



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Jani Streng

Kerrostalon sähkösuunnittelu – älykäs sähköverkko

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

11.9.2019

Tekijä Otsikko	Jani Streng Kerrostalon sähkösuunnittelu – älykäs sähköverkko
Sivumäärä Aika	27 sivua + 42 liitettä 11.9.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Opettaja Vesa Sippola Osastopäällikkö Tomi Repo
<p>Opinnäytetyö tarkistelee uuden kerrostalon sähkösuunnittelua Kalasataman alueella, johon toteutetaan niin sanottu älykäs sähköverkko. Työn tarkoituksena oli toteuttaa uudisrakennuksen täydelliset sähkösuunnitelmat luonnossuunnitelmista aina toteutussuunnitelmiin asti. Työn toimeksiantajana on Sitowise Oy.</p> <p>Opinnäytetyön kohteena olevan kiinteistön suunnittelu aloitettiin alkuvuodesta 2018. Projektin alussa tehtiin tilavaraukset kiinteistöön sijoitettaville sähkökoneistoille sekä hahmoteltiin kaapelireittejä sähkökeskuksien välille. Urakkalaskentaa varten tehdyt sähkösuunnitelmat valmistuivat keväällä 2018. Kerrostalo valmistuu syksyllä 2019.</p> <p>Sähkösuunnitelmien tekemisessä käytettiin AutoCAD:iin liitettyä MagiCAD-ohjelmaa, joka on yleisesti käytetty tietomallinnusratkaisu sähkö- ja LVI-suunnitteluun. Dokumentoinnissa hyödynnettiin myös Excel- ja Word-ohjelmistoja. Suunnitelmat laadittiin suunnittelun aikana voimassa olevien määräysten, standardien ja alueen tontinluovutusehtojen mukaisesti.</p>	
Avainsanat	sähkösuunnittelu, sähköverkko, älyverkko

Author Title	Jani Streng Electrical Planning of an Apartment House – Smart Grid
Number of Pages Date	27 pages + 42 appendices 11 September 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation engineering
Professional Major	Electrical power engineering
Instructors	Vesa Sippola, Senior Lecturer Tomi Repo, Department Chief
<p>The thesis study examines the electrical plans for a new apartment building in the Kalasatama area, where the so-called smart grid will be implemented. The purpose of the work was to implement the complete electrical plans for the new building, from draft plans to implementation plans. The work was commissioned by Sitowise Oy.</p> <p>The planning of the project subject property began in early 2018. At the beginning of the project, space reservations were made for the electrical machinery to be located in the property and the cable routes between the electricity centers were outlined. Electricity plans for contract calculations were completed in spring 2018. The apartment building will be completed in autumn 2019.</p> <p>The electrical design was done using MagiCAD for AutoCAD software, a commonly used data modeling solution for electrical and HVAC design. Excel and Word software were also used for documentation. The plans were drawn up in accordance with the regulations, standards and site delivery conditions in force at the time of design.</p>	
Keywords	electrical planning, electrical grid, smart grid

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kohteen sähkösuunnittelu	1
2.1	Asiakirjat	2
2.2	Sähkön jakelujärjestelmä	3
2.3	Sähkökeskukset	6
2.4	Kaapelireitit	11
2.5	Tekniset tilat	12
2.6	Tasopiirustukset	15
2.7	Järjestelmäkaaviot	20
2.8	Suunnittelun eteneminen	23
3	Älykäs sähköverkko	23
4	Yhteenveto	26
	Lähteet	28
	Liitteet (ainoastaan työn tilaajan käyttöön)	29

Lyhenteet

IT	Informaatiotekniikka
IV	Ilmanvaihto
KK	Kiinteistökeskus
KNX	hajautettu väyläpohjainen kiinteistönohjausjärjestelmä
KWH	Kilowattitunti
LVI	Lämpö Vesi Ilma
MMK	Monimittarikeskus
PK	Pääkeskus
RK	Ryhmäkeskus
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
SPK	Sähköpääkeskus
VAK	Valvonta-alakeskus

1 Johdanto

Insinööriyön aiheena on uuden kerrostalon sähkösuunnittelu. Työn tavoitteena oli tehdä sähkösuunnitelmat, joiden perusteella voidaan toteuttaa kohteen sähköurakan laskenta sekä toimivat sähköasennukset. Sähkösuunnitelmat pitivät sisällään mm. tasopiirustukset, asemapiirustuksen, keskuksien pääkaaviot, antenni- ja yleiskaapelointijärjestelmäkaaviot, sähkötyöselostuksen, tietoteknisten järjestelmien järjestelmäkaaviot, paloturvallisuuskaaviot, automaatio- ja mittausjärjestelmäkaaviot ja valaisinluettelon. Tavoitteena oli tehdä sähkösuunnitelmat, joiden perusteella kohteen rakentaminen voidaan toteuttaa sähköasennusten osalta.

Insinööriyön toimeksiantajana oli Sitowise Oy. Sitowise on asiantuntijayritys, jossa työskentelee noin 1700 henkilöä 20 paikkakunnalla Suomessa. Tytäryhtiöitä on Ruotsissa, Norjassa, Virossa ja Latviassa. Yritys tarjoaa asiakkailleen rakennetun ympäristön asiantuntija, suunnittelu ja digitaalisia palveluita.

Suunnitteleminen aloitettiin alkuvuodesta 2018 ja urakkalaskentapaketti julkaistiin huhtikuussa 2018. Suunnittelemisen ja rakentamisen aikana kohteen sähkösuunnitelmia on päivitetty tilaajan vaatimuksien, kohteessa ilmenneiden muutoksien sekä tulevien asukkaiden toiveiden mukaisesti. Kohteen rakentaminen on aloitettu, ja se valmistuu syksyllä 2019.

2 Kohteen sähkösuunnittelu

Insinööriyön kohteena on kerrostalo Helsingissä Kalasataman alueella. Kerrostalossa on 6 kerrosta, 3 rappua ja 62 asuntoa. Samassa korttelissa on neljän eri asunto-osakeyhtiön kokonaisuudet ja yhteinen autohalli. Suunnittelussa on pitänyt ottaa huomioon osittain yhteiset alueet ja näiden sähköistäminen. Insinööriyö sisältää kohteen sähkösuunnittelun toteutussuunnitelman. Kohteen suunnittelua on tehty yhteistyössä tilaajan, rakennuttajan ja eri taloteknisten alojen suunnittelijoiden kanssa.

Sähkösuunnittelun kohteena oleva kerrostalon aluetta kutsutaan älykkääksi Kalasatamaksi. Alueelle tulee ns. älyverkko, ja tämä on pitänyt ottaa huomioon

sähkösuunnittelussa. Alueen tontinluovutusehdot ovat hieman vaativammat kuin perinteisesti suunnitelluissa kerrostaloalueissa.

2.1 Asiakirjat

Asiakirjaluetelo

Sähkösuunnittelun alussa laaditaan asiakirjaluetelo (kuva 1), joka sisältää kaikki suunnittelun asiakirjat. Asiakirjaluetelo on tehty Excel-ohjelmalla ja sitä päivitetään suunnittelun edetessä. Luetteloon merkitään alkuperäinen julkaisupäivämäärä. Mahdollisten muutosten kohdalla asiakirjalueteloa päivitetään päivämäärän ja revision osalta. Muutoksien sisältö kirjataan yleensä joko tasokuvien sivuun tai laaditaan erillinen muutoslue-ttelo.

Suunnitteluala ja piirustusnumero	Sisältö	Mitta-kaava	Päivitykset			Suunnittelutiedosto (dwg, xls, docs)	Tulostustiedosto (pdf, plt)	Huomautukset
			Julkaisu	Muutos	Rev.			
Yleisaasiakirja								
SÄH A0-1	Asiakirjaluetelo		12.4.2018			0409.2_A0-1	0409.2_A0-1	
SÄH A0-2	Sähkötyöselostus		12.4.2018			0409.2_A0-2	0409.2_A0-2	
SÄH A0-3	Valaisinluettelo		12.4.2018			0409.2_A0-3	0409.2_A0-3	
Sähköenergian pääjakelu								
SÄH S2222	Pääkeskus PK, pääkaavio		12.4.2018			0409.2_S2222	0409.2_S2222	
SÄH S2223	Maadoituskaavio		12.4.2018			0409.2_S2223	0409.2_S2223	
SÄH S2227	Nousujohtokaavio		12.4.2018			0409.2_S2227	0409.2_S2227	
SÄH S2228-11	Monimittarikeskus MMK-A, Pääkaavio		12.4.2018			0409.2_S2228-11	0409.2_S2228-11	
SÄH S2228-12	Monimittarikeskus MMK-B, Pääkaavio		12.4.2018			0409.2_S2228-12	0409.2_S2228-12	
SÄH S2228-13	Monimittarikeskus MMK-C, Pääkaavio		12.4.2018			0409.2_S2228-13	0409.2_S2228-13	
SÄH S2228-21	Pääkaavio, KK-A, kiinteistökeskus		12.4.2018			0409.2_S2228-21	0409.2_S2228-21	
SÄH S2228-22	Pääkaavio, KK-B, kiinteistökeskus		12.4.2018			0409.2_S2228-22	0409.2_S2228-22	
SÄH S2228-23	Pääkaavio, KK-C, kiinteistökeskus		12.4.2018			0409.2_S2228-23	0409.2_S2228-23	
SÄH S2228-24	Ryhmäkeskus RK-VSS, pääkaavio		12.4.2018			0409.2_S2228-24	0409.2_S2228-24	
SÄH S2228-25	Ryhmäkeskus RK-S, pääkaavio		12.4.2018			0409.2_S2228-25	0409.2_S2228-25	
SÄH S2228-31	Asunnon ryhmäkeskus RK-XX, pääkaavio		12.4.2018			0409.2_S2228-31	0409.2_S2228-31	
SÄH S2228-32	Pääkaavio, RK-IV		12.4.2018			0409.2_S2228-32	0409.2_S2228-32	
SÄH S2228-33	Liiketilän ryhmäkeskus RK-LTX, pääkaavio		12.4.2018			0409.2_S2228-33	0409.2_S2228-33	
Asemapiirustus								
SÄH S-1000	Asemapiirustus	1:200	12.4.2018			0409.2_S-1000	0409.2_1:200	
Tasopiirustukset								
SÄH S2-1001	Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, alapohja	1:50	12.4.2018			0409.2_S2-1001	0409.2_S2-1001	
SÄH S2-1002	Vahvavirtatasopiirustus, B-lohko, alapohja	1:50	12.4.2018			0409.2_S2-1001	0409.2_S2-1002	
SÄH S2-1011	Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, 1. kerros	1:50	12.4.2018			0409.2_S2-1010	0409.2_S2-1011	
SÄH S2-1012	Vahvavirtatasopiirustus, B-lohko, 1. kerros	1:50	12.4.2018			0409.2_S2-1010	0409.2_S2-1012	
SÄH S2-1021	Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, 2. kerros	1:50	12.4.2018			0409.2_S2-1020	0409.2_S2-1021	

Kuva 1. Asiakirjaluetelo julkaistu urakkalaskentaa varten.

Sähkötyöselostus

Sähkötyöselostus on yksi tärkeimmistä suunnittelun dokumenteista. Se sisältää mm. kohteen yleistiedot, kohteen rakentamiseen osallistuvien osapuolien tiedot sekä yleisiä rakentamisohteita. Useasti laaditaan erikseen urakkarajaliite, jossa on tarkasti määriteltä

urakan työnjako ja muut urakkaan sisältyvät asiat. Kuvassa 2 on ote yleisistä asennusohjeista sähkötyöselostuksesta.

C05 YLEISET ASENNUSOHJEET

C051 Työn suorittaminen

Asennukset tehdään ensiluokkaisesti ammattitaitoista työvoimaa käyttäen. Milloin työn erikoisluonne vaatii, on käytettävä erikoisliikkeitä ja erikoisammattihenkilöitä.

Asennuspisteiden, rasioiden yms. paikat tarkistetaan työmaalla ennen asennustöihin ryhtymistä. Työ suoritetaan asiakirjojen mukaan hyviä työtapoja ja valmistajan ohjeita noudattaen.

Työolosuhteet ja muut työn suoritukseen vaikuttavat seikat tarkistetaan hyvissä ajoin ennen työn aloittamista esimerkiksi pitämällä suunnitelmakatselmus yhteistyössä suunnittelijan (ja tarvittaessa rakennuttajan) kanssa.

Laitteiden sijoitukset mitoitetaan rakennukseen asetettujen perusmittojen perusteella. Asennukset tehdään kohteen yleistä laatutasoa noudattaen, jollei asiakirjoissa ole jostakin osasuorituksesta täsmällistä ohjetta.

Kuva 2. Ote sähkötyöselostuksesta.

Valaisinluettelo

Valaisinluettelossa esitetään kohteen valaimien tiedot, positiomerkinnot ja määrät. Luettelon perusteella urakoitsija tilaa työmaalle tarvittavan määrän valaisimia, joten luettelon tekemisessä on hyvä olla tarkkana. Rakennuttajilla voi olla oma valaisinkuvastonsa, jolloin sähkösuunnittelijan ei tarvitse itse valita kohteen valaisimia vaan kohteen valaisimet valitaan suoraan valaisinkuvastosta. Suunnittelija voi ehdottaa muita valaisimia, mutta ne pitää hyväksyttää tilaajalta ja rakennuttajalta.

2.2 Sähkön jakelujärjestelmä

Autohallissa on muuntamo, josta jokaisen taloyhtiön pääkeskukselle tuodaan liittymäjohdot. Liittymäjohdon mitoituksessa on käytetty hyväkseen ST-korttia 13.31. Kuvassa 3 on laskentamalli, jota on käytetty kohteen huipputehon määrittämiseksi. Koska kyseessä on kokemusperäinen laskentamalli, soveltuu se asuinrakennuksen huipputehon alustavaan arviointiin. Kohteessa on kerrosalaa yhteensä 5900 m² ja kiinteistöön tulee liiketilaa 240 m². Kuvassa 4 on huipputeholaskelma, jonka avulla on valittu kiinteistön liittymäjohto.

[1.]

Taulukko 1. Kokemuseräiset laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi.

Asuinrakennukset	Huipputeho ⁽¹⁾ [kW]	Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot		A on kerrosala [m ²]
– ilman kiukaita	$P_h = B + 17 \times A / 1000$ (B = 65 kW)	Yhtälöt soveltuvat kohteisiin, joissa vähintään 15 asuntoa ja kerrosala väh. 2500 m ² . Pienemmissä taloissa B korvataan arvolla $B_x = (A_{kerros} / 2500) \times B \geq 30$
– huoneistokohtaiset sähkökiukaat	$P_h = B + 24 \times A / 1000$ (B = 90 kW)	
Pienet rivitalot ⁽²⁾		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 30 + 26 \times A / 1000$	
– suora sähkölämmitys, kiuas	$P_h = 30 + 64 \times A / 1000$	– käyttövedenlämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_h = 30 + 49 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Omakotitalot		A on lämmitetty pinta-ala [m ²]
– ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 26 \times A / 1000$	
– suora sähkölämmitys ja sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 64 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys jatkuvasti tai yöllä
– suora sähkölämmitys ⁽³⁾	$P_h = 7,5 + 49 \times A / 1000$	– käyttöveden lämmitys yöllä
Paikoitusalueet: $P_{paikoitus} = 10 \text{ kW} + 0,5 \text{ kW/paikka} \times n_{\text{auto}}$ (n_{auto} = lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä) ⁽⁴⁾		
Paikoitusalueet sähköajoneuvojen vähimmäisvarauksella $P_{paikoitus} = 10 \text{ kW} + 2 \text{ kW/paikka} \times n_{\text{auto}}$ (n_{auto} = sähköistettyjen autopaikkojen lukumäärä) ⁽⁵⁾		
Sähköajoneuvojen lataus: $P_{\text{sähköajoneuvojen lataus}} = \frac{\text{haluttu toimintasäde latauskerralla (km)} \times 0,20 \text{ kWh/km} \times n_{\text{auto}}}{\text{latauskerran aika h}}$ ⁽⁶⁾		
Huomautukset: Liittymisjohdon virtaa määritettäessä tulee huomioida kuormituksen tehokerroin $\cos \varphi$. Jos loistehon osuus on vähäinen, voidaan arvioida, että $\cos \varphi = 0,96$.		

1 Ylitustodennäköisyys noin 1 %.

2 Pieniksi rivitaloiksi lasketaan talot, joissa on enintään 15 asuntoa. Alle 4 asunnon rivitalot lasketaan, kuten omakotitalot, ja saadut tulokset lasketaan yhteen.

3 Vaikka kiuasta ei asennettaisikaan, suositellaan mitoitusta kiukaalle myöhempää käyttöä ajatellen.

4 Kaava huomioi vain moottorilämmittimeen varautumisen.

5 Kaava soveltuu kahden tai useamman latauspisteen vähimmäistehon laskentaan.

6 Kaava soveltuu ns. älykkään latausjärjestelmän kokonaistehon mitoitukseen, kuitenkin vähintään 2 kW/latauspiste.

Mikäli kohteeseen on tulossa kaavojen 5 ja 6 mukaan laskettuja pisteitä, niiden tehot on niistä aiheutuvaa kojekuormaa laskettaessa summattava keskenään.

Kuva 3. Asuinrakennuksen huipputehon laskentamalli ST 13.31 [1, s. 4].

$$P_h = B + 24 \times A / 1000$$

$$B = 90 \text{ kW}$$

$$A = 5900$$

$$P_h = 90 + 24 \times 5900 / 1000$$

$$P_h = 232 \text{ kW}$$

Liiketilat 240m²

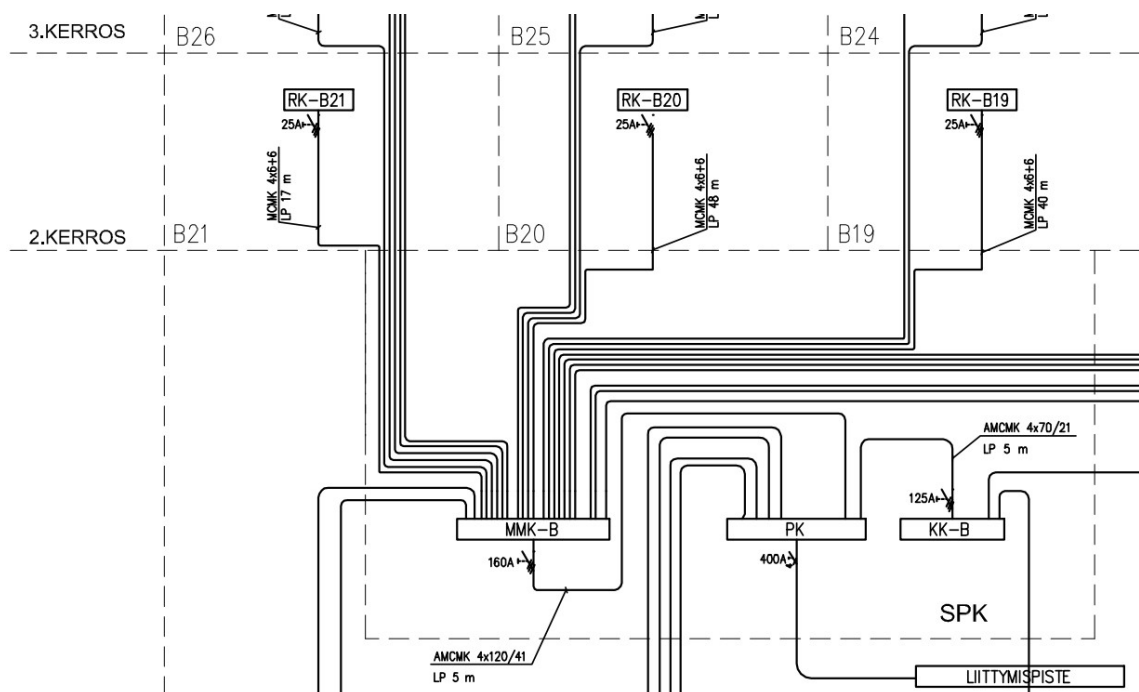
Varaudutaan lisättäviin liiketilojen kojekuormaan keskusmitoituksessa
valot (5kW), Kojekuormaa (35kW) = 40kW, Muu kulutusvaraus ?kW

<p>LIITTYMÄTEHO YHTEENSÄ</p> $232 \text{ kW} + 40 \text{ kW} = 272 \text{ kW}$ <p style="text-align: right;">400A</p>

Kuva 4. Huipputeholaskelma.

Nousujohtokaavio

Nousujohtokaaviossa (kuva 5) esitetään kiinteistön keskuksien väliset kaapeloinnit. Magicad-ohjelman avulla nousujohtokaaviosta voi laskea jännitteenalenemat ja oikosulkuvirrat keskuksien välillä. Oikosulkuvirtojen on oltava riittävän suuret, jotta keskuksien suojalaitteet toimivat oikein häiriötilanteissa. Kaapeleiden pituudet pitää laskea taso- ja leikkauskuvien avulla, jotta ohjelma pystyy laskemaan jännitteenalenemat ja oikosulkuvirrat oikein.

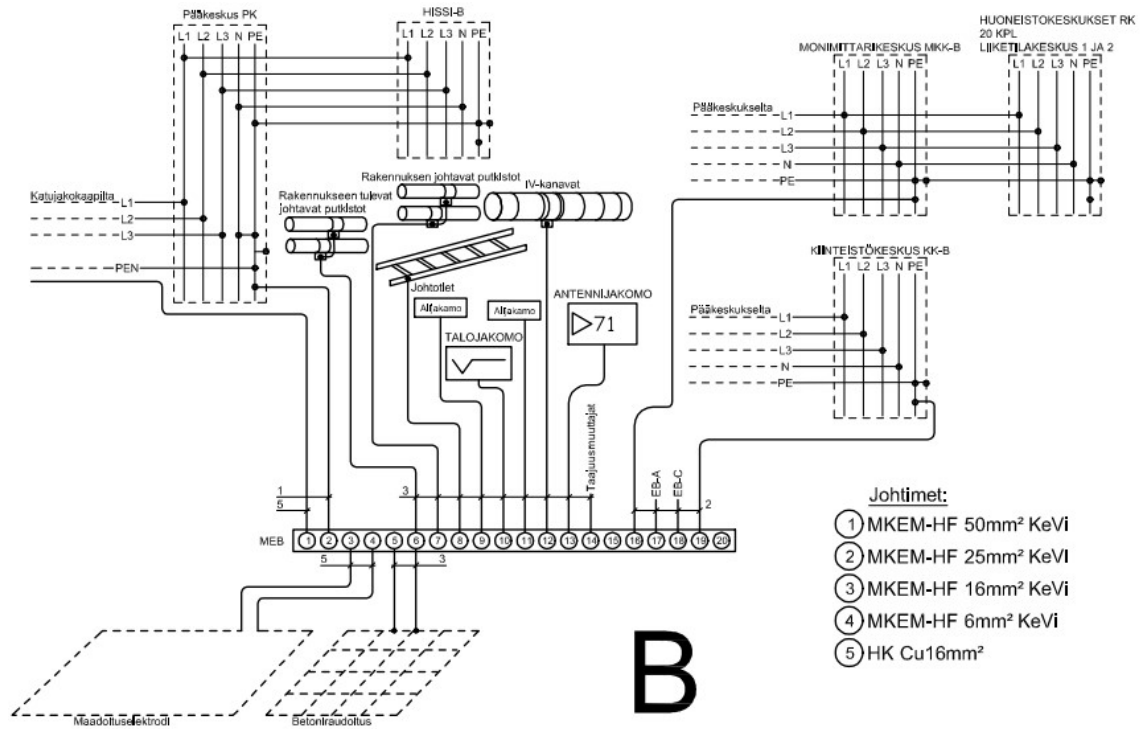


Kuva 5. Nousujohtokaavio.

Kiinteistön maadoitus

Pienjänniteasennuksissa maadoituksen tarkoituksena on tehdä sähköasennuksista turvallisia ja luotettavia. Jokaisessa sähköliitymässä on oltava maadoituselektrodi, jolla saadaan maahan sähköä johtava yhteys. Insinööriyön kohteena olevassa rakennuksessa maadoituselektrodi on asennettu päämaadoituskiskolta kiinteistön ympäri. Maadoituselektrodina on käytetty 16 mm²:n paksuista kupariköyttä.

Jokaisessa sähkökeskuksessa, sekä teknisten keskusten vieressä, on omat maadoituskiskot. Kaikki maadoituskiskot yhdistetään päämaadoituskiskoon. Maadoituskiskoihin yhdistetään mm. rakennukseen tulevat metalliputket, rakennuksen johtavat putkistot, IV-kanavat, johtotiet, antenni- ja talojakomot, betoniraidoitukset sekä muita rakenteiden johtavia osia, mikäli ne ovat kosketeltavissa normaalitilanteessa. Kuvassa 6 on esitetty kiinteistön maadoitusperiaate B-rapun osalta.



Kuva 6. Kiinteistön päämaadoituskisko ja siihen liitetyt maadoitukset.

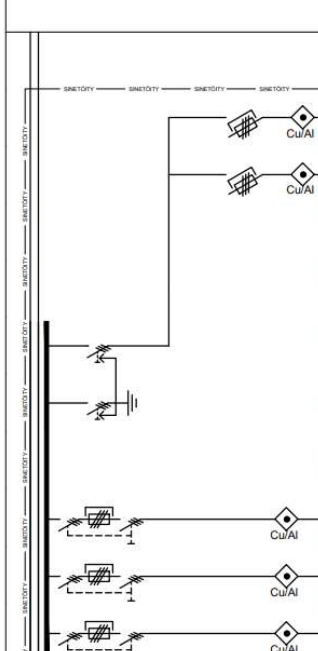
Rakennuksen maadoitukset on suunniteltu ja ne toteutetaan standardin kohdan SFS 6000-5-54 [2], ST-kortin 53.21 [3] sekä Maadoituskirjan (2014) [4] mukaisesti.

2.3 Sähkökeskukset

Pääkeskus

Kohteessa on yksi pääkeskus, joka sijaitsee sähkökeskus-tiloissa. Lisäksi jokaiselle rappulle on oma kiinteistö- ja monimittarikeskuksensa, joiden sähkönsyötöt lähtevät

pääkeskukselta. Pääkeskuksesta (kuva 7) tapahtuu kiinteistön sähkönjakelu pääsääntöisesti. Koska samassa korttelissa on eri asunto-osakeyhtiöitä ja yhteinen autohalli, joidenkin kiinteistössä sijaitsevista sähkölaitteiden sähkönsyötöt tulevat autohallin keskuksesta, esimerkiksi autohallin poistoilmapuhaltimien sähkönsyöttö.



Nro	Nimitys	Sulake	Kaapeli	Teho kW	Virta A
	MAADOITUS		MK50 KEVI		
	LIITTYMISJOHTO JONOVAROKKEET	200/250	AXMK 4x185S		
	LIITTYMISJOHTO JONOVAROKKEET	200/250	AXMK 4x185S		
	PÄÄKYTKIN 400A				
	MAADOITUSKYTKIN 400A				
	MONIMITTARIKESKUS MMK-A	125/250	AMCMK 4x70/21		
	MONIMITTARIKESKUS MMK-B	160/250	AMCMK 4x120/41		
	MONIMITTARIKESKUS MMK-C	160/250	AMCMK 4x120/41		

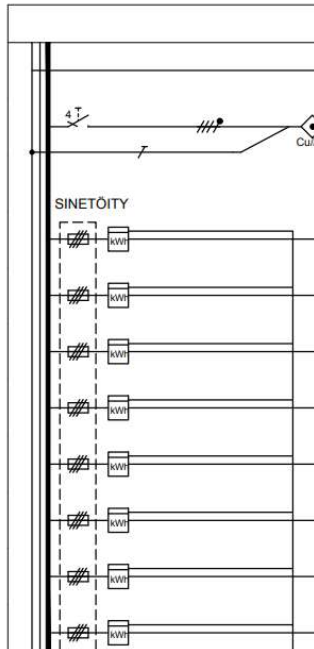
Kuva 7. Pääkeskus. Liittyminen sähkönjakeluverkkoon on toteutettu kahdella liittymiskaapelilla. Pääkeskukselta lähtee myös kohteen kiinteistökeskusten sähkönsyötöt.

Monimittarikeskukset

Jokaisessa rapussa on omat monimittarikeskukset (kuva 8), joista lähtevät asuntojen sähkönsyötöt. Sähkönsyötöt on varustettu kilowattimittareilla, joiden avulla sähköyhtiö saa tietoa asuntojen sähkönkulutuksesta. Myös liiketilojen sähkönsyötöt lähtevät monimittarikeskuksista.

Monimittarikeskukset mitoitetaan asuntojen ja liiketilojen määrän mukaisesti. Monimittarikeskukset MMK-B ja MMK-C ovat mitoitukseltaan isompia kuin monimittarikeskus MMK-A, molemmista näistä keskuksista tapahtuu asuntojen ryhmäkeskusten lisäksi liiketilojen ryhmäkeskusten sähkönjakelu ja tämä on pitänyt huomioida keskuksien mitoituksessa.

Kilowattimittareiden tieto ei ole vain sähköyhtiölle tarkoitettua vaan myös asukkaat voivat seurata omaa sähkönkulutustaan jopa tunnin tarkkuudella sähköyhtiön internetsivujen kautta. Useilla sähköyhtiöillä palvelu kuuluu sähkö Sopimukseen, ja tämän avulla asiakkaat voivat suunnitella ja vähentää omaa energiankäyttöään.



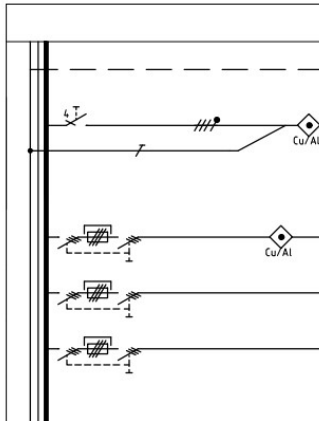
Nro	Nimitys	Sulake	Kaapeli	Teho kW	Virta A
	Maadoitus maadoituskiskolta		MK16		
	SYÖTTÖ PÄÄKYTKIN 125A		AMCMK 4x70/21		
	RK-A1	25/25	MCMK 4x6+6		
	RK-A2	25/25	MCMK 4x6+6		
	RK-D3	25/25	MCMK 4x6+6		
	RK-A4	25/25	MCMK 4x6+6		
	RK-A5	25/25	MCMK 4x6+6		
	RK-A6	25/25	MCMK 4x6+6		
	RK-A7	25/25	MCMK 4x6+6		
	RK-A8	25/25	MCMK 4x6+6		

Kuva 8. Monimittarikeskus. Toinen kilowattimittarilta lähtevä kaapeli menee valvonta-alakeskukseen (VAK), josta sähköyhtiö saa tiedon kulutuksesta.

Kiinteistökeskukset

Kiinteistökeskuksista tapahtuu kiinteistön teknisten ja yleisten tilojen sähkönsyötöt. Keskuksista lähtevät mm. lämmönjakohuoneen laitteiden sähköistyksen sekä IV-konehuoneen, talosaunan, hissien ja väestönsuojan keskuksien syötöt. Yleisten tilojen valaistus, siivouspistorasioiden ja asunnoissa sijaitsevien lämmöntalteenottolaitteiden sähkönsyötöt tulevat myös kiinteistökeskuksista.

Kiinteistökeskukset (kuva 9) mitoitetaan arvioimalla kiinteistökeskukselta lähtevien sähkönsyöttöjen huippukuorman mukaan. Kohteen LVI-suunnittelijan laiteluettelosta saa tiedon LVI-laitteiden sähkötehoista.



Nro	Nimitys	Sulake	Kaapeli	Teho kW	Virta A
	Maadoitus maadoituskiskolta				
	SYOTTO PKsta PÄÄKYTKIN 125A		AMCMK 4x70/21		
	RK-IV	63/125	AMCMK 4x35/16		
	HISSI-B	25/63	MCMK 4x10+10		
	VARAUS	/63			

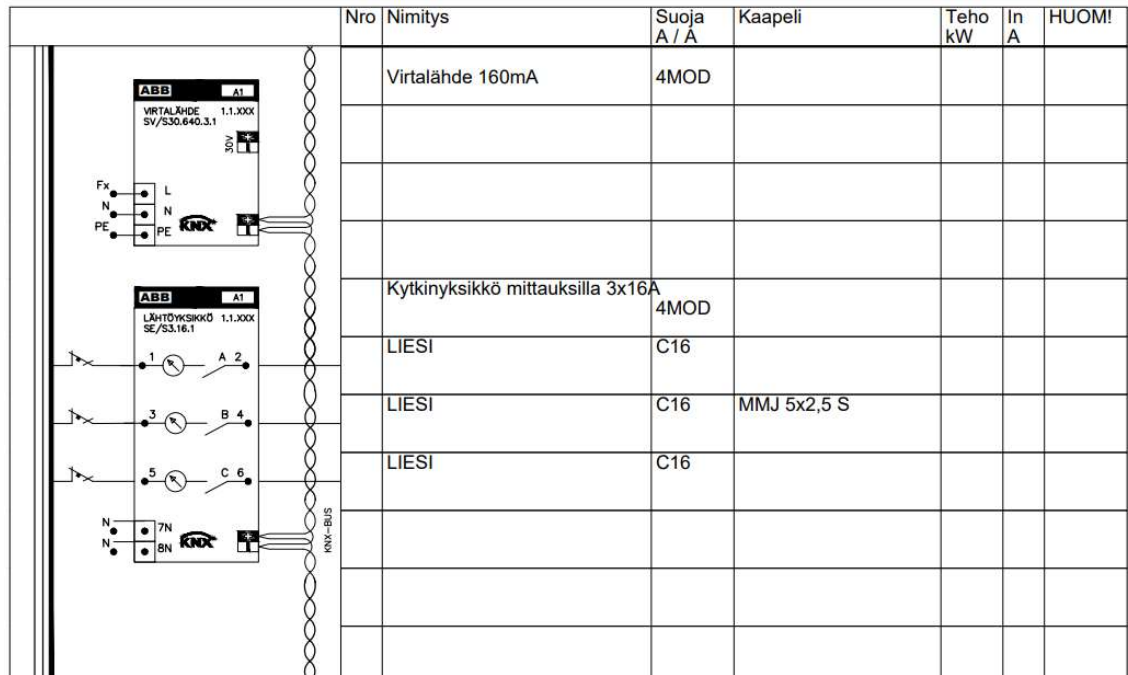
Kuva 9. Kiinteistökeskus. Keskuksesta lähtee mm. IV- ja hissikeskuksen sähkönsyöttö.

Ryhmäkeskukset

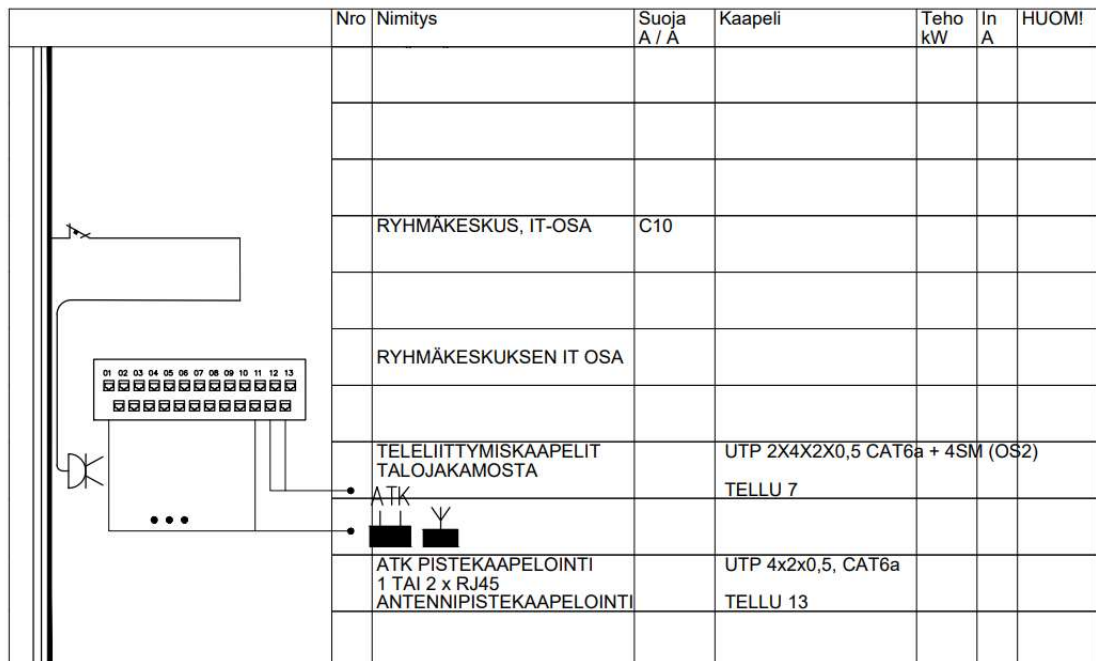
Asuntojen ryhmäkeskuksista tapahtuu asunnon sähköpisteiden syöttö. Asuntokeskuksen ryhmäjohtojen suojalaitteina käytetään C-tyyppin johdonsuojakatkaisijoita. Vuonna 2007 standardin SFS 6000-4-41 painokseen tuli vaatimus, että kaikki tavanomaisessa käytössä olevat pistorasiat pitää lisäsuojata 30 mA:n vikavirtasuojalla. Vuonna 2017 ilmestynyt SFS-standardin päivitys lisäsi asuntojen valaistuksen vikavirtasuojakytkimellä suojattavaksi. Kylmälaitteiden pistorasiat saavat kuitenkin edelleen olla vikavirtasuojattomia. [5.]

Kohteessa on KNX-tekniikalla (kuva 10) toteutettu kotona/poissa-automaatio. Kotona/poissa-painikkeella kytketään valittujen sähköpisteiden sähköt päälle ja pois. Automaatiolla ohjataan asunnon valaistus, pesukoneille tarkoitetut pistorasiat, saunan kiuas, liesi sekä parvekkeen valaistus ja pistorasia pois päältä asunnosta poistuessa. Huoneiston ns. käyttöpistorasioissa, palovarottimissa, kylmälaitteissa ja mikron pistorasiassa sähköt pysyvät jatkuvasti päällä.

Asuntojen ryhmäkeskuksissa on myös IT-osa (kuva 11), johon tulee teleliittymiskaapelit talojakomosta. Uudisrakentamisessa jokaiseen asuinhuoneistoon on asennettava vähintään yksi kategorian 6 parikaapeli ja 4 optista yksimuotokuitua sekä oma kotijakomo. [6.]

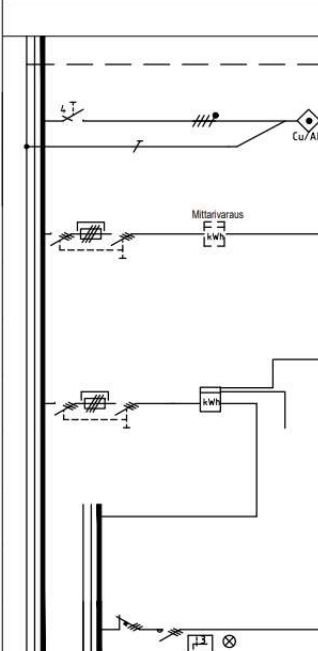


Kuva 10. Asunnon ryhmäkeskus. KNX-virtalähteestä menee KNX-väyläkaapeli KNX-kytkinyksikköön.



Kuva 11. Asunnon ryhmäkeskuksen IT-osa. Teleliittymiskaapeleina yksi kategorian 6a parikaapeli ja yksi 4-kuituinen yksimuotovalokaapeli.

IV-konehuoneen keskuksesta (RK-IV kuvassa 12) syötetään kiinteistön ilmanvaihtokoneita ja kiinteistön katolla olevien kaivojen sekä syöksytorvien sulatuksia. Keskukseen on lisätty varaus aurinkosähköjärjestelmälle. Ilmanvaihtokoneiden ja sulatusten kulu-
tusta mitataan omilla kWh-mittareilla.



Nro	Nimitys	Sulake	Kaapeli	Teho kW	Virta A
	Maadoitus maadoituskiskolta				
	SYÖTTO KK-B:ltä PÄÄKYTKIN 125A		AMCMK 4x35/16		
	VARAUS AURINKOSÄHKÖ- JARJESTELMÄ	/63			
	MITTAUSVÄYLÄ VAK.IIN IV-MITTAUS, VAYLALIITANALLA ETUKOJE	35/63			
	VARAUS	/25			

Kuva 12. IV-konehuoneen keskus.

Muita ryhmäkeskuksia kiinteistössä on talosaunan/kerhotilan keskus ja liiketilojen omat keskukset. Sauna- ja kerhotiloissa ei ole KNX-ohjausta, mutta liiketiloissa on. Liiketilojen KNX-ohjaus on toteutettu samalla periaatteella kuin asuinhuoneistojen ohjaus.

2.4 Kaapelireiitit

Suunnittelun alkuvaiheessa piirretään johtotiet, joita pitkin kaapelit viedään rakennuksessa. Pääasiassa käytetään tikashyllyjä, mutta näkyvillä paikoilla esimerkiksi liiketiloissa käytetään levyhyllyjä, jos kaapelimäärä on iso. Valaisinripustuskiskoissa voi myös viedä pieniä määriä kaapeleita. Kaapelit pitää kiinnittää johtoteihin tasaisin välein. Yleisesti kaapelien kiinnittämiseen käytetään nippusiteitä. Pystysuorassa kaapelihyllyssä kaapelien kiinnitysväli saa olla korkeintaan 300 mm.

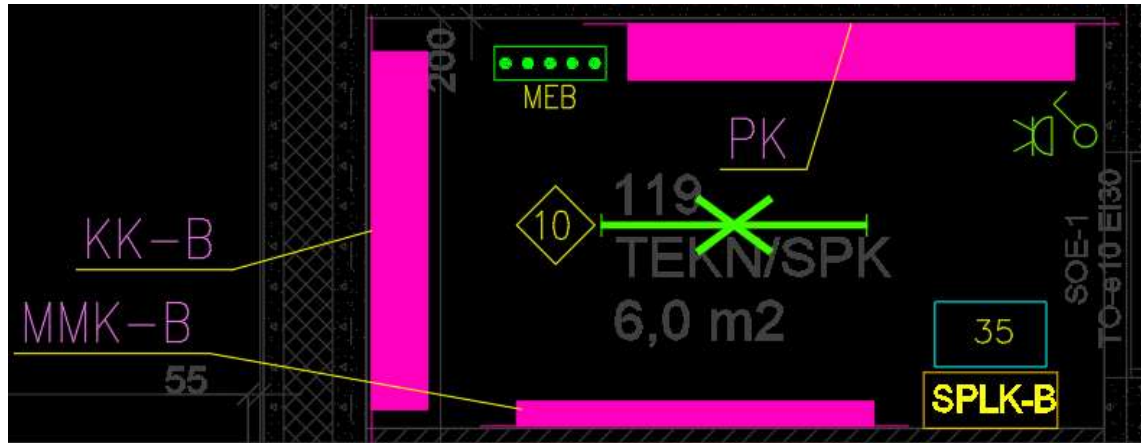
Kaapelit pyritään viemään alakatoissa tai teknisissä tiloissa, jotta ne eivät olisi yleisesti näkyvillä. Kaapeleiden pinta-asennuksia vältetään.

2.5 Tekniset tilat

Kiinteistössä on erilaisia teknisiä tiloja, joissa sijaitsevat rakennuksen talotekniikkaan tarvittavat laitteistot, kuten sähkökeskukset, valvonta-alakeskukset, lämmönjakokeskus ja ilmanvaihtolaitteet. Esimerkkikuvista on poistettu kaapelihyllyt ja valaisinripustuskiskot sekä kaapelointi, jotta kuvista saisi paremmin selvää.

Pääkeskustila SPK

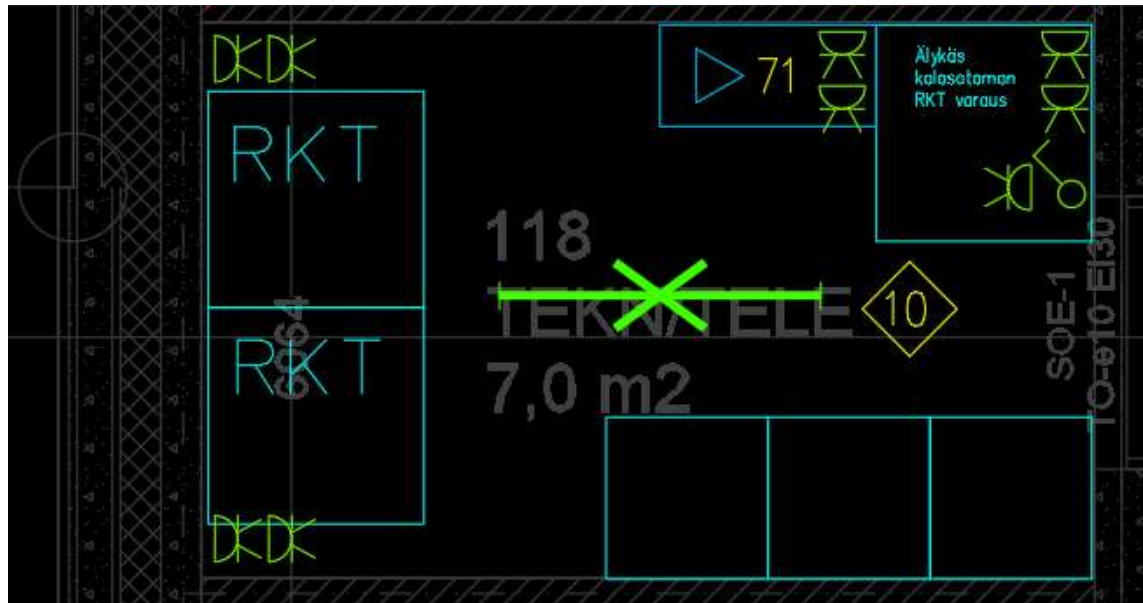
Kiinteistössä on jokaisessa rapussa omat keskustilat. Yksi tiloista on sähköpääkeskustila (kuva 13), jossa sijaitsee koko kiinteistön yhteinen pääkeskus. Sen lisäksi tilassa on rapun monimittarikeskus (MMK), kiinteistökeskus (KK), savunpoistoluukkujen ohjauskeskus (SPLK-B), ovipuhelimien ohjauskeskus (35) ja rakennuksen päämaadoituskisko (MEB).



Kuva 13. Kiinteistön pääkeskustila.

Teletila

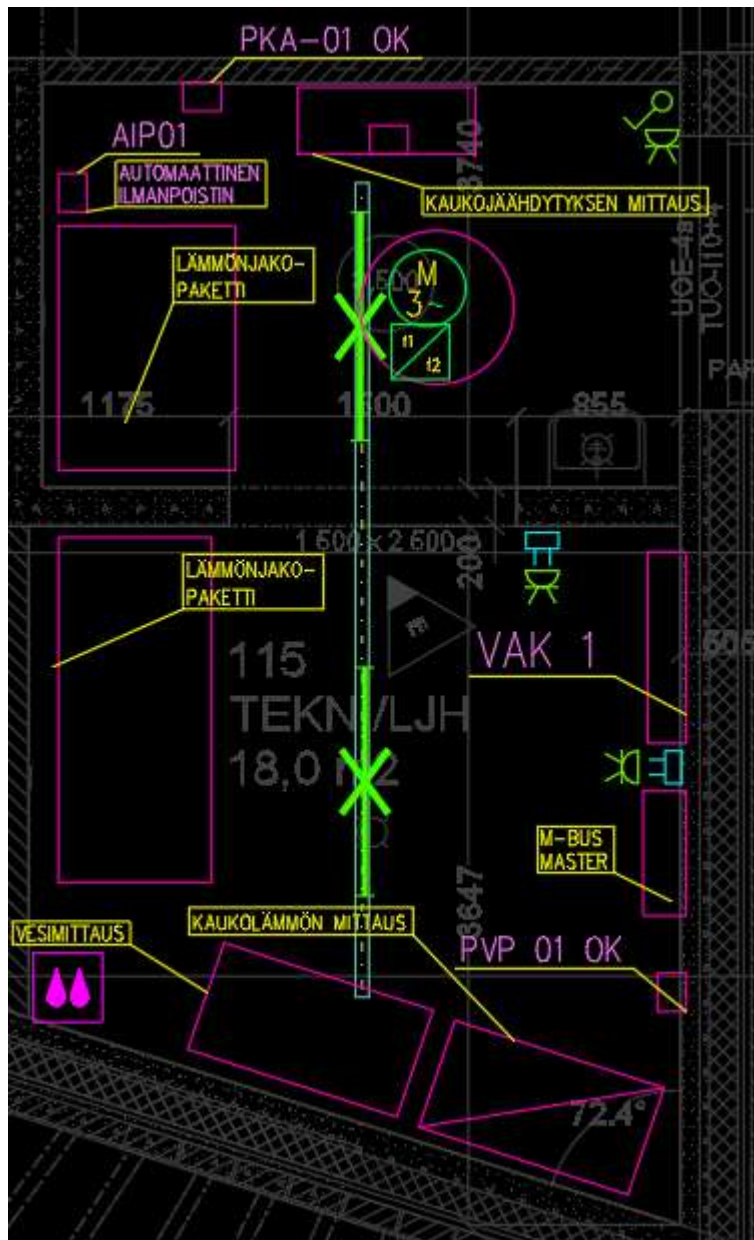
Teletiloissa sijaitsee yleiskaapelointien ristiyhteyttäelineet (RKT), antennivahvistimet ja haaroittimet (71) sekä varaus älykkään kalasataman ristiyhteyttäelineelle. Tyhjät telit neet kuvassa 14 ovat tilavarauksia varten kuvaan laitettuja ristiyhteyttäelineitä.



Kuva 14. Teletila.

Lämmönjakuhuone

Lämmönjakuhuoneessa (kuva 15) on kiinteistön lämmönjakeluun tarvittavia laitteita. Siellä sijaitsee lämmönjakopaketit, joiden avulla lämpö siirtyy rakennuksen eri tiloihin, kaukolämmön ja -jäähdytyksen mittauksen ohjauskeskukset, vedenmittauskeskus, perusvesipumppaamon ohjauskeskus (PVP 01 OK), automaattisen ilmanpoistimen ohjauskeskus (AIP01), paineenkorotusaseman ohjauskeskus (PKA-01 OK), jäteveden lämmöntalteenottokone sekä valvonta-alakeskus (VAK 1).

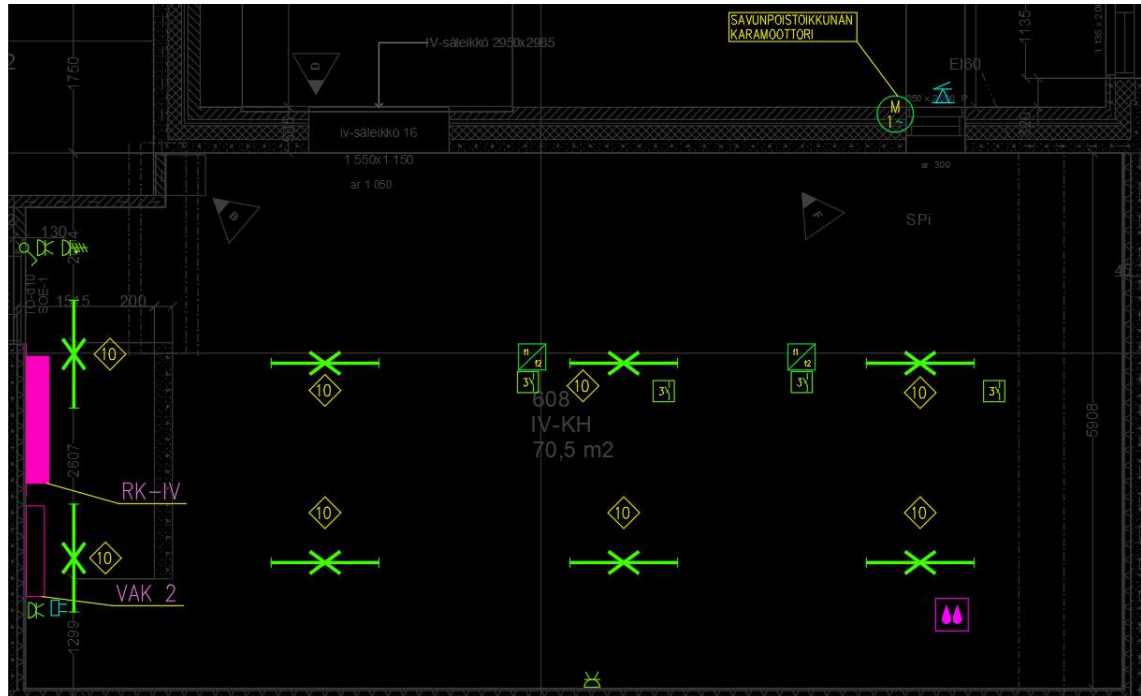


Kuva 15. Lämmönjakohuone.

IV-konehuone

IV-konehuoneessa sijaitsee kiinteistön ilmanvaihdon laitteet. IV-koneet kuluttavat paljon sähköä, joten konehuoneeseen laitetaan oma keskus RK-IV. Kohteen IV-konehuoneessa on myös toinen valvonta-alakeskus (VAK 2). Kuvassa 16 näkyy ilmanvaihtolaitteiden turvakytkimet sekä kaksi taajuusmuuttajaa, joilla laitteita ohjataan. IV-konehuoneen ikkunassa on karamoottori, joka aukaisee konehuoneen savunpoistoikkunan, kun

savunpoistolaukaisu-painiketta painetaan. Painike sijaitsee ensimmäisessä kerroksessa hätäpoistumistien varrella IV-hätäseis-painikkeen vieressä. Hätäseis-painike pysäyttää ilmanvaihtokoneet tulipalon ja savun rajoittamiseksi.



Kuva 16. IV-konehuone.

2.6 Tasopiirustukset

Tasopiirustuksissa näkyvät eri sähköpisteet ja niiden kaapelointi. Piirustusten tulisi olla mahdollisimman selkeät, jottei niissä olisi ristiriitoja tai tulkinnanvaraa. Suunnitelmat tehtiin ST-kortin 25.21 [9] sekä tilaajan lähtötietojen ja suunnitteluohjeiden mukaisesti.

Suunnittelun alussa tehtiin sähköpistekuvat mallikerroksesta, jotka lähetettiin tilaajalle tarkistettavaksi ja kommentoitavaksi. Tilaajan hyväksytyä pistekuvat voitiin tasopiirustuksiin piirtää johdotukset.

Asunnot

Eteiset varustettiin koosta riippuen 1–4 kpl alakattoon upotettavilla kohdevalaisimilla. Asuntoon tultaessa pitäisi pystyä laittamaan heti valot päälle katkaisimesta, joten katkaisimen tulisi olla mahdollisuuksien mukaan ovikahvan puolella ovea. Isommissa eteisissä käytävään laitettiin kaksi vaihtokytkintä (6-kytkin), jolloin eteisen valaistusta voidaan ohjata kahdesta eri pisteestä. Valokatkaisimen yläpuolelle sijoitettiin kotona/pois-kytkin, jolloin huoneistosta poistuttaessa saa samalla kytkettyä kulutussähköpisteet pois päältä ja näin vältetään turhaa energian kulutusta. Samaan kytkinlinjaan suunniteltiin myös 2-osainen pistorasia, ilmanvaihdon tehostuspainike sekä ovipuhelin. Ovipuhelimen avulla saadaan avattua rapun alaovi vieraille. Huoneistojen ryhmäkeskukset sijaitsevat eteisissä.

Kylpyhuoneissa käytettiin samoja kattoon upotettavia kohdevalaisimia kuin eteisessä. Valaisimia tuli 4–6 kpl kylpyhuoneen koon mukaan sekä peilikaappi valaisimella ja pistorasialla. Osassa asunnoista on sauna ja sinne suunniteltiin kostean tilan valaisin, joka sijoitettiin lauteiden alle. Valaisimen IP-luokitus on IP54, joka riittää saunatiloissa. Valmistajan asennusohjeiden mukaan valaisin on asennettava alle yhden metrin korkeuteen korkeissa lämpötiloissa. Katon, saunan ja peilikaapin valaisimille suunniteltiin omat kytkimet. Kylpyhuoneisiin sijoitettiin myös erilliset pistorasiat pesutornia eli pyykinpesukonetta ja kuivausrumpua varten sekä saunallisissa asuinnoissa kytkentärasia kiukaalle, joka kytkettiin 3-vaiheiseen 16 ampeerin ryhmään. Kylpyhuoneen lattialämmitystermostaatti sijaitsee kylpyhuoneen ulkopuolella. Hyvän suunnittelutavan mukaan kylpyhuoneen lattialämmitystermostaatista piirretään johdotus lattialämmitysanturille, jottei sen putkitus unohtuisi työmaalla sähköasennuksia tehtäessä.

Huoneistoissa yleisesti käytetään upotettavia valaisimia alakatto alueilla. Johdotukset pyritään viemään alakatoissa ja kevyissä väliseinissä, jotta kustannukset pysyisivät mahdollisimman matalina. Kohteen välipohjat ovat paikallavalulaattaa, joten huoneiston alueilla, joissa ei ole alakattoa, käytetään valaisinpistorasioita. Asuntoihin sijoitettiin pistorasioita ST-kortin 25.21 [9] suositusten ja tilaajan kommenttien mukaisesti.

Makuuhuoneissa valaisinpistorasiat sijoitettiin keskelle huonetta, kun taas olohuoneissa valaisinpistorasiat sijoitettiin arkkitehdin kalustekuvien perusteella ruokapöydän ja

olohuoneen pöydän päälle. Pistorasioita sijoitettiin arkkitehdin kalustepohjien mukaisesti sängyn molemmille puolille sekä oven läheisyyteen.

Rakennuksessa ei ole yhtään keittiöksi luettavaa tilaa vaan kaikki ovat keittotiloja. Keittotiloihin suunniteltiin yläkaapin pohjaan asennettava 24 voltin led-lista, jonka muuntaja sijoitettiin kaappien yläsokkeliin, sekä yksi valaisinpistorasia keittotiloihin keskitetysti. Valaisinpistorasioiden sijoittelussa oli otettava huomioon avautuvat kaapinovat, jotta ovet eivät osu avautuessaan valaisinpistorasiaan asennettuun valaisimeen.

Keittotiloihin suunniteltiin 1-osaiset pistorasiat astianpesukoneelle, mikrolle, jääkaappipakastimelle ja liesituulettimelle ja ne laitettiin jokainen omaan ryhmään lukuun ottamatta liesituulettimen pistorasiaa, joka laitettiin samaan ryhmään keittotason käyttöpistorasioiden kanssa. Asuntojen pistorasioissa tulee käyttää vikavirtasuojia joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta, kuten jääkaapin pistorasia.

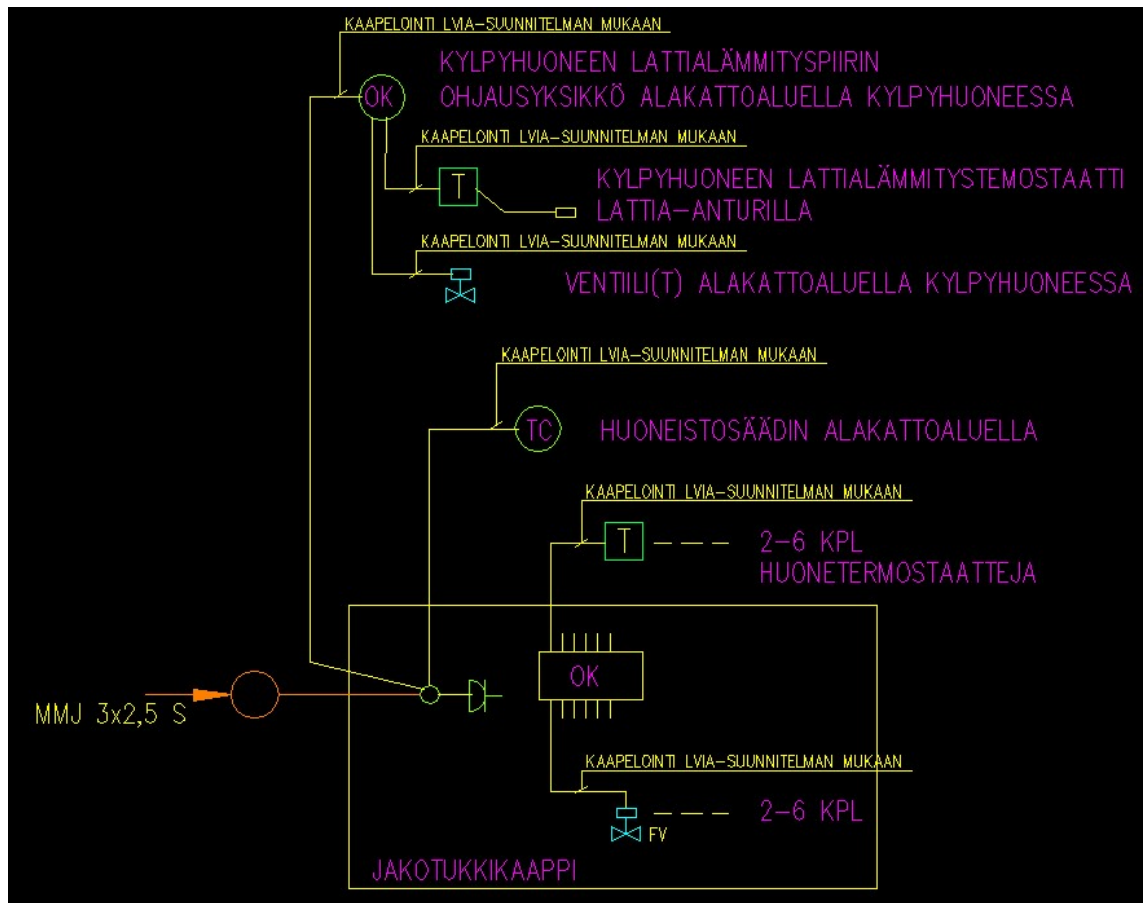
Kohteeseen haluttiin keittiön kaappeihin integroitavat keittotasot ja uuni, joten näille suunniteltiin yksi 1-osainen pistorasia ja yksi kytkentärasia. Keittotasot ja uuni tulivat samaan 3-vaiheiseen 16 ampeeriseen ryhmään. Yleisesti laitetaan 1 vaihe uunille ja 2 vaihetta keittotasolle, asennuksissa on kuitenkin aina noudatettava valmistajan asennusohjeita. Käyttöpistorasioita on oltava keittotiloissa tarpeeksi. Kohteessa niitä suunniteltiin 2–4 kpl ja ne laitettiin yhteen 16 ampeerin ryhmään.

Parvekkeelle laitettiin valaisin ja 2-osainen käyttöpistorasia ja ne laitettiin samaan 16 ampeerin ryhmään. Sekä valaisin että pistorasia toimivat kytkimellä, joka sijoitettiin huoneiston sisälle parvekkeen oven viereen.

Palovaroittimia asuinnoissa tulee olla 1 kpl jokaista alkavaa 60 neliometriä kohden sekä jokaisessa kerroksessa/tasossa vähintään 1 kpl. Palovaroittimen etäisyys pitää olla vähintään 50 cm seinistä, kattopalkeista ja vastaavista. Palovaroittimien sijoittamisessa on otettava huomioon ilmavirtaukset, tuuletusikkuna ja koneelliset ilmanvaihdot. Palovaroittimia ei kannata myöskään sijoittaa keittiön tai kostean tilan läheisyyteen, koska normaaliit ruoanvalmistuksen savut tai pesutilojen höyryt voivat aiheuttaa turhan hälytyksen. Palovaroitin suunniteltiin omaan 10 ampeerin ryhmään.

Viestintäviraston määräyksen M65 C/20018 M [6] mukaan jokaiseen asuinhuoneistoon on sijoitettava vähintään kaksi kategorian 6 parikaapelia päätettynä tietoliikennesasiaan sekä vähintään yksi antennirasia, joka kaapeloidaan tähtiverkoksi koaksaalikaapelilla huoneiston kotijakamosta. Olohuoneisiin suunniteltiin 2 kpl antennirasioita ja 1 kpl 2-osaisia tietoliikennesasioita, makuuhuoneisiin yksi antennirasia ja yksi 2-osainen tietoliikennesasia. Olohuoneiden rasioiden sijoituksissa käytetään hyväksi arkkitehdin suunnittelemaan kalustepohjaa missä näkyy televisiopöydän paikka. Tähän kohtaan sijoitetaan paketti, joka pitää sisällään kaksi 2-osaista pistorasiaa, yhden antennirasian ja yhden 2-osaisen tietoliikennesasian. Olohuoneen toiselle seinälle piirrettiin yksi antennirasia ja yksi 2-osainen pistorasia. Makuuhuoneissa tele- ja antennirasiat sijoitetaan kalustepohjan mukaisesti työpöydän kohdalle. Pienemmissä makuuhuoneissa ei ollut työpöytää piirrettynä, joten rasiat laitettiin ikkunan läheisyyteen.

Kohteen asuntojen lämmitys toteutettiin vesikiertoisella lattialämmityksellä. Suunnittelussa tämä piti huomioida laittamalla huoneistojen jakotukkikaappiin (kuva 17) omat pistorasiat, joiden sähkönsyöttö tulee kiinteistökeskuksista. Huoneistotermostaatit piirrettiin myös tasokuviin.



Kuva 17. Lattialämmityksen periaatekaavio.

Yleiset tilat

Yleisten tilojen valaistuksen suunnittelussa on otettava huomioon tilojen käyttötarkoitus. Liiketunnistimella ohjattavia valaisimia suunniteltiin kohteessa rappukäytäviin, talopesulaan, ulkovälinevarastoihin, kierrätyshuoneisiin, irtaimistovarastoihin ja muihin yleisiin tiloihin, joihin asukkailla on mahdollista päästä. Irtaimistovarasto, joka toimii myös väestönsuojana, laitettiin kytkimellä ohjattava valaistus.

Rappukäytävissä käytettiin upotettavia alakatto alueilla upotettavia valaisimia, porrastanteille laitettiin seinään asennettavat samaa mallia olevat pintavalaisimet. Yleisissä tiloissa, joissa alas laskettua kattoa ei ole, suunniteltiin valaisinripustuskiskoon asennettava led-putkivalaisimet. Valaistusvoimakkuuden on oltava riittävä ja suunnittelijan on otettava tämä huomioon laskemalla valaistusvoimakkuus tarvittaessa esimerkiksi DIALux-ohjelman avulla.

Yleisiin tiloihin tulee suunnitella hätäpoistumistie- ja turvavalaistus. Kohteen hätäpoistumistievalaistuksen suunnittelussa käytettiin hyväksi palokonsultin laatimaa palosuunnitelmaa. Rappukäytävään hätäpoistumistien varrelle sijoitettiin IV-hätäseis painike ja savunpoistoluukkujen laukaisupainike.

Kaikkiin tiloihin pitää laittaa riittävä määrä palovaroittimia sekä siivouspistorasioita. Siivouspistorasioita ohjataan siivoushuoneessa olevalla siivouskytkimellä, joka kytkee sähkönsyötön pistorasioihin siivouksen ajaksi.

Tekniset tilat

Teknisiin tiloihin piirretään sinne sijoitettavat laitteistot. Teknisten tilojen valaistuksen ohjaukseen käytetään aina kytkintä, jottei valot vahingossa sammuisi esimerkiksi huoltotöitä tehtäessä. Teknisissä tiloissa käytettiin led-putkivalaisimia valaisinripustuskiskoon asennettuna. Pistorasioita laitetaan tarvittava määrä eri laitteita sekä huoltotöitä varten.

2.7 Järjestelmäkaaviot

Järjestelmäkaavioissa kerrotaan eri sähköjärjestelmien rakenne ja toteutus. Järjestelmäkaavioista ilmenee esimerkiksi maadoitusten ja potentiaalitasauksen toteutus ja johdintyypit, tele-, tieto ja automaatiojärjestelmien johdotukset ja komponentit, nousujohtokaavio johtotyyppeineen.

Yhteisantennijärjestelmä

Yhteisantennikaaviosta ilmenee kiinteistön antenniverkon rakenne ja komponentit. Kaavion avulla lasketaan antenniverkon toimivuus kiinteistössä. Antenniverkon vaimennukset eivät saa olla liian pieniä tai suuria eri taajuusalueilla, jotta antenniverkko toimii oikealla tavalla, ja se on varmistettava laskelman (kuva 18) avulla. Vaimennus lasketaan

porrasvahvistimelta lähimpänä ja pisimpänä oleville pisteille. Vaimennukseen vaikuttaa jaottimet, haaroittimet ja kaapeleiden vaimennukset.

	Antenniverkon vaimennus porrasvahvistimelta pisteelle	
	47 MHz	1000 MHz
A18	34,6	39,9
VSS	20,6	22,7
B34	35,2	42,5
B21	36,1	39,9
SAUNA	33,2	40,6
C39	32,4	37,0

Kuva 18. Antennilaskelma.

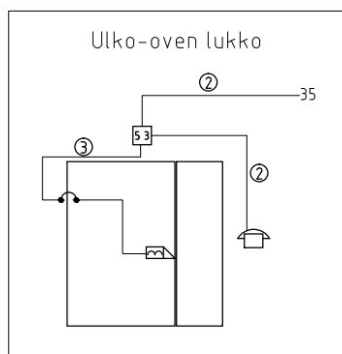
Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapelointijärjestelmästä ilmenee talojakamoiden sijainti ja nousukaapelointi huoneistoille sekä erillisten telerasioiden sijainti ja kaapelointi. Kohteessa erillisiä telerasioita on mm. lämmönjakahuoneessa ja väestönsuojassa sekä porrashuoneiden infotauluja varten. Kohteen nousukaapeleina talojakamosta huoneistojakamolle käytettiin tietoverkkokaapelia 2xCAT6 UTP ja valokaapelia 4xSM (OS2), joita meni jokaiseen huoneistoon yksi molempia.

Ovipuhelinjärjestelmä

Ovipuhelinjärjestelmä mahdollistaa ulko-oven avaamisen asunnoista. Järjestelmäkaaviossa (kuva 19) ilmenee sen toimintaperiaate ja kaapelointi. Kohteessa jokaisessa huoneistossa on oma ovipuhelin, josta ulko-ovi saadaan avattua. Ovipuhelinkeskuksesta vedettiin jokaiselle ovipuhelimelle KLM 4x0,8 kaapeli.

- ① = KLM 4x0,8 (SU)
 ② = MMJ 3x1,5S, KLM 4x0,8 (SU)
 ③ = PFSK 4x0,22 (RU)



MERKKISELITYKSET

-  = MOOTTORILUKKO (RU)
 = OVIRASIA (RU)
 = VASTAUSKOJE (SU)
 = OVITAUHU (SU)
 = OVIPUHELINKESKUS (SU)
 = YLIVIENTISUOJA (RU)

Kuva 19. Ulko-oven sähkölukon toimintaperiaate ja urakkarajat, SU=sähköurakka, RU=rakennusurakka.

Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmä

Savunpoiston ohjaus- ja valvontajärjestelmäkaaviosta ilmenee savunpoistoluukkujen ohjauskeskuksien sijainti, laukaisupainikkeiden ja savunpoistoluukkujen sijainti ja näiden välinen kaapelointi. Järjestelmän asennuksissa on käytettävä paloluokiteltuja tuotteita.

Kohteen muut järjestelmäkaaviot

Ohjaus- ja hälytysrunkokaaviossa esitetään kiinteistön keskuksien, ohjauskeskuksien ja valvonta-alakeskuksien väliset kaapeloinnit.

Käyttövedenmittausjärjestelmäkaaviossa ilmenevät vesimittarit ja niiden mittaukseen tarkoitetut kaapelit. Asuntojen vesimittarit sijoitettiin opinnäytetyössä käsiteltävässä kohteessa kylpyhuoneen alakaton sisälle huoltoluukun kohdalle.

Sähköenergianmittaus- ja etähallintajärjestelmäkaaviossa esitetään sähköenergianmittaukseen ja etähallintaan käytettävän järjestelmän laitteet ja niiden sijainti sekä kaapeloinnit.

2.8 Suunnittelun eteneminen

Kohteen sähkösuunnittelu on edennyt aikataulussa, vaikka tilaaja- ja asukasmuutoksia on tullut jonkin verran. Muutokset merkitään muutosrevisiomerkinnoillä ja piirustuksen nimiöön kirjetetaan tehtyjen muutoksien sisältö tai vaihtoehtoisesti tehdään erillinen muutosluettelo. Muutosluettelo on hyvä tehdä, jos muutoksia on paljon. Muutosluettelossa voi myös kuvailla tehdyt muutokset tarkemmin, koska piirustuksien nimiöihin ei mahdu paljon tekstiä. Kohteen projektipankkina toimii SokoPro. SokoPro on internetsivusto, jota rakennushankkeessa olevat osapuolet voivat käyttää tiedostojen, kuten suunnitelmien ja kokouspöytäkirjojen, jakamiseen.

3 Älykäs sähköverkko

Tulevaisuuden sähköjärjestelmää ja sähkönjakelua on kehitettävä sähkön käytön lisääntymisen ja hiilidioksidipäästöjen vähennyksen tarpeeseen. Energiantuotanto on suuressa muutoksessa, koska fossiilisten polttoaineiden kulutuksesta on tähdättävä yhä enemmän uusiutuvan energian käyttämiseen. Nykyinen sähköverkko ei kykene vastaamaan lisääntyvästä sähkön kysynnästä ja monimuotoisen sähköntuotannon tarpeista. Älykäs sähköverkko mahdollistaa uusiutuvan energian laajamittaisen käyttämisen taloudellisesti, sähkönkulutuksen tasaamisen nykyisten voimalaitoksien sähkötuotantoa ja sähkökuorman ohjausta hyväksi käyttäen.

Älykäs sähköjärjestelmä on yksinkertaisimmillaan automaatiolla tapahtuvaa sähköverkon kannattavuuden ja luotettavuuden lisäämistä. Automaation avulla sähkön kulutusta ja tuotantoa pystytään tasapainottamaan, energiaa varastoimaan sekä ottamaan sähkökäyttöiset ajoneuvot laajamittaiseen käyttöön. Tällä hetkellä älykäs sähköverkko näkyy käytännössä etäluettavina sähkömittareina.

Kalasadaman alueen älyverkkoratkaisu on yksi energia- ja ympäristöalan strategisen huippuosaamisen keskittymän (SHOK) CLEEN Oy:n demonstraatio viisivuotisesta Älykkäät sähköverkot ja energiamarkkinat (SGEM) tutkimusohjelmasta. Kuvassa 20 näkyy Kalasadaman alueelle suunnitellut energiaratkaisut, joita Helsingin Energia ja Helen Sähköverkko Oy ovat kehittäneet yhteistyössä mm. ABB Oy:n kanssa.

Alueelle on rakennettu Suomen ensimmäinen suljettu rengasverkko keskijänniteverkossa. Verkon sähkönsyöttö on jatkuvasti päällä kahdesta suunnasta, kun perinteistä keskijänniteverkkoa syötetään yhdestä suunnasta ja vian sattuessa syöttöpistettä vaihdetaan nopeasti. Uusi teknologia mahdollistaa ratkaisun, jolla varmistetaan mahdollisimman häiriötön sähkönsyöttö ja vähennetään keskijänniteverkon häviöitä.

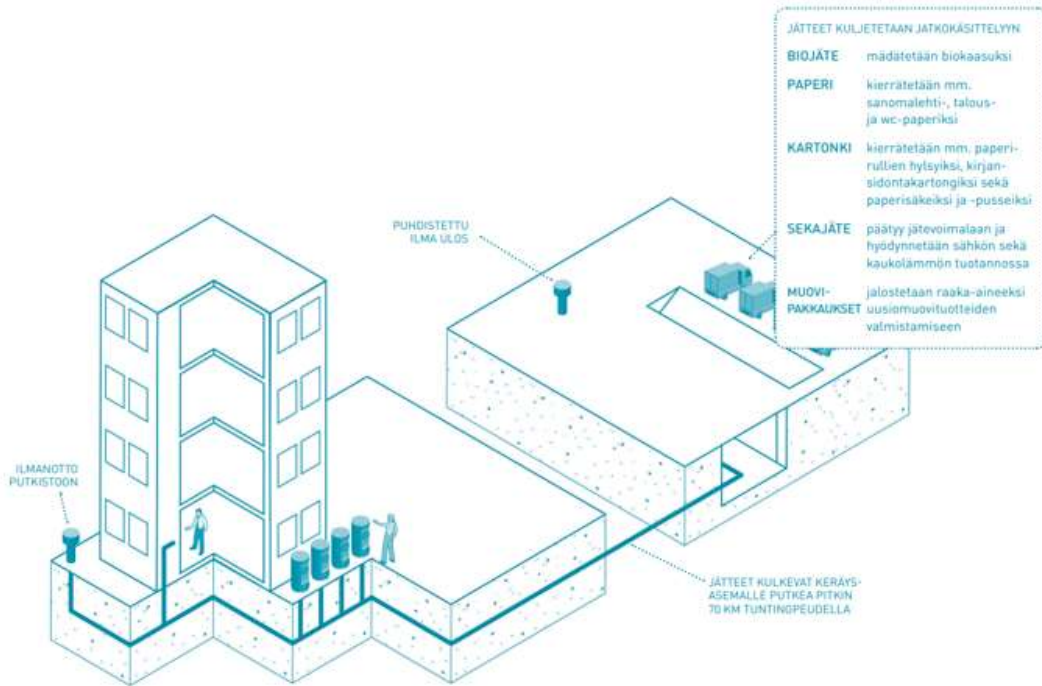
KNX-huoneistoautomaation avulla ohjataan huoneistojen kulutusryhmät päälle/pois ja säädetään ilmanvaihtoa, KNX-väylässä olevien laitteiden sähkönkulutusta voidaan seurata tarkemmin ja näin saadaan reaaliaikaista tietoa energiankulutuksesta. Myös vedenkulutusta mitataan. Teknisessä tilassa olevat palvelimet keräävät tietoa, jotka ovat palveluntarjoajien käytössä. Palveluntarjoavat jakavat kuluttajille tietoa liittymäkohtaisesta kulutuksesta, jonka avulla kuluttajat voivat seurata ja suunnitella omaa energiankäyttöään reaaliaikaisesti. KNX-järjestelmässä on avoin rajapinta, ja se mahdollistaa uusien energia-, mukavuus- ja turvallisuuspalveluiden liittämisen järjestelmään.



Kuva 20. Kalasataman energiaratkaisut [7].

Alueen jätehuoltoon käytetään innovatiivista putkikeräysjärjestelmää (kuva 21). Lajitellut jätteet laitetaan kiinteistön keräyspisteeseen, josta ne kulkevat maanalaista putkea pitkin keräysasemalle ja sieltä eteenpäin jatkokäsittelyyn. Tämä vähentää huomattavasti kuorma-autoliikennettä asuintalojen välittömässä läheisyydessä ja muutenkin lisää asumismukavuutta.

Kiinteistön jätteenkeräys toteutetaan koko korttelin yhteisellä jätteenkeräysjärjestelmällä. Jätteenkeräysjärjestelmän tarvitsema sähkö kulut jaetaan $k\text{-m}^2$:n perusteisesti asunto-osakeyhtiöiden kesken.



Kuva 21. Jäteputkijärjestelmä [8]

4 Yhteenveto

Opinnäyteprojektin tavoitteena oli tehdä sähkösuunnitelmat Kalasataman alueella rakennettavaan kerrostaloon, jotka ovat tilaajan vaatimusten mukaiset. Alueen vaativimmat tontinluovutusehtoihin oli perehdyttävä tarkasti ja ne oli otettava huomioon suunnittelussa. Suunnittelun aikana sähkösuunnitelmia päivitettiin muutoksien ja huomattujen puutteiden johdosta.

Kohteen suunnittelu on pysynyt aikataulussa. Joitakin kertoja suunnittelun aikana tuli hieman kiire, esimerkiksi urakkalaskentapaketin saamisessa valmiiksi sovittuun päivään mennessä. Välillä oli myös hankaluuksia sovittaa koulussa ja töissä käyminen yhteen, mutta loppujen lopuksi kaikki sujui hyvin.

Opinnäytetyön kohteena olevan kiinteistön suunnitteluprojektin aikana osaamiseni sähkösuunnittelusta ja sähkötekniikasta on lisääntynyt todella paljon. Olen samanaikaisesti tehnyt muita sähkösuunnittelu projekteja, joissa on pitänyt perehtyä useisiin sähköalan standardeihin ja määräyksiin. Sähköala muuttuu ja kehittyy jatkuvasti, ja se vaatii alan henkilöiltä alituista uuden oppimista ja itsensä kehittämistä.

Lähteet

- 1 ST 13.31: Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen 2015. Sähkötieto Ry.
- 2 Sähköasennukset 2012 SFS-käsikirja 600-1. Osa 5-54: sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoitus ja suojajohtimet 2012. SFS Ry.
- 3 ST 53.21: Rakennuksen sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalitasaukset 2012. SFS Ry.
- 4 Maadoituskirja 2014. Sähköinfo Oy.
- 5 SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset. Verkkoaineisto, SFS.fi.
https://www.sfs.fi/aihealueet/sahko_ja_elektroniikka/sfs_6000 Ei päivytystietoa. Luettu 24.5.2019.
- 6 Viestintäviraston määräys 65 C/2018 M. Verkkoaineisto, SFS.fi.
https://www.finlex.fi/data/normit/44045/M_65_C_MPS_250118.pdf Ei päivytystietoa. Luettu 16.6.2019.
- 7 Case Kalasatama. Verkkoaineisto, ABB Oy.
<https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/teknologia/kalasatama>, luettu 8.7.2019.
- 8 IMU KALASATAMA. Verkkoaineisto, Kalasataman jätteen putkikeräys Oy.
<http://kalasatamanimu.fi/>, luettu 8.7.2019.
- 9 ST 51.21 Sähköinen varustetaso asuinkerrostalossa ja kerrostaloasunnossa 2016. Sähkötieto Ry.

LIITTEET (ainoastaan työntilaaajan käyttöön)

Liite 1 Asiakirjaluettelo

Liite 2 Sähkötyöselostus

Liite 3 Valaisinluettelo

Liite 4 Pääkeskus PK, pääkaavio

Liite 4 Maadoituskaavio

Liite 5 Nousujohtokaavio

Liite 6 Monimittarikeskus MMK-A, pääkaavio

Liite 7 Monimittarikeskus MMK-B, pääkaavio

Liite 8 Monimittarikeskus MMK-C, pääkaavio

Liite 9 Kiinteistökeskus KK-A, pääkaavio

Liite 10 Kiinteistökeskus KK-B, pääkaavio

Liite 11 Kiinteistökeskus KK-C, pääkaavio

Liite 12 Ryhmäkeskus RK-VSS, pääkaavio

Liite 13 Asunnon ryhmäkeskus RK-XX, pääkaavio

Liite 14 IV-konehuoneen ryhmäkeskus RK-IV, pääkaavio

Liite 15 Liiketilän ryhmäkeskus RK-LTX, pääkaavio

Liite 16 Asemapiirustus

Liite 17 Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, Alapohja

Liite 18 Vahvavirtatasopiirustus, B-lohko, Alapohja

Liite 19 Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, 1. kerros

Liite 20 Vahvavirtatasopiirustus, B-lohko, 1. kerros

Liite 21 Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, 2. kerros

Liite 22 Vahvavirtatasopiirustus, B-lohko, 2. kerros

Liite 23 Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, 3. kerros

Liite 24 Vahvavirtatasopiirustus, B-lohko, 3. kerros

Liite 25 Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, 4. kerros

Liite 26 Vahvavirtatasopiirustus, B-lohko, 4. kerros

Liite 27 Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, 5. kerros

Liite 28 Vahvavirtatasopiirustus, B-lohko, 5. kerros

Liite 29 Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, 1. kerros

Liite 30 Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, 6. kerros

Liite 31 Vahvavirtatasopiirustus, B-lohko, 6. kerros

Liite 32 Vahvavirtatasopiirustus, A-lohko, 7. kerros

Liite 33 Vahvavirtatasopiirustus, B-lohko, 7. kerros

Liite 34 Lattialämmityksen ja -viilennyksen kaapelointiperiaate

Liite 35 Yhteisantennijärjestelmä, järjestelmäkaavio

Liite 36 Yleiskaapelointijärjestelmä, järjestelmäkaavio

Liite 37 Ovipuhelinjärjestelmä, järjestelmäkaavio

Liite 38 Sähkölukitusjärjestelmä, järjestelmäkaavio

Liite 39 Savunpoisto ohjaus- ja valvontajärjestelmä, järjestelmäkaavio

Liite 40 Ohjaus- ja hälytysrunkojohtokaavio

Liite 41 Käyttövedenmittausjärjestelmä, järjestelmäkaavio

Liite 42 Sähköenergianmittaus- ja etäkäyttöjärjestelmä