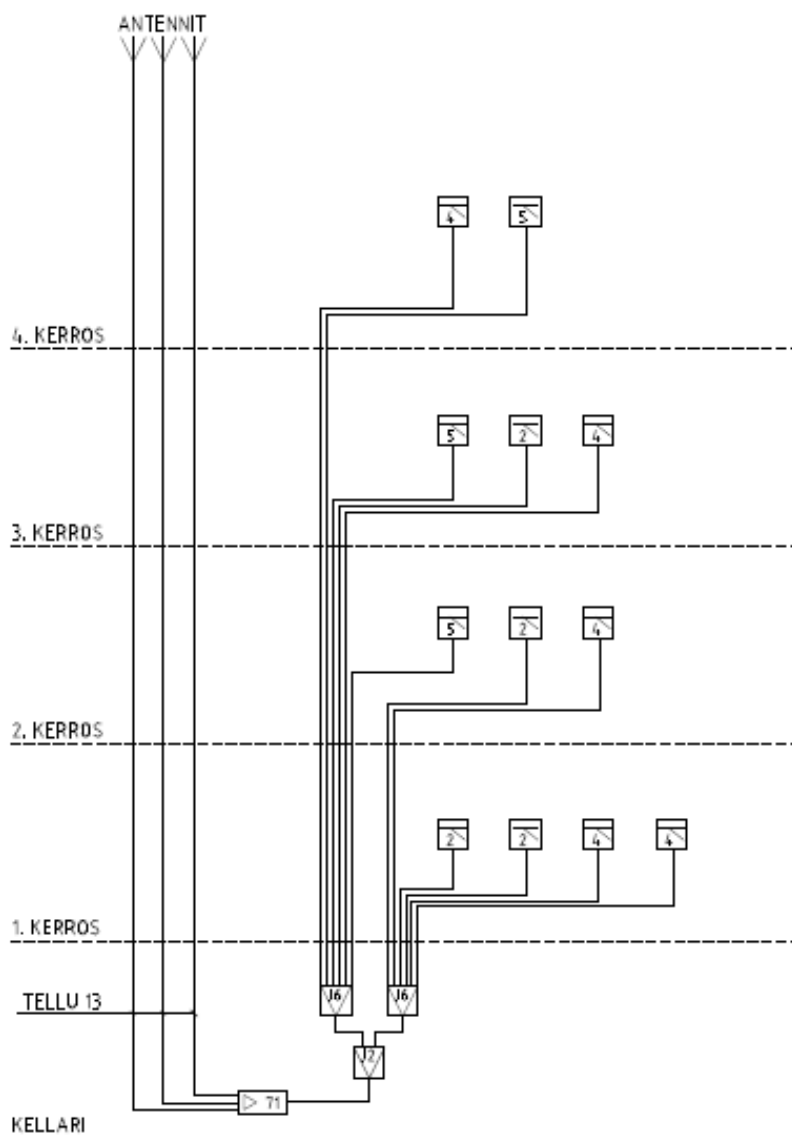
### 3.4.2 Antennikaavio

Suunnittelun perustana oli tähti 1000 -verkko, ja ST 621.10. Viestintäviraston määräyksestä 65 M löytyy tarkat ohjeistukset antenniverkolle ja -järjestelmälle. Näitä tietoja ja määräyksiä käytettiin suunnittelun perustana.

Antenniverkon vaimennus laskettiin yksinkertaisella Excel -ohjelmalla. Kaapeleiden, antennirasioiden, jaottimien ja haaroittimien vaimennus otettiin huomioon. Komponenttien vaimennus vaihtelee valmistajien välillä, eli laskuissa on tiedettävä käytettävät komponenttityypit. Huomioitavaa on mm. lähimmän ja kauimmaisen pisteen vaimennuksien ero toisiinsa, yli 20 dB ero pisteiden välillä on liian

paljon. Antennijärjestelmää suunniteltaessa on otettava myös muita asioita huomioon, kuin pelkästään komponenttien ja kaapelien vaimennus, esimerkiksi riittävä antennin vahvistus.

Antennijärjestelmän suunnittelussa päädyttiin yhteisantenniin, kaapeliverkon sijasta. Kaapeliverkon toimivuus kyseisellä paikkakunnalla on saamani tietojeni mukaan huonohko, ja yhteisantennijärjestelmä oli myös tilaajan mielestä hyvä valinta. Myös viereiset samantyylliset kerrostalot on toteutettu yhteisantennilla.



Kuva 12 Kuvankaappaus antennikaaviosta (antennirasioita ei esitetty)

### 3.4.3 Ovipuhelinkaavio

Ovipuhelinjärjestelmäksi suunniteltiin Avalarm Oy:n BPT MTM X1 kuvallinen ovipuhelinjärjestelmä. Kyseinen video-ovipuhelinjärjestelmä perustuu väyläteknikkaan, eli samassa kaapelissa kulkee kaikki

tarvittava informaatio. Maksimikaapelietäisyys on kauimmalle vastauspuhelimelle 150m, ovipuhelinten määrä on maksimissaan 150 kpl ja ovipaneeleissa 3 kpl. Jos tämän järjestelmän rajat tulevat vastaan, voidaan siirtyä X1 järjestelmän sijasta siirtyä Xip -järjestelmään (Avalarm Oy, ei pvm)

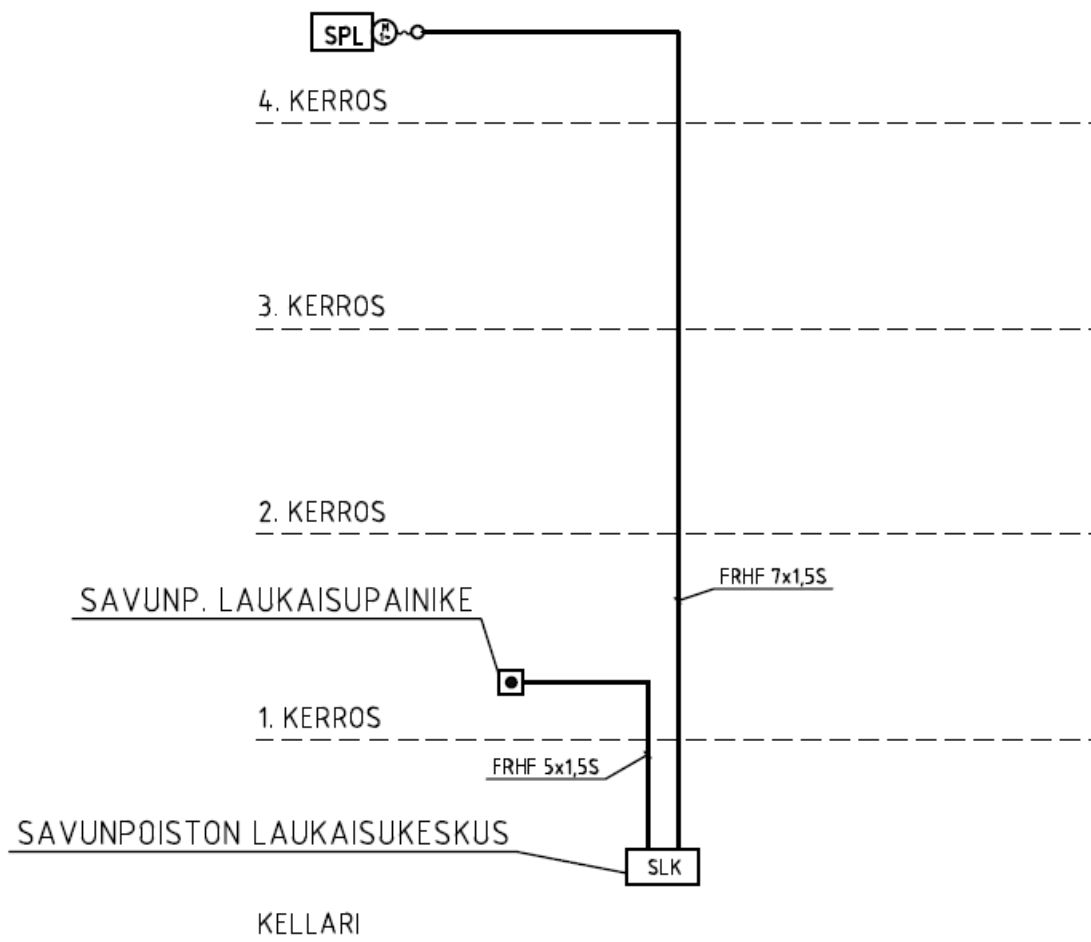
Kerroskohtaisia videojakajia suunniteltiin 3 kappaletta, josta 4. kerroksen asunnot liitetään 3. kerroksessa sijaitsevaan jakajaan. Kaapeloinniksi keskuslaitteelta videojakajille ja sieltä eteenpäin ovipuhelimille riittää 1-parikierteinen kaapeli, esim. KLM, JAMAK, NOMAK. Kaapeliksi valikoitui KLM 2x0,8.

### 3.5 Savunpoistojärjestelmä

Savunpoistojärjestelmällä tarkoitetaan savunhallintajärjestelmää, jonka tarkoitus on poistaa rakennuksesta savua ja lämpöä palon sattuessa, ja näin lisätä kohteen paloturvallisuutta.

Tämän kohteen suunnittelussa noudatetaan savunpoistotasoa II, joka tarkoittaa savunpoistoon tarkoitettua luukkua/ikkunaa tai molempia, jotka avataan palokunnan toimesta helposti saavutettavasta paikasta, joka voi olla esim. ohjauskeskuksessa oleva painonappi. (ST 666.10, 2019, s. 4)

Suunnitelmassa karamoottorilla toimiva savunpoistoikkuna sijaitsee rakennuksen 4. kerroksessa, ja sen ohjaukseen käytetään kaapelointina palonkestävää FRHF 7x1,5S kaapelia. Savunpoiston ohjauskeskus sijaitsee kellarissa ja savunpoiston laukaisupainike sijaitsee keskeisellä paikalla 1. kerroksessa. Painikkeelle savunpoiston ohjauskeskukselta tuleva kaapeli on tyypiltään palonkestävä FRHF 5x1,5S. Keskuksen toiminta on akkuvarmennettu.

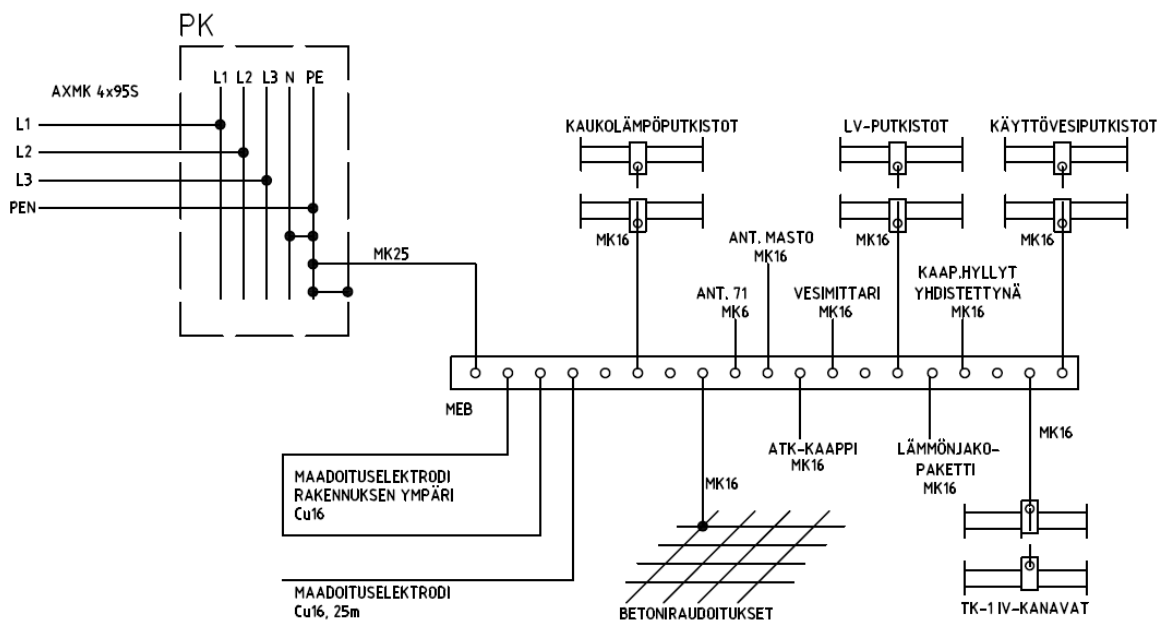


Kuva 13 Kuvankaappaus savunpoistojärjestelmästä

### 3.6 Maadoituskaavio

Maadoitukset ja potentiaalintasaukset ovat tärkeä osa sähkölaitteistoa. Sähköturvallisuuden kannalta maadoitusten ensisijaisena tarkoituksena on rajoittaa vikatapauksissa esiintyviä kosketusjännitteitä ja askeljännitteitä. (Sähköinfo Oy, 2017, s. 285)

Maadoituskaaviossa esitetään päämaadoituskisko, ja asuntokohtaisten keskuksien maadoituskisko sekä niihin liitetyt johtimet. Päämaadoituskiskoon (MEB) liitetään suunnitelmassa MK 16mm<sup>2</sup> johtimella betoniraidoitukset, maadoituselektrodi, johtavat putkistot/kanavat, antennimasto, sekä muut maadoitukseen kuuluvat osat. Asuntokeskuksissa maadoituskiskoon (EB) MK 6mm<sup>2</sup> johtimella yhdistetään betoniraidoitukset, antennihaaroitin, RJ45 liitinrima ja huoneiston iv-kanavat.



Kuva 14 Kuvankaappaus maadoituskaaviosta, missä näkyy kiinteistön päämaadoituskisko (MEB).

### 3.7 Keskuskaaviot

Keskuskaaviot täytyy laatia kaikille kohteen sähkökeskuksille, tässä tapauksessa pääkeskukselle, ja asuntojen jakokeskuksille. Keskuskaavioiden tekemiseen käytettiin MagiCAD Electrical - Switchboard Schematics -toimintoa. Kyseisellä ohjelmalla on mahdollista luoda tasokuvaan tehdyistä ryhmistä valmis keskuskaavio, mutta esimerkiksi sähköliittymän pääsulakkeet ym. tiedot lisättiin käsin sekä muut keskuskaavioiden muokkaukset tehtiin käsin. Oikein tehty ja ryhmitelty tasopiirustus mahdollistaa keskuskaavion luomisen nopeasti.

#### 3.7.1 Pääkaavio

Pääkeskus pitää sisällään kiinteistön pääsulakkeet, pääkatkaisijan ja päämittauksen. Asuntojen mitaukset sijaitsevat myös pääkeskuksessa. Pääkeskus on sijoitettu tekniseen tilaan, kellariin.

Keskuksen pääkaaviossa (yleiskaavio) esitetään seuraavat asiat:

- Keskuksen rakenne, ja tekniset tiedot
- Keskuksen tulevat ja lähtevät johdotukset
- Keskuksessa olevat komponentit ja niiden nimellisvirrat (johdonsuojakatkaisijat, vikavirtasuojat, kontaktorit jne.)



Nro	Nimitys	Sulake	Kaapeli	Teho kW
	PÄÄMAADOITUSKISKO		MK25	
	LIITYNTAKAAPELI KYTKINVAROKE	80/250	AXMK 4x95S	
	NOUSU JK1 ASUNTO 1	25/25	MCMK 4x6+6S	
	VARAUS AUTOTALLILLE/ AUTOLAMMITYKSELLE	16C		
	NOUSU JK2 ASUNTO 2	25/25	MCMK 4x6+6S	

Kuva 15 Kuvankaappaus pääkaavion suunnittelunäkymästä

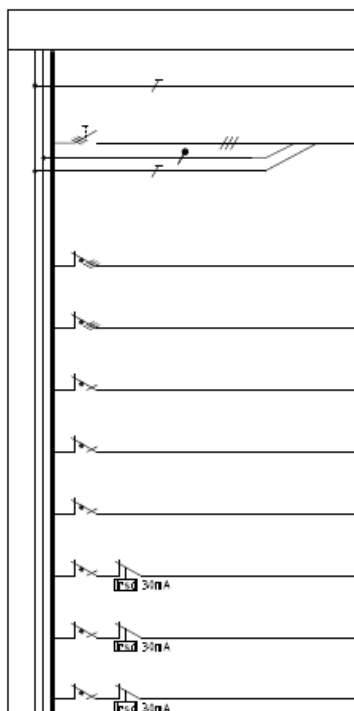
### 3.7.2 Asuntojen jakokeskukset

Jakokeskuksille syöttö tulee asunnon pääkeskukselta, ja jakokeskus toimii asunnon sähkökeskukseksi. Jakokeskuksissa sijaitsee pääkytkin mutta ei asunnon varsinaista pääsulaketta, vaan noususulakkeet sijaitsevat pääkeskuksessa, asuntokohtaisissa nousulähdöissä.

Asuntojen jakokeskuksia on asuntojen lukumäärän mukaisesti 12 kpl. Erilaisia asuntotyyppisiä on 5, joten asuntokeskuksen tyyppisiä on suunniteltu hieman toisistaan poikkeavia 5 kappaletta. Erot ovat lähinnä ryhmittelyssä olevia pieniä eroavaisuuksia.

Ylikuorman, oikosulun ja vikavirran suojana on käytetty yhdistettyjä vikavirta- ja johdonsuojakatkaisijoita (VV-JSK). Yhdistelmien ansiosta vikavirtasuojia on aina ryhmäkohtainen, eikä yhden vikavirtasuojan perässä näinollen ole montaa ryhmää. Johdonsuojan laukaisukäyränä on käytetty B ja C - tyyppiä, ryhmän tyyppistä ja laitteista riippuen. Laukaisuherkkyys ihmisen suojaamiseen vikavirran sattuessa on vaadittu 30mA.

Tavallisia johdonsuojakatkaisijoita ilman vikavirtasuojasta voidaan käyttää lieden, kiukaan ja jääkaappipakastimen lähdöissä. Esimerkiksi jääkaappipakastin on suojamaadoitettu eikä sitä ole tarkoitus siirrellä, ja vikavirtasuojaus ei toisi merkittävää turvallisuushyötyä.



Nro	Nimitys	Sulake	Kaapeli	Teho kW
	POTENTIAALINTASAUSSKIKKO TELELAITEOSASSA		MK6	
	NOUSU MITTAUSKESKUKSELTA PÄÄKYTKIN	40	MCMK 4x6+6S	
	LIESI	16B	MMJ 5x2,5S	
	KIUAS	10B	MMJ 5x1,5S	
	PISTORASIAT, JK/PAK, LT.	16C	MMJ 3x2,5S	
		16C		
		10B		
	PISTORASIA, TELELAITEOSA	16B		
	PISTORASIAT, OH	16B	MMJ 3x2,5S	
	PISTORASIAT, MH:T	16B	MMJ 3x2,5S	

Kuva 16 Kuvankaappaus 1. asunnon jakokeskus -kaaviosta.

### 3.8 Valaisinluettelo

Valaisimet pitää valita ja asentaa valmistajan ohjeiden mukaisesti, ja niiden on täytettävä standardisarjan SFS-EN 60598 vaatimukset. Valaisimien kosketinkiskojärjestelmän on oltava SFS-EN-60570 mukainen. (SFS, 2017, s. 411)

Valaistusvoimakkuus on otettava huomioon ja laskettava esimerkiksi Dialux -ohjelmistolla. Esimerkiksi keittiössä valaistusvoimakkuuden tulee olla vähintään 300 lx. (Standardi EN 12464-1:2011, 2011)

Valaisinluettelo/valaisintaulukko pitää sisällään kaikkien kiinteistöön suunniteltujen valaisimien mallit tarvittavine lisätietoineen, positioiden mukaan järjesteltynä. Valaisinluettelosta selviää valaisimen teho, värilämpötila, valmistaja, lukumäärä, IP -luokka (siltoin kun kyseessä on kostea tila) ja mahdollisesti lisäksi myös valaisinkohtaisia lisätietoja. Jos valaisin vaatii erillisen muuntajan, myös tämä on kerrottu sekä muuntajan teho on annettu.

Lähes kaikki kohteen valaisimet ovat kiinteällä LED -valonlähteellä varustettuja, pl. saunan E27 -kannalla oleva valaisin. Perusteluna saunan valaisimelle on se, että empiiristen havaintojen mukaan led -valonlähteet eivät olisi kovin pitkäikäisiä saunan vaativissa olosuhteissa. Tosin tämän asian suhteen kehitystä on varmasti jo tapahtunut ja tulee tapahtumaan jatkossakin.

Esimerkkikuvassa on asuntojen eteisen valaisintyyppi, positio numeroltaan 4. Upotettava alasvalo tuottaa 820 lumenin valovirran, joka riittää hyvin kompaktin kokosiin eteisiin. Valaisin on suunniteltu kattamaan asuntovalaistuksen perustarpeet. (Ensto, ei pvm)

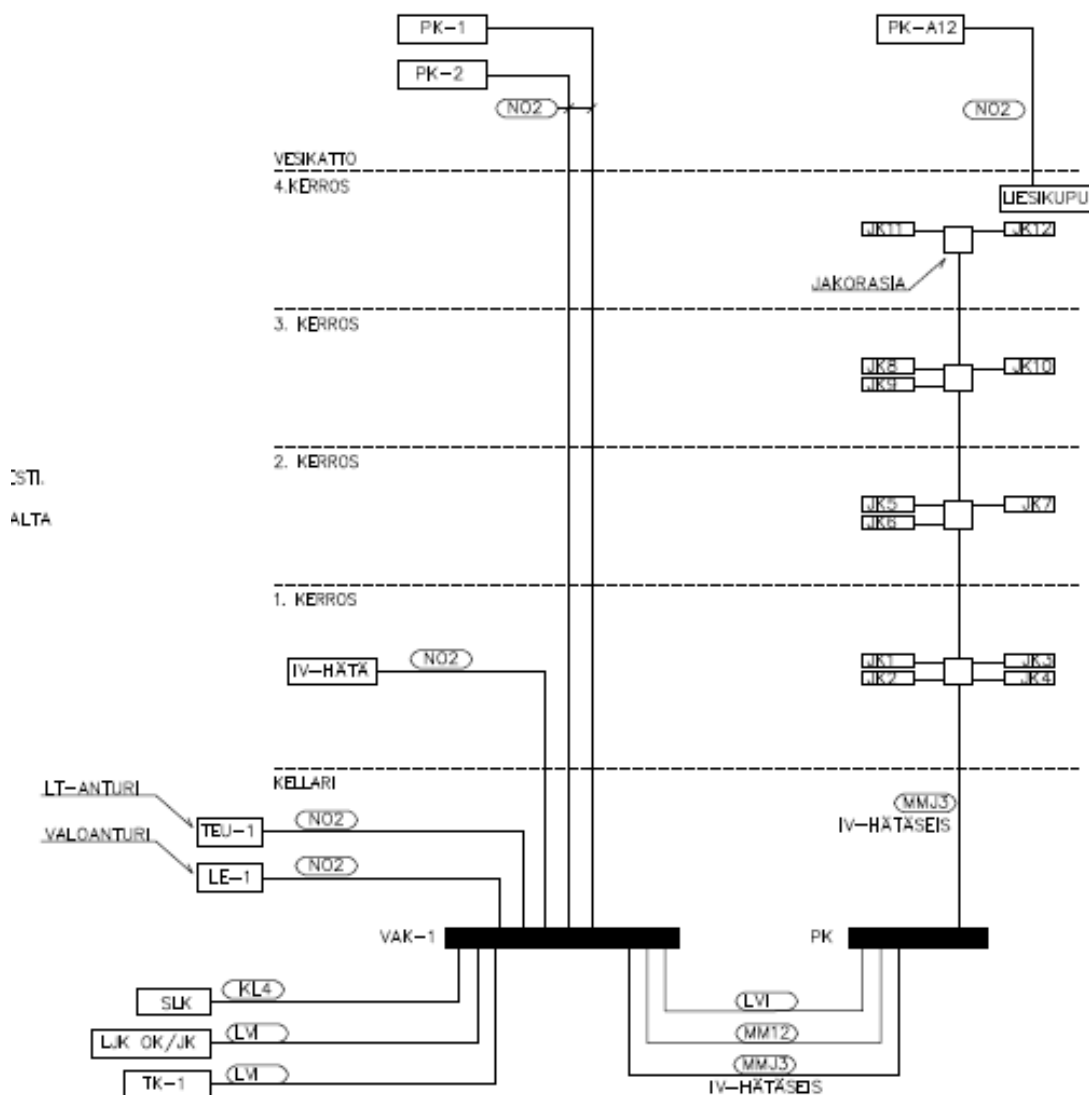


Kuva 17 Ensto Velox -alasvalo (ensto.fi)

### 3.9 Vak -johdotuskaavio ja sähköpisteet

Vak -johdotuskaaviossa esitetään valvonta -alakeskukseen eli VAK:iin liitettävien laitteiden johdotusperiaate ja käytetyt kaapelityypit. Osassa kaapeleita käytetään tunnusta "LVI" joka tarkoittaa, että kyseinen kaapelityyppi täytyy katsoa asianomaisista LVI -kaaviosta, eli se kaapeli ole sähkösuunnittelijan valitsema.

Vak -sähköpisteet -kuvassa näytetään rasti ruudussa -tyyppisesti valvonta-alakeskukseen liittyvät sähkön erillispisteet, niiden ohjelmointitiedot, pisteiden sijainti sekä lisähuomautukset. Esimerkkinä digitaalisesta lähdöstä on rakennuksen julkisivun valaistuksen ohjaus, joka tapahtuu aika-ohjelmalla.



Kuva 18 Kuvankaappaus vak -johdotuskaaviosta

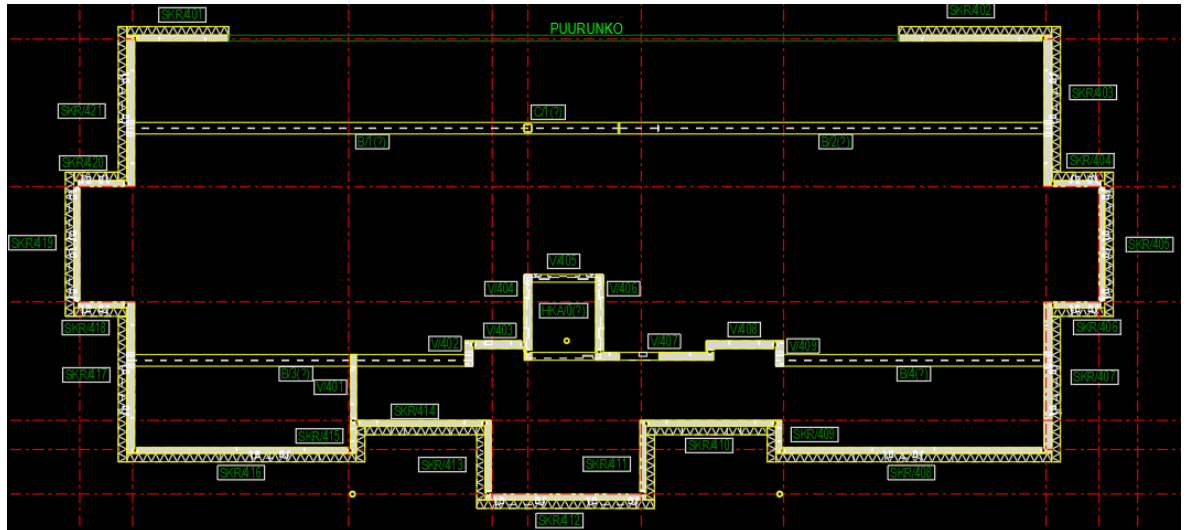
### 3.10 Betonielementtien sähkösuunnittelu

Betonielementin suunnittelussa tarvitaan lähtötietoja monelta eri suunnittelutaholta. Elementtisuunnittelija saa arkkitehdiltä ja rakennesuunnittelijalta tiedon elementin mitoista ja kuormituksista. LVI-suunnitelmista ilmenee elementteihin tehtävät reikävaraukset. Sähköasennusten paikat vastaavasti selviävät sähkösuunnitelmista. Sähkösuunnitelmissa tulee olla aina rasioiden sijainnin mitoitus piirustuksissa ja lisäksi sanallinen selitys työselostuksessa. Keittiö ja märkätiloissa rasioiden paikat on mitoitettava tarkasti, jotta kalusteasennukset onnistuvat.

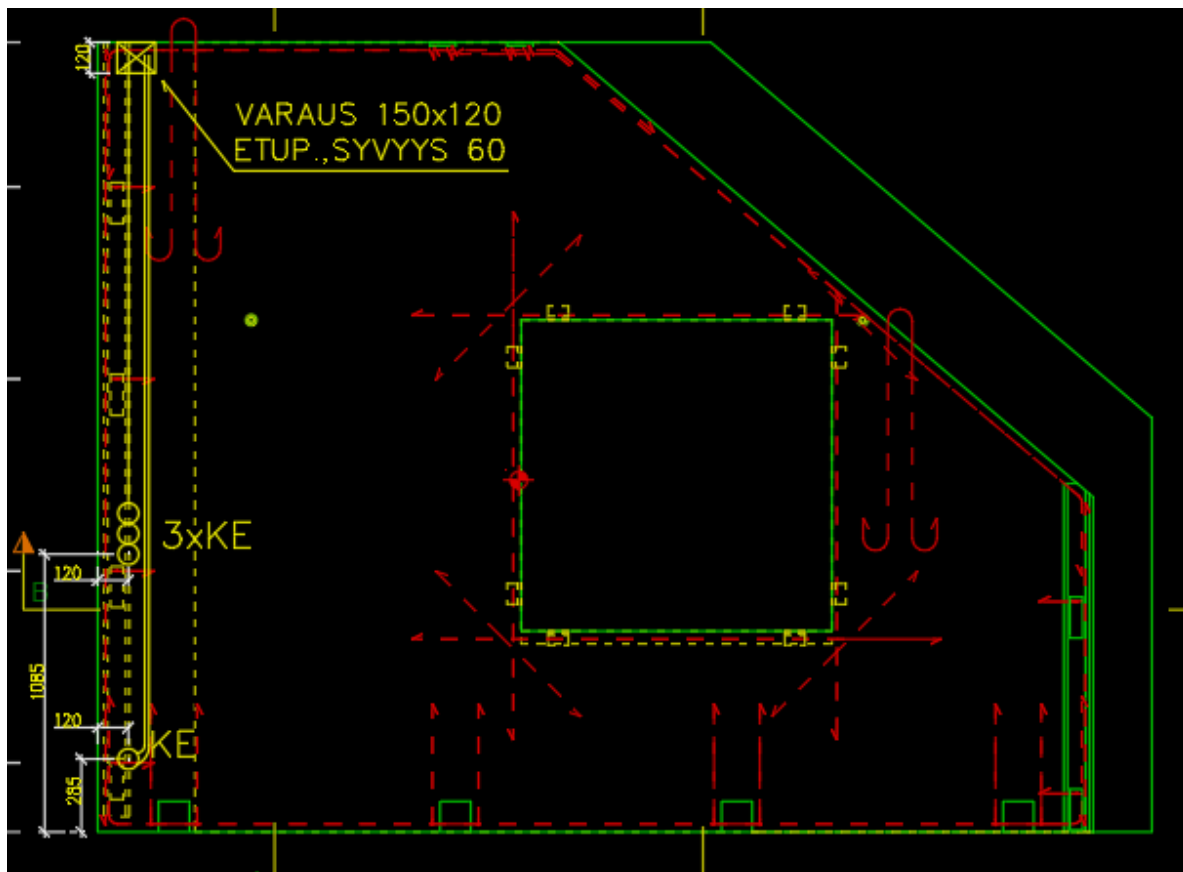
Kaikkien suunnittelijaosapuolien täytyy ottaa huomioon betonielementin rajoitukset, jotta sähköasennuksia ei suunnitella sellaisiin paikkoihin, joihin niitä ei ole mahdollista asentaa, tai niiden asentaminen olisi hyvin työlästä. Elementti- ja sähkösuunnittelijan on tehtävä yhteistyötä, jotta sähköasennukset ja elementin rauditus saadaan sopimaan keskenään, ilman erikoisratkaisuja. (Palolahti, 2011, s. 3)

Osa kohteen seinistä, ja ulkoseinistä lähes kaikki tehdään betonielementeillä. Asennuksista laaditaan kuvat, joiden perusteella elementtitehdas toteuttaa elementit. Tarvittavat varaukset, jakorasiat, kokerasiat, käytettävien putkien koko ja niiden tarkka sijainti tulee ilmetä sähköistetyistä betonielementti -kuvasta.

Elementtikuvien tekemisessä tulee tarkasti huomioida elementin katsomissuunta, eli kummalta puolelta elementti on kuvassa esitetty, ja mikä on lattiataason korkeus. Huolellisella elementtikuvien suunnittelulla asennukset ovat varmasti oikealla puolen elementtiä, ja oikeisiin kohtiin mitoitettuna.



Kuva 19 4. Kerroksen betonielementit tunnuksineen, suunnittelunäkymä. Kuvasta selviää missä yksittäinen elementti sijaitsee. (PIM Oy)



Kuva 20 Keittiön sähköistetty elementti, suunnittelunäkymä

Kuvassa 20 näkyy 4. kerroksen keittiön elementti "SKR\_407" sähköistettynä. Elementin vasemmassa laidassa näkyy 4 kojerasiaa, mistä 3 on varattu kytkimille, ja alhaalla oleva on tarkoitettu pistorasialle. Kirjaimet "KE" tarkoittavat kojerasia etupuoella, eli kojerasia on elementin etupuoella katsomissuunnan mukaisesti. Ylhäällä elementissä näkyy varaus mihin putket päätetään. Varaus on kooltaan 150mm x 120mm, ja syvyydeltään 60mm.

### 3.11 Asiakirjaluettelo

Asiakirjaluettelo/sähköpiirustusluettelo pitää sisällään luettelon kaikista sähkösuunnittelijan laatimista piirustuksista ja dokumenteista, sekä muista suunnittelun asiakirjoista, jotka palvelevat sähköurakoitsijaa, esim. LVI -kaaviot. Asiakirjaluettelosta on nähtävissä dokumenttien projektinumero ja piirustusnumero, alkuperäinen dokumentin laatimispäivämäärä, sekä muutos revisio ja muutoksen päivämäärä. Myös piirustuksen mittakaava/sivumäärä, ja se kenelle kaikille urakoitsijoille kyseinen asiakirja on jaettu, selviää asiakirjaluettelosta.

### 3.12 Sähkötyöselitys

Kohteen sähkötyöselityksenä käytettiin yrityksen sähkötyöselitys -pohjaa, tietyin muutoksin. Sähköselitys on laadittu sähköselityksen laatimisohjeen ST 73.00 mukaan. Sähköselityksen ohjeosassa on annettu erityistietoja hankinnoista, varustelusta sekä asennus- ja tyyppitietoja. Sähköselitys pitää sisällään yleistietoja rakennuskohteesta, ja rakennushankkeen kuuluvien eri osapuolien yhteystietoja.

Sähkötyöselitys sisältää liitteenä kojeluettelon. Kojeluettelosta löytyy sähköurakoitsijan hankintaan kuuluvat kojeet ja laitteet, tässä kohteessa kojeluettelossa oli autolämmityspistorasiat ja asuntojen palovaroittimet. Kojeluettelossa on maininta, että asuntojen kiukaiden hankinta ei kuulu sähköurakoitsijalle, vaan kiukaiden hankinnasta vastaa rakennusurakoitsija (RU).

## 4 SÄHKÖAUTOJEN LATAUS

Sähköautojen lataus nousi puheenaiheeksi suunnittelukokouksessa. Seuraavia kysymyksiä heräsi: *Täytyykö sähköautojen latausmahdollisuuden varautua? Ja jos varaudutaan, niin kuinka monella latauspaikalla? Ja kuka maksaa latauksen mahdollistamisen sekä käytetyn sähkön? Paljonko virtaa tarvitaan, mitä on pikalataus?*

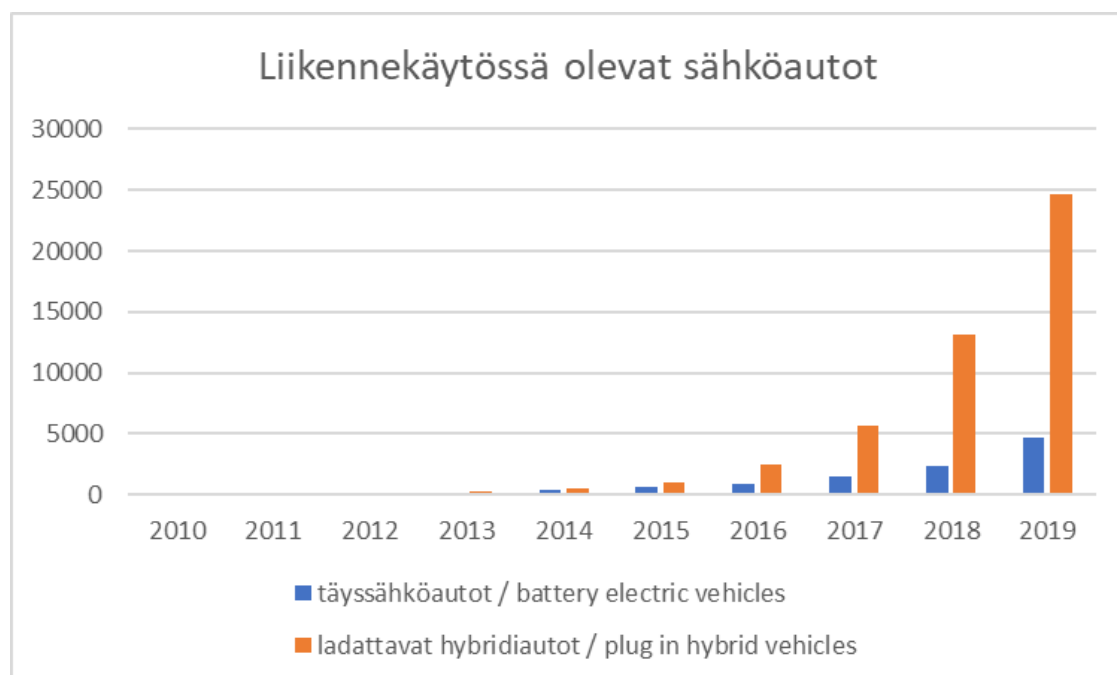
### 4.1 Sähköautot yleisesti

Sähköajoneuvoksi voidaan laskea myös hybridit, joiden pääasiallinen voimanlähde voi olla polttomoottori, mutta sähkömoottori toimii toissijaisena voimanlähteenä. Plug-in-hybridiauto tarkoittaa autoa, jota voi ladata ulkoisista sähkölähteistä. Täyssähköauto tarkoittaa nimensä mukaisesti autoa, joka toimii pelkästään sähkömoottorilla tai -moottoreilla, ja joka saa käyttöenergiansa akkuihin varastoidusta sähköstä.

Täyssähköautojen toimintamatkat ovat viime vuosina pidentyneet, tyypillinen valmistajan lupaama matka on 150 - 300km. Suurilla akuilla toimintamatka voi olla jopa 600 km. (Ympäristöministeriö, 2017)

Sähköautoilun yhtenä haasteena voidaan pitää vielä ainakin toistaiseksi, harvahkoa latausverkostoa. Myös pitkät latausajat aiheuttavat oman haasteensa.

Sähköautot tulevat suurella todennäköisyydellä yleistymään tulevaisuudessa, kun fossiilisten polttoaineiden käyttöä pyritään jatkuvasti vähentämään. Suomen hallitus on linjannut ilmasto- ja energiastrategianaan, että vuonna 2030 Suomessa on 250 000 sähkökäyttöistä autoa. (Tiainen, 2015)



Kuva 21 Sähköautojen kannan kasvu (Luvut: Autoalan Tiedotuskeskus)

## 4.2 Latauksen ratkaisut

Lopputuloksena päädyimme suunnittelemaan varaputket (2 kpl) parkkipaikoille, jotta mahdolliset sähköauton lataukseen vaadittavat kaapelit saadaan vedettyä jälkeenpäin. Latauslaitteen sekä sen asentamisen maksaminen jäisi asukkaan, tai taloyhtiön harteille. Eli asiaan on varauduttu, mutta vielä ei ainuttakaan varsinaista sähköauton latauspistettä suunniteltu parkkipaikalle. Nopeille latauspisteille ei koettu välitöntä tarvetta, ja tiedossa ei ollut sähköauton jo omistavia tulevia asukkaita.

Hidas lataaminen ("lataustapa 2") onnistuu jo parkkipaikoille ensisijaisesti auton lämmitystä varten suunnitelluilla schuko -pistorasioilla. Esim. Nissan Leaf sähköauton lataamiseen kuluu kotitalouskäytön pistorasiolla (rajoitettu 8A) n. 13, 5 tuntia. (Plugit, ei pvm.)

Taulukko 2 Sähköautojen latausvaihtoehtoja ([www.motiva.fi/files/12738/Sahkoauton\\_ostajan\\_ABC.pdf](http://www.motiva.fi/files/12738/Sahkoauton_ostajan_ABC.pdf))

Lataustapa	Kytkeä sähköverkkoon		Latausvirta ja -teho		Kytkeä autoon (Type 1 tai Type 2 -pistoke automallin mukaan)
	Latauskaapelin kytkentätapa	Pistorasia	Virta A	Teho kW	
Peruslataus (Lataustapa 3, Mode 3) kotilatausasemat	Kiinteä latauskaapeli	Ei ole	1 x 16 A	3,6	Type 1
	Kiinteä latauskaapeli	Ei ole	1 x 16 A - 3 x 32 A	3,6-22	Type 2
	Erillinen latauskaapeli pistorasiaan (rasiamallinen latausasema)	Type 2 - suositus	1 x 16 A	3,6	Type 1
			1 x 16 A - 3 x 32 A	3,6-22	Type 2
Hidaslataus (Lataustapa 2, Mode 2, tilapäinen lataus)	Latauskaapeli pistorasiaan (kaapelissa latausvirtaa rajoittava ohjainyksikkö)	Schuko (kotitalous- pistorasia)	1 x 6 A	1,3	Type 1 tai Type 2
			1 x 8 A	1,8	

Myös jatkossa tulevissa kohteissa varaudutaan luultavasti vähintään ylimääräisillä putkituksilla sähköautojen latauspisteisiin. Useamman kuin yhden tai kahden latauspisteen toteuttaminen suoralla latauksella lataustavan 3, type 2 -mukaisesti, vaatii sähkösuunnittelun osalta usein jo sähköliittymän mitoituksen miettimistä uudelleen. Tähän ratkaisuna on älykäs lataus. Älykäs lataus tarkoittaa latauksen optimointia kiinteistössä, eli kiinteistön virrankulutuksen mittausta ja sen perusteella säätyvää latauksen virtaa. Älykkään latauksen avulla vältytään ns. yli-investoinnilta sähköliittymään. Älykäs latausjärjestelmä mahdollistaa myös helpon käyttäjäkohtaisen veloittamisen lataamisesta.

## 5 YHTEENVETO JA POHDINTA

Kaikki sähkötekniiset suunnitelmat tulivat sovitussa aikataulussa valmiiksi, ja rakentaminen saattoi alkaa.

Kyseinen kerrostalokohde oli tämän opinnäytetyön kirjoittajan ensimmäinen oikea projekti sähkösuunnittelu -työn saralla. Sain olla kohteen suunnittelussa käytännössä alusta loppuun asti mukana.

Sähkösuunnittelun dokumentaatio ja suunnittelun yleiset käytännöt tulivat hyvin tutuiksi. Myös Magi-CAD Electrical -suunniteluohjelmiston käyttäminen tuli tutuksi ja onnistuu jatkossa paljon tehokkaammin. Esimerkiksi hyllyn piirto, keskuskaaviot, tulostustiedostojen tekeminen ja uuden projektin luominen onnistuvat jatkossakin seuraavissa projekteissa. Koulussa kokemus suunniteluohjelmista perustui pääasiassa Kymdatán Cads Planner:in käyttöön, mutta uuden ohjelman käytön oppi nopeasti muiden kokeneempien työntekijöiden hyvällä avustuksella.

Tämä kohde opetti myös sen, että suunnitteluvaiheessa saattaa tulla vielä isoja muutoksia arkkitehdin pohjakuviin. Esim. 4. kerroksen asunnot muuttuivat yhdeksi isoksi asunnoksi, ja 1. kerroksen pieni asuntotyyppi poistui kokonaan, ja kerroksesta tuli vastaavanlainen kuin kahdesta ylemmästä kerroksesta. Näitä muuttuneita suunnitelmia ei tässä opinnäytetyössä käyty läpi, vaan suunnitelmien osalta keskityttiin alkuperäisiin pohjakuviin.

Opinnäytetyönä ajateltuna tämä projekti, ja myös tämän raportin kirjoittaminen itsessään varmasti opetti ja sisäisti jo oppimiani asioita tehokkaasti, ja auttoi itseäni luomaan kokonaiskuvan kiinteistön sähkösuunnittelun -prosessista. Sähköautojen latausmahdollisuuksien tutkimisesta kertynyt tieto auttaa varmasti myös tulevien projektien kanssa, ja onhan aihe varsin ajankohtainen autokannan jatkuvasti sähköistyessä.

## LÄHTEET

- Avalarm Oy. *www.avalarm.fi*. Noudettu 12. 1 2020 osoitteesta [https://www.avalarm.fi/images/Bpt\\_X1-ovipuhelinj%C3%A4rjestelm%C3%A4.pdf](https://www.avalarm.fi/images/Bpt_X1-ovipuhelinj%C3%A4rjestelm%C3%A4.pdf)
- Ensto. *www.ensto.com*. Noudettu 20. 1 2020 osoitteesta <https://www.ensto.com/fi/tuotteet/valaistus/alasvalot/velox--paneelit/alsd180pudw>
- Palolahti, T. Betoniteollisuus Ry. (2011). *Betonielementtien sähköasennukset*.
- Pelastuslaki (379/2011). (2011). *11 luku Väestönsuojat 71 §*.
- Plugit. *Nissan Leafin lataaminen*. Noudettu 2. 11 2019 osoitteesta <https://plugit.fi/fi-fi/article/etusivu/nissan-leafin-lataaminen/217/>
- SFS. (2017). *SFS-käsikirja 600-1-1*. Helsinki.
- ST 13.30. Sähkötieto Ry. *Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien käyttödokumentit*.
- ST 666.10. Sähkötieto ry. (2019). *Savunhallinnan ohjaus- ja valvontajärjestelmä. Suunnittelu*.
- ST 681.11. Sähkötieto ry. *ASUINKIINTEISTÖN YLEISKAPELOINTIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELUOHJE*.
- Standardi EN 12464-1:2011. (28. Lokakuu 2011).
- Sähköinfo Oy. (2017). Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL Oy. *D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista*
- Tiainen, E. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL Ry. (2015). *Pienjännitesähkölaitteiston mitoitus*
- Warren & Brown Technologies. (10. Heinäkuu 2019). *Warren & Brown Networks*. Noudettu 10. 5 2020 osoitteesta <https://wbnetworks.com.au/blog/what-is-the-real-difference-between-cat6-and-cat6a>
- Ympäristöministeriö, L. t. (2017). *Sähköauton ostajan ABC*.

## LIITTEET: SUUNNITTELUKOKUMENTIT

- Liite 1 Sähköpiirustusluettelo
- Liite 2 Sähköselitys
- Liite 3 Asemapiirros, liittynät ja aluekaapeloinnit
- Liite 4 Sähköasennukset, kellari
- Liite 5 Sähköasennukset, 1. kerros
- Liite 6 Sähköasennukset, 2. kerros
- Liite 7 Sähköasennukset, 3. kerros
- Liite 8 Sähköasennukset 4. kerros
- Liite 9 Sähköasennukset, vesikatto
- Liite 10 Sähköasennukset, autokatos ja pyörä/jäte -katos
- Liite 11 Nousujohtokaavio
- Liite 12 Maadoituskaavio
- Liite 13 Pk-kaavio
- Liite 14 Jk as-kaavio (asunto 1)
- Liite 15 Jk as-kaavio (asunto 2)
- Liite 16 Jk as-kaavio (asunnot 3, 6, 9)
- Liite 17 Jk as-kaavio (asunnot 4, 7, 9)
- Liite 18 Jk as-kaavio (asunnot 5, 8, 11)
- Liite 19 Jk as-kaavio (asunto 12)
- Liite 20 Valaisintaulukko
- Liite 21 Yleiskaapelointijärjestelmä, k-3. kerros
- Liite 22 Yleiskaapelointijärjestelmä, 4. kerros
- Liite 23 Antennijärjestelmä, k-3. kerros
- Liite 24 Antennijärjestelmä, 4. kerros
- Liite 25 Ovipuhelin- ja sähkölukituskaavio
- Liite 26 Savunpoistojärjestelmä
- Liite 27 Vak-1 sähköpisteet
- Liite 28 Vak johdotuskaavio