



PETRI FREDMAN

Asuinkerrostalon sähkösuunnittelu

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIIKAN
TUTKINTO-OHJELMA
2022

Tekijä(t) Fredman, Petri	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Kuukausi Vuosi 01/2022
	Sivumäärä 50+24	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Asuinkerrostalon sähkösuunnittelu		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikka		
<p data-bbox="358 646 500 674">Tiivistelmä</p> <p data-bbox="358 716 1409 814">Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä sähkösuunnitelmat uusiin rakennettaviin asuinkerrostaloihin. Kohteena toimi Turkuun rakennettavat kaksi 7-kerroksista asuinkerrostaloa, sekä niiden yhteyteen tuleva 2-kerroksinen autohalli.</p> <p data-bbox="358 852 1409 1056">Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehtyä asuinkerrostalon sähkösuunnitteluun ja sen eri tehtäviin. Näitä olivat esimerkiksi tasopiirustuksien, sähkökeskusten ja kaavioiden suunnittelu. Lisäksi selvitettiin, mitä dokumentteja sähkösuunnittelussa tuotetaan. Työssä tutkittiin myös voimassa olevaa SFS 6000 standardia ja viranomaismääräyksiä, jotka koskivat asuinkerrostalon sähkösuunnittelua. Lisäksi työssä käytettiin suunnittelun apuna ST-kortteja ja kokeneempien suunnittelijoiden neuvoja.</p> <p data-bbox="358 1094 1409 1157">Sähkösuunnitelmat tehtiin Cadmatic 18 Electrical -suunnitteluohjelmalla. Sähkötekniset mitoitukset tehtiin FebDok -verkonlaskentaohjelmalla ja ST-korttien kaavoilla.</p> <p data-bbox="358 1194 1409 1293">Työn lopputuloksena saatiin standardit ja viranomismääräykset täyttävät asuinkerrostalon sähkösuunnitelmat, jotka olivat myös tilaajaan vaatimusten mukaisia. Lisäksi tuotettiin sähkösuunnitelmadokumentit sähköurakointia varten.</p>		
Avainsanat Sähkösuunnittelu, kerrostalo		

Author(s) Fredman, Petri	Type of Publication Bachelor's thesis	Date Month Year 01/2022
	Number of pages 50+24	Language of publication: Finnish
Title of publication Electrical design of residential apartment building		
Degree programme Electrical and automation engineering		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to make electricity plans for new residential apartment buildings to be built. Two 7-storey residential apartment buildings will built in Turku and their connection will come a 2-storey car garage.</p> <p>The purpose of the thesis was to get acquainted with the electrical design of a residential apartment building and its various tasks. These included the design of level drawings, electrical switchboards and diagrams, for example. Additionally, it was cleared what documents are produced in electrical design. The thesis also examined the existing SFS 6000 standard and official regulations concerning the electrical design of a residential apartment building. Additionally, ST cards and the advice of more experienced designers were used to help the design.</p> <p>Electrical plans were made with a using the Cadmatic 18 Electrical -design program. Electrotechnical sizing was made using the FebDok electrical network calculation program and formulas from ST cards.</p> <p>As an end result was obtained official regulations and standards fulfilling residential apartment building electricity plans, which were also compliant with the requirements of the customer. Electrical plan documentation for electrical contracting were also produced.</p>		
Keywords electrical plan, apartment building		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 KOHDE.....	7
3 MITOITUS.....	9
3.1 Liittymän mitoitus.....	9
3.2 Verkon ja kaapeleiden mitoitus.....	11
4 SUUNNITTELU	13
4.1 Asemapiirustus.....	14
4.2 Tasopiirustukset	15
4.2.1 Asunnot.....	17
4.2.2 Yleistilat.....	20
4.2.3 Tekniset tilat	22
4.2.4 Väestönsuoja.....	23
4.2.5 Autohalli	25
4.2.6 Palovaroittimet ja paloilmoinjärjestelmä.....	26
4.2.7 Savunpoistojärjestelmä.....	28
4.2.8 Turva- ja poistumistievalaistus	30
4.3 Keskukset	32
4.3.1 Pää- ja kiinteistökeskus.....	33
4.3.2 Monimittarikeskukset	34
4.3.3 Ryhmäkeskukset	35
4.4 Kaaviot	36
4.4.1 Nousujohtokaavio	36
4.4.2 Maadoituskaavio.....	37
4.4.3 Yleiskaapelointikaavio	39
4.4.4 Antennikaavio.....	40
4.4.5 Ovipuhelinkaavio.....	42
4.5 Laiteluettelot	44
4.5.1 Valaisinluettelo	45
4.5.2 Kojeluettelo.....	46
4.6 Asiakirjat	46
4.6.1 Piirustusluettelo	47
4.6.2 Sähkötyöselostus.....	47
4.7 Tietomallinnus.....	48
5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....	50
LÄHTEET	

LITTEET

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään kahden asuinkerrostalon ja niiden autohallin sähkösuunnittelua. Opinnäytetyön kohde sijaitsee Turussa ja käsittää kaksi 7-kerroksista asuinkerrostaloa, joiden yhteyteen tulee 2-kerroksinen autohalli. Työn toimeksiantaja on Rejlers Finland Oy ja työ tehdään Rakentaminen Turku -toimistolle. Yritys on yksi Pohjoismaiden johtavista insinööritoimistoista. Yrityksellä on henkilökuntaa Suomessa n. 1000 ja se toimii yli 20 paikkakunnalla. Yritys tarjoaa insinööripalveluja teollisuuden, rakentamisen, energian ja infran toimialoilla. Tämä työ tehtiin rakentamisen toimialalle.

Opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä asuinkerrostalon sähköjärjestelmien sähkösuunnitteluun. Työssä käydään läpi asuinkerrostalon eri sähköjärjestelmiä ja niiden suunnitteluperiaatteita. Työssä käydään läpi myös sähkökeskusten suunnittelua sekä sähkötekniistä mitoitus. Lisäksi käsitellään muita asiakirjoja, joita suunnittelussa tuotetaan, kuten erilaisia luetteloita ja selostuksia. Järjestelmien vaatimuksia ja ohjeistuksia selvitetään SFS-6000 standardeista, viranomaismääräyksistä ja ST-korteista.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa standardit ja viranomaismääräykset täyttävät asuinkerrostalon sähkösuunnitelmat. Lisäksi tarkoituksena on, että laadittuja suunnitelmia voidaan käyttää sähköurakkalaskentaan ja itse sähköurakointiin.

2 KOHDE

Kohteeseen rakennetaan kaksi asuinkerrostaloa, jotka sijoittuvat omille tonteilleen, sekä taloille yhteinen autohalli. Kohde sijaitsee Turussa, Skanssin alueella ja rakennusten kokonaisala on noin 11000 m². Molemmat kerrostalot ovat omia taloyhtiöitään ja myös autohallilla on oma yhtiönsä. Pihan toiminnot ovat yhteisiä, yhteissopimuksen mukaan. Kerrostalot ja autohalli ovat teräsbetonitaloja, joiden kantavat seinät ovat joko elementtirakenteisia tai paikallavalettavia. Välipohjat ovat paikallavalettavia. Myöhemmässä vaiheessa rakennetaan vielä kolmas kerrostalo B-talon viereen.

Molemmat kerrostalot ovat 7-kerroksisia taloja, joiden ullakolla on iv-konehuone. Molemmissa kerrostaloissa on 72 asuntoa, joiden koot vaihtelevat yksiöstä kolmioon. Asunnoissa ei ole omia saunoja. Osassa asunnoissa on parveke tai ranskalainen parveke. A-talossa on yksi kellarikerros, jossa sijaitsee molempia taloja palveleva yhteinen väestönsuoja ja lämmönjakohuone. B-talossa on kaksi kellarikerrosta, joissa sijaitsee verkkoyhtiön kiinteistömuuntamo-tila, jonka suunnittelusta verkkoyhtiö vastaa. Lisäksi B-talon kellarissa sijaitsee molempia taloja palveleva jätehuone. Molempien talojen kellarikerroksissa sijaitsee yhteisiä tiloja kuten sähkökeskushuone, varastotiloja, pesula, kuivaushuone, siivoushuone ja kerho/saunaosasto. Kerrostalojen teknikkoiden nousut toteutetaan asuntolinjakohtaisilla nousuhormeilla. Pihalla ja pihakannella sijaitsee vierasautopaikkoja ja leikki- sekä oleskelualueita.

Autohalli on kaksikerroksinen puolilämmin tila, joka sijaitsee B-talon vieressä pihakannen alla. Autohallissa on 90 autopaikka, joista 12 varustetaan rakentamisvaiheessa sähköautonlatauspisteellä. Jokaisella paikalla varaudutaan sähköautonlatauksella. Autohallissa on myös kaksi porrashuonetta, joista pääsee katutasolle ja pihakannelle.

Talojen lämmitys toteutetaan kaukolämmöllä ja asuntojen lämmitys vesikiertoisena lattialämmityksenä. Asunnoissa on etälueuttavat huoneistokohtaiset vesimittarit. Ilmanvaihto toteutetaan iv-konehuoneessa olevalla keskitetyllä ilmavaihdolla. Kumpaakin kerrostaloon ja autohalliin tulee oma sähköliittymä. Kerrostalojen katolle rakennetaan kiinteistön sähköverkkoon liitettävä aurinkopaneelijärjestelmä.



Kuva 1 Havainnekuva rakennusten julkisivusta ja pihasta. (Projektiaineisto 2021)

3 MITOITUS

Rakennuksen sähköverkon- ja liittymän mitoitus on sähkösuunnittelun tärkeimpiä asioita. Sähköverkon alimitoittaminen rajoittaa rakennuksen käyttöä ja verkon ylimitoittaminen aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia niin rakentamisessa kuin rakennuksen käytössäkin. Sähköverkko ja liittymä tulisi mitoittaa siten että ne riittävät myös tulevaisuudessa, mutta eivät kuitenkaan ole liian suuria. (ST 13.31 2015, 1.)

Myös sähköverkko ja sen kaapelointi pitää mitoittaa siten, ettei siitä aiheudu vaaraa kenellekään tai vahinkoja omaisuudelle. Kohteen mitoitus toteutettiin ST-kortin 13.31 laskentataulukkoilla, FebDok-verkonlaskentaohjelmalla sekä yrityksen vakiintuneella tavalla ja tietämyksellä.

3.1 Liittymän mitoitus

Molempiin kerrostaloihin ja autohalliin tulee omat sähköliittymät ja nämä liittymät pitää kukin erikseen mitoittaa. Kerrostalojen sähköliittymän laskennassa käytetään hyväksi ST-kortin 13.31 taulukkoa, jossa on esitetty laskentamallit liittymän huipputehon määrittämiseksi. Kohteen kerrostalon asunnoissa ei ole saunoja, joten laskennassa käytetään ilman kiukaita -kaavaa. Lämmityksenä kerrostaloissa käytetään kaukolämpöä, joten lämmityksestä tulevia tehoja ei tarvitse huomioida laskennassa.

Taulukko 1. Kokemusperäiset laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi.

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

1 Ylitystodennäköisyys 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 kiuasa ei asennettaisikaan, suositellaan mitoittamista kiukaalle myöhempää käyttöä ajatellen.

Kuva 2 ST-kortin 13.31 taulukko1, laskentamalli asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi (sähköinfo Oy:n www-sivut 2022)

Yrityksessä on kokemusperäisesti todettu, että ST-kortin laskenta ei ole nykyaikainen ja mitoittaa liittymän liian suureksi. Sähköliittymäksi molemmille kerrostaloille laskettiin 160 A liittymät.

Autohalliin sähköliittymä mitoitetetaan lähinnä sähköautojen latausasemien tehojen mukaisesti. Muiden autohallin laitteiden ja valaistuksien tehot eivät ole kovin suuret, paitsi savunpoistolla, että ne vaikuttaisivat merkittävästi sähköliittymän laskettavaan huipputehoon, mutta niillekin on laskettava pohjakuorma liittymän mitoituksessa.

Latausjärjestelmien tehonmitoituksessa on huomioitava turvallisuusjärjestelmät ja muut jakelunvaihtelut. Turvajärjestelmille, kuten savunpoistolle on jätettävä tehoreservi, ettei sen käyttö vaarannu. Mitoituksessa on myös huomioitava tehon huippuhetket, eivätkä ainoastaan huipputehon keskiarvot riitä, jotta ei tule liittymän ylikuormitusta. Jos latausjärjestelmässä ei ole kuormituksen valvontaa ja hallintaa niin täytyy latausjärjestelmän teho laskea täysimääräisesti kiinteistön huipputehoon. Tämä saattaa johtaa liittymän kasvamiseen ja siten kustannusten nousuun. Tämä takia suurissa latausjärjestelmissä on suositeltavaa käyttää kuorman hallintaa ja valvontaa. (ST 41 2019, 66.)

Autohalliin tulee rakentamisvaiheessa 12 kappaletta 1-vaiheisia 3,6 kW hidaslatauksia, mutta liittymää laskettaessa varaudutaan siihen, että kaikille 90 autopaikalle voidaan tulevaisuudessa asentaa sähköauton latausasema. Ensimmäisille 12 latausasemalle ei tehdä kuormanhallintaa, joten niiden huipputehot pitää laskea täysimääräisesti liittymässä. Kun latausmäärät kasvavat niin autohallin pääkeskukselle tehdään varaus latausjärjestelmän kuormanhallinnalle, jotta liittymää ei tarvitse niin paljon kasvattaa, vaan järjestelmä tasoittaa latauksien huippuja. Liittymäksi laskettiin latausjärjestelmän, savunpoiston ja pohjakuorman huiput yhteen laskemalla 160 A. Kuitenkin kun tässä vaiheessa ei ole tarkkaan tiedossa minkä tehoisia latausasemia autohallin autopaikoille on tulossa, niin liittymä varaukseksi laskettiin 2x250 A, joka pitää huomioidaan liittymän kaapeloinnissa ja pääkeskuksen nimellisvirrassa.

3.2 Verkon ja kaapeleiden mitoitus

Verkon mitoituksessa valitaan rakennuksien keskuksien ja laitteiden kaapelityypit sekä niiden ylivirta- ja oikosulkusuojaukset. Monimittauskeskuksien huipputeho lasketaan ST 13.31 taulukoiden mukaan, huomioiden sen ylimitoitus ja ryhmäkeskukset niissä olevien laitteiden huipputehon mukaan. Esimerkiksi teknisissä tiloissa mitoitus tehdään LVI-laitteiden ja muiden sen laitteiden tehojen mukaan. Kun keskuksen teho on laskettu, sille valitaan nimellisvirraltaan seuraavaksi suurempi arvoisempi ylivirta-oikosulkusuoja, joka on tässä tapauksessa kahvasulake tai johdonsuojakatkaisija.

Kaapeleiden kuormitettavuus on määritelty johdolle sallitun suurimman lämpötilan mukaan. Sitä ei saa ylittää, koska yllämpötila voi aiheuttaa tulipalon tai lyhentää kaapelin käyttöikä. Johdon kuormitettavuuteen vaikuttaa johdinmateriaali, johdon eristemateriaali, ympäristön lämpötila, asennustapa ja muiden virtapiirien läheisyys. Standardissa SFS 6000-5-52 on taulukot, joissa on kertoimet kaapeliin kohdistuvalle ulkolämpötilalle ja muiden kaapeleiden vaikutukselle sekä valintataulukot kaapeleille eri asennustavoille. (D1 2019, 523.)

Kohteen verkon laskennassa käytettiin hyväksi yrityksen FebDok -verkonmallinuso-ohjelmaa, jolla saadaan laskettua kohteen kaapeleiden tyypit ja poikkipinnat. Ohjelmaan laitetaan syöttävä sulake, jonka jälkeen valitaan asennustapa ja rinnakkaisten

kaapeleiden määrä sekä ympäristön lämpötila. Tämän jälkeen ohjelmalla valitaan siihen soveltuva kaapeli. Ohjelma käyttää SFS 6000 taulukoita ja tämä nopeuttaa verkon laskemista.

Pistorasiasuojauksissa ja asunnon valaistuksien suojauksena on myös käytettävä korkeintaan 30mA vikavirtasuojia. Vikavirtasuojat toimivat lisäsuojana sähköiskuja vastaan, mutta niiden kanssa on myös käytettävä perussuojauksia. Kohteen kaikkiin pistorasioihin ja valaistuksiin suunniteltiin vikavirtasuojaryhmät. (D1 2019, 41.3.)

4 SUUNNITTELU

Suunnittelun tarkoituksena on suunnitella kohteeseen turvallinen ja toimiva sähköjärjestelmä, kumminkin huomioiden tilaajan vaatimukset sekä järjestelmän hankinta- ja asennuskustannukset. Suunnittelussa tuotetaan toimivat ja selkeät sähköpiirustukset, joilla sähköurakoitsija voi laskea kohteen urakkahinnan ja tehdä kohteen sähköasennukset.

Kohteen suunnitelmat tehdään Cadmatic 18 Electrical suunnitteluohjelmalla, jolla voidaan myös tehdä 3d-mallinnus. Tietomallien tarkastelussa käytetään Solibri-tietomalliohjelmaa ja asiakirjojen teossa käytetään MS Office-ohjelmia.

Kohteen suunnittelu aloitetaan selvittämällä tilaajan vaatimukset rakennuksen sähköjärjestelmille ja laatutasolle, eli kuinka paljon sekä mitä laitteita ja kojeita rakennukseen tulee. Nämä yleensä selviävät kohteen rakennustapaselosteesta ja tilaajan suunnitteluohjeista. Jos vaatimuksissa on epäselvyyksiä tai ristiriitoja, on ne hyvä suunnittelun alussa selvittää. Vaatimuksia yleensä tarkennetaan suunnittelun edetessä sekä mahdollisissa ongelmatilanteissa. Myös jos kustannukset nousevat liikaa, niin vaatimuksia voidaan joutua vielä muuttamaan. Lisäksi voi tulla erillisiä vaatimuksia järjestelmiin viranomaisilta, esimerkiksi turvajärjestelmiin paloviranomaisilta. Lisäksi täytyy selvittää, jos muuten sitä ei tule ilmi, että tehdäänkö kohteeseen tietomallinnus ja mitkä ovat mallinnuksen vaatimukset.

Aluksi on hyvä selvittää arkkitehtikuvista, onko sähkötilassa tarvittava tila tilaan sijoitettaville keskuksille ja muille laitteille. Lisäksi selvitetään, millaiset ovat kohteen nousuhormit ja onko niissä tarpeeksi tilaa kerroskaapeloinneille. Myös asuntojen ryhmäkeskuksien paikat varmistetaan, niin että ne ovat järkevissä paikoissa, ja että seinillä on tarpeeksi tilaa varattu keskuksille. Lisäksi on hyvä selvittää, millaiset välipohjien rakennetyypit ovat, eli onko kohteessa esimerkiksi paikallavalu vai ontelolaatasto. Tämä vaikuttaa selvästi ainakin asuntojen kaapelointireitteihin ja putkituksiin.

Seuraavaksi yleensä tehdään kohteen sähkötekniset mitoitukset ja selvitetään liittymisreitit kohteen rakennuksiin, jonka jälkeen suunnitellaan kohteen asemakuvaan

maarakennuksen urakkalaskentakuva. Tämän jälkeen yleensä suunnitellaan keskusten sijainnit, niin että niillä on tarpeeksi tilaa ja ne saadaan järkeviin paikkoihin. Suunniteltavaksi tulee myös kaapelointireitit ja niiden hyllyjärjestelmät, jotta varmistetaan että niille on varmasti tilaa, myös huomioiden tulevat LVI-järjestelmät. Esimerkiksi porrashuoneiden alakaton yläpuolella voi olla ahdasta ja tämä on hyvä suunnittelun alussa huomioida, jotta siihen saadaan suunniteltua korjaava ratkaisu. Tämän jälkeen tehdään suunnitelman tasoihin pisteytykset, eli sähköpisteiden sijoitukset, ja mahdollinen malliasuntojen tai kerroksen sähköpisteiden sijoitussuunnitelma, joka lähetetään tilaajan kommentoitavaksi. Pisteytyksen ohessa tehdään myös sijoitettujen laitteiden osalta 3d-mallit tietomalliin.

Pisteytyksen jälkeen suunnitellaan niiden mukaan järjestelmäkaaviot ja alustavat keskuskaaviot, sekä määritellään kohteen valaisimet ja kojeet. Myös LVI-suunnitelmissa määriteltyjen sähkölaitteiden sähköistykset suunnitellaan. Tämän jälkeen suunnitellaan kohteen johdotukset ja niiden mukaan keskuskaaviot lopulliseen kuntoon. Myös lasketaan kohteen kaikkien valaisimien ja kojeiden määrät, ja näistä laaditaan luettelot. Lopuksi laaditaan kohteen sähkötyöselostus. Näihin lisäksi tehdään koko suunnittelun ajan tarvittavia muutoksia tai korjauksia.

Kun suunnitelmat ovat valmiita, niin niistä ajetaan pdf-tulosteet urakkalaskentaa varten, ja ne pankitetaan, eli tallennetaan projektin projektipankkiin. Erilliset työpiirustukset, joissa on tasopiirustuksien ja keskusten ryhmälähdöt numeroituna, tehdään joko suunnittelijan toimesta tai urakoitsija tekee nämä itse, riippuen sopimuksesta. Sama periaate on myös keskuksien piirikaavioissa.

4.1 Asemapiirustus

Asemapiirustuksen päätarkoituksena on esittää rakennusten sijainnit tontilla, ja alueille sijoitettavat asennukset kaapelointineen. Asemapiirustuksessa myös esitetään eri järjestelmien liittymiskaapelit ja rakennusten väliset kaapelit reitteineen. (ST-esimerkit 05 2005, 6.)

Kohteen molemmille kerrostaloille ja autohallille tehdään yhteinen asemakuva sekä pihakannelle oma tasokuvansa. Nämä kuvat tehdään yleensä 1:200 mittakaavaan. Asemakuvasta tehdään yleensä ensin erillinen maanrakennusurakan asemapiirustus (MRU), jossa näkyvät kaikki maanrakennusurakkaan kuuluvat asennukset, kuten putkitukset ja maadoituselektrodi. Tämän jälkeen asemakuvan laadintaa jatketaan, jotta siinä näkyvät kaikki sähköurakkaan kuuluvat asennukset kuten pihavalaisimet.

Asemakuvassa näkyvät kaikki suunnitellut maahan asennettavat putkitukset, kuten liittymäkaapeleiden putkitukset ja valaisinkaapeleiden putkitukset kokotietoineen. Putkituksiin lisätään vetonarut ja putkien päälle kaapeliojaan varoitusnauhat. Urakkaan myös kuuluu asentaa kaikki kiinteistömuuntamosta lähtevät putkitukset tontin rajalle verkkoyhtiön ohjeiden mukaisesti. Kohteessa maadoituselektrodi kiertää rakennuksen perustuksien ympäri. Lisäksi asemakuvassa näkyy talojen sähkötilojen sijainnit ja siellä olevat keskukset, kuten pääkeskus, monimittauskeskukset, sekä antenni- ja päätalojakamo.

Pihavalaistukseksi piha-alueelle suunniteltiin 4 metriset puistovalaisimet ja pollarivalaisimet. Autohallille menevälle rampille suunniteltiin 4 metriset katuvalaisimet. Valaisimien hankintaan kuuluu myös valaisimeen sopiva pylväs ja pylvään betonijalusta. Valaisimia ohjataan kiinteistöautomaatiosta hämärätunnistimella ja määritetyllä aikaohjelmalla.

Pihankannen kuva ei sinänsä eroa asemakuvasta, mutta kaikki piha-asennukset kuten valaistus ja putkitukset tehdään pihankannen betonivaluun. Kannen kuvaan ei merkitä sinne tulevia putkituksia erikseen, vaan periaate on sama kuin tasopiirustuksissa. Pihakannelle tulee samalla lailla valaistukset kuin asemakuvassa. Kannen kuvaan tulee myös sadevesikaivojen lämmitykset LVI-suunnitelmien mukaisesti niihin kaivoihin, joiden putket tulevat autohallin puolelle.

4.2 Tasopiirustukset

Tasopiirustuksien tarkoituksena on esittää rakennuksen sähkö- ja telejärjestelmien laitteet ja pisteet sijainteineen, sekä niiden väliset johdotukset. Tasopiirustuksissa tulee

esittää laitteiden ja pisteiden asennukseen liittyvät tiedot, kuten asennustapa ja -korkeus. Valaisimiin merkitään tyyppikohtaiset positionumerot, jotka viittaavat valaisinluetteloon, jossa on tarkemmat tiedot valaisimesta. Tasopiirustukset laaditaan yleensä 1:50 mittakaavaan. Tässä osiossa käydään läpi turvajärjestelmiä, joista ei tehdä erillistä järjestelmäkaaviota. (ST-esimerkit 05 2005, 19.)

Kohteessa molempien kerrostalojen ja autohallin kerrostasoihin tehdään omat tasopiirustukset. Piirustuksissa esitetään kaikki kyseisen kerroksen tasoon tulevat sähkö- ja telelaitteet sekä pisteet. Tasopiirustuksien suunnitteleminen aloitetaan yleensä ensin mallikerroksen pisteytyksellä. Tilaaja päättää minkä kerroksen, tai minkä asuntojen osalta suunnitellaan malliksi sähkö- ja telelaitteet ja pisteet, ja sen jälkeen tämä mallikerros lähetetään tilaajalle kommentoitavaksi. Mallikuvaan ei vielä tässä vaiheessa suunnitella johdotuksia. Mallikuvan teossa on se hyvä puoli, että tilaaja voi sitä kommentoida ja tämän jälkeen suunnittelijalla on yleensä hyvä käsitys tilaajaan tahtotilasta, ja sen mukaisesti voidaan suunnitella muutkin asunnot ja tilat. Myös mahdolliset ahtaat tilat, kuten porraskäytävät, pyritään suunnittelemaan ensimmäisenä, jotta saadaan yhteensovitettua sähkö- ja LVI-laitteet ahtaaseen tilaan.

Sähkö- ja telepisteet, sekä laitteet ja kaapeloinnit suunnitellaan tasopiirustuksiin niin, että ne ovat käyttäjälle käyttömukavia ja turvallisia, huomioiden myös tilaajan vaatimukset ja rakentamiskustannukset. Pistorasioiden ja muiden sähkölaitteiden korkotiedot laitetaan kuvan reunaan, lukuun ottamatta asuntojen pistorasioita ja valaistus kytkimiä, joilla on vakiintuneet asennuskorot. Jos pistorasialla tai laitteella on näistä poikkeava asennuskorko niin se esitetään tasokuvissa. Tasokuvan reunaan voidaan myös laittaa erityisiä ohjeistuksia esimerkiksi kaapelointiin tai asennukseen liittyen, jotka eivät selviä suoraan tasokuvasta. Tasokuvaan myös laitetaan keskusten ja laitteiden tunnukset.

Kaikille sähkölaitteelle piirretään johdotukset niiden asennustavan mukaisesti. Johdotuksia ei piirretä suoraan keskukselle, vaan johdotuksen alkupäähän tulee syöttöympyrä, johon tulee keskuksen ryhmänumero. Numerointi tehdään yleensä vasta asennuspiirustuksia tehdessä. Antenni- ja yleiskaapelointilaitteille ei yleensä piirretä johdotuksia, vaan ne selviävät erillisistä järjestelmäkaavioista.

Tasokuvat tehtiin kohteesta 1:50 mittakaavaan lukuun ottamatta vesikattokuvaa, joka tehtiin 1:100 mittakaavaan. Tasokuvia suunniteltaessa on myös tärkeää tehdä kuvasta selkeä ja ymmärrettävä, jotta asentaja tietää suunnitelmaa lukiessa mitä laitteita ja joh-toja kyseiseen kohtaan pitää asentaa ja miten.

4.2.1 Asunnot

Asuntojen sähkösuunnittelussa on tärkeää, että asunnon sähkökojeet ja -laitteet ovat asukkaalle turvallisia ja tilavaatimusten mukaisia. Suunnittelussa on myös huomioi-tava tilaajan ohjeistukset, arkkitehdin suunnitteleminen asuntopohjien kalustesijoituk-set sekä kustannukset. Muuten asuntojen sähköjen suunnittelu tehdään vakiintuneen tavan mukaisesti.

Asunnon lämmitys toteutetaan kokonaan vesikiertoisella lattialämmityksellä, jota asunnon jakotukki ohjaa. Jakotukissa on kaksi jakotukkipiiriä, joista toinen on kuiville tiloille ja toinen märille tiloille. Lisäksi jokaisella kuivantilan huoneella on oma läm-mityspiirinsä, joita ohjataan huonekohtaisilla termostaateilla. Jakotukkeja syötetään talon kiinteistökeskuksesta. Asuntojen ilmavaihto toteutetaan keskitetyllä ilmanvaih-dolla IV-konehuoneessa olevalla ilmanvaihtokoneella.

Asuntojen syöttökaapelit tulevat rakennuksen monimittauskeskukselta, ja kaapelointi-reittinä toimivat asuntolinjakohtaiset nousuhormit. Asunnon ryhmäkeskus sijoitetaan yleensä asunnon eteiseen tai mahdollisesti vaatehuoneeseen, riippuen miten se on ark-kitehtipohjissa määritelty. Ennen suunnittelun jatkamista sähkösuunnittelijan on hyvä tarkastaa arkkitehdin ehdottamat keskussijainnit, ja varmistaa että keskus mahtuu ky-seiseen kohtaan, ja että se on käytön ja asennuksen kannalta järkevässä paikassa. Kes-kukset upotetaan kevyeen seinään ja yleensä jakotukkikaappi sijaitsee ryhmäkeskuk-sen alapuolella, mutta jakotukin sijainnin määrittää kohteen LVI-suunnittelija. Ryh-mäkeskukset ovat kannellisia ja materiaaliltaan metallisia.

Asunnon eteiseen sijoitetaan yksi 2-osainen pistorasia ja kytkin eteisen valaisimille, yleensä heti ulko-oven viereen. Eteisen valaisimet ovat alakattoon upotettuja kiinteitä led-valaisimia ja niiden määrä määräytyy eteisen koon ja mallin mukaan. Eteiseen

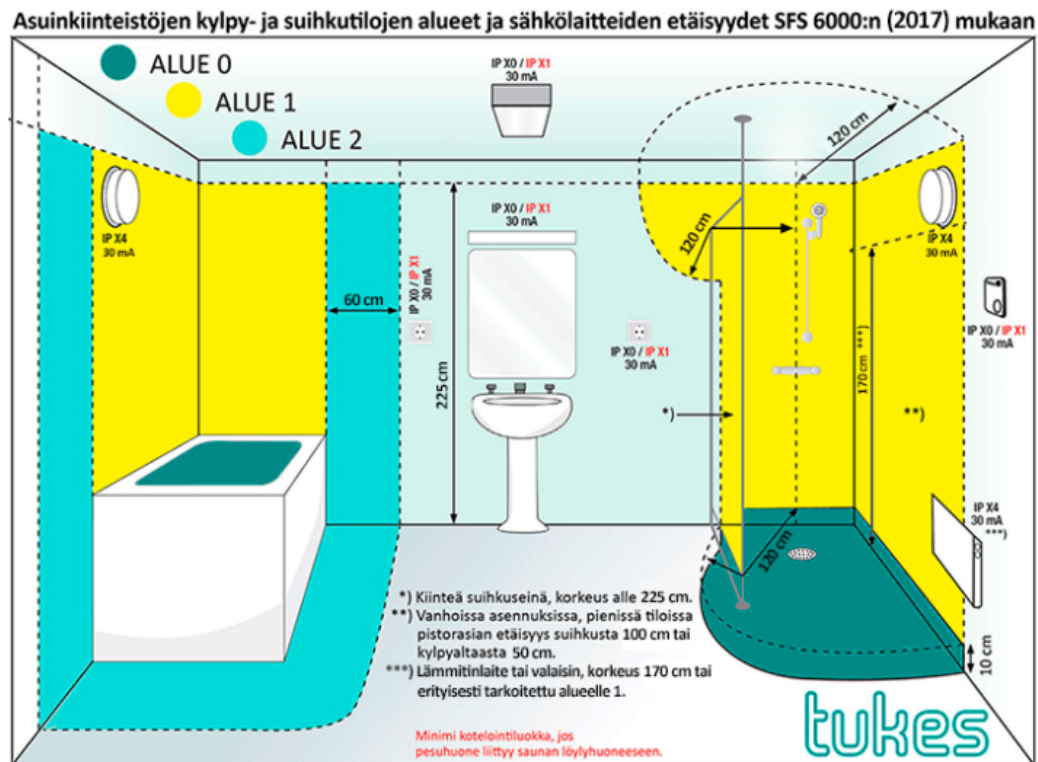
myös sijoitetaan ovipuhelimen vastauskoje kytkimen ja pistorasian yläpuolelle samaan linjaan.

Keittiöön kiinteille kodinkoneille suunnitellaan omat pistorasiat ja niille omat ryhmäjohdot, kuten esimerkiksi jääkaappipakastimelle ja astianpesukoneelle. Laitteiden pistorasioita suunniteltaessa on huomioitava, etteivät ne jää laitteiden taakse piiloon. Liesitasolle ja kalusteunille suunnitellaan oma 3-vaiheinen ryhmä. Sen ryhmäjohto vieään uunin taakse olevaan jakorasiaan, johon tulee kytkentäkansi liesitason kytkentäjohdolle. Jakorasian viereen tulee myös erillinen pistorasia uunin kytkentäjohdolle. Mikroaaltouunille ja liesituulettimille tulee omat pistorasiat, mutta ne ovat samassa ryhmässä muiden keittiön työtasopistorasioiden kanssa. Työtasopistorasioina käytetään kulmamallisia 3-osaisia pistorasioita, jotka asennetaan yläkaapiston alle. Työtason valaistuksena käytetään led-nauhoja, jotka asennetaan yläkaapiston alle. Led-nauhojen muuntaja sijoitetaan liesituulettimen viereen yläkaapistoon.

Olohuoneisiin ja ruokatilaan ei asenneta kiinteitä valaisimia, vaan tiloihin tulee valaisinpistorasiat joihin asukas voi asentaa oman haluamansa valaisimen. Valaisinpistorasiat sijoitetaan arkkitehdin suunnitellun ruokapöydän ja olohuoneen pöydän läheisyyteen ja olohuoneissa myös mahdolliselle kulkureitille. Kytkimet sijoitetaan siten, että ne ovat huoneen sisääntulon vieressä. Samaan kohtaan sijoitetaan myös kytkin keittiön työtasovalaisimille. Kytkimille ja valaisimille määritetään suunnitelmaan kytkentäryhmän kirjain, jolla kuvataan mikä kytkin ohjaa mitäkin valaisinta. Olohuoneeseen sijoitetaan kaksi kojeryhmää, joissa on yksi 2-osainen pistorasia, yksi 3-osainen maadoittamaton euro-pistorasia, yksi antennirasia ja yksi 2-osainen RJ-45 tietoliikennerasia. Toinen kojeryhmä laitetaan suunnitellun television kohdelle. Lisäksi tulee muutama 2-osainen pistorasia tilasta riippuen.

Makuuhuoneisiin tulee yksi valaisinpistorasia, joka sijoitetaan keskelle huonetta. Kytkin sijoitetaan oven viereen ja sen yläpuolelle huonekohtainen termostaatti. Makuuhuoneeseen lisätään yksi kojerasiaryhmä, joka on samanlainen kuin olohuoneessa. Lisäksi huoneeseen tulee kaksi 2-osaista pistorasiaa. Mahdolliseen vaatehuoneeseen tulee yksi kiinteä led-valaisin ja sille kytkin. Pistorasioita ei vaatehuoneeseen sijoiteta.

Kylpyhuoneissa on omat erityisvaatimukset sähköasennuksille, jos tilassa on kiinteä kylpyamme tai koko vartalon pesuun tarkoitettu suihku. Määräykset jakavat tilan alueisiin 0, 1, 2 ja luokittelematon, joiden sisällä sähkölaitteille ja asennuksille on tietyt vaatimukset. Kohteen kylpyhuoneissa ei ole kylpyammetta, joten sitä ei tässä käsitellä. Kiinteällä suihkulla olevissa tiloissa on alueet 0,1 ja luokittelematon. Alue 0 käsittää suihkualtaan sisäpuolisen tilan, ja jos ei ole suihkuallasta niin alueen korkeus 100 mm lattiasta ja pinta-ala sama kuin alueella 1. Alue 1 alkaa maasta 0 alueen päättymisestä ja alueen yläreuna on 2250 mm korkeudella. Sivusuunnassa 1 alue on 1200 mm etäisyydellä suihkun kiinteästä vesipisteestä. Aluetta voi rajoittaa kiinteällä suihkuseinällä, jossa seinän sisäinen tila on aluetta 1 ja 1200 mm kiinteästä suihkusta seinämän yli mitattuna. Luokittelemattomalla alueella on voimassa normaalit asennusmääräykset. Alueelle 0 ja 1 ei saa asentaa verkkovirrallista pistorasiaa eikä pesukonetta, vaikka pistorasia olisi luokittelemattomalla alueella. Alueelle 1 voi asentaa valaisimen, jos se on asennettu vähintään 1700 mm korkeudelle, ja on luokaltaan IPX4. (SFS 6000-7-701:2017, 5-9; D1 2019, 701.)



Kuva 3 Tukes ohje kylpyhuoneen alueista ja sähkölaitteiden etäisyyksistä SFS 6000 7-701 mukaan (Tukesin www-sivut 2022)

Kohteen kylpyhuoneeseen suunniteltiin kiinteä led-valaisin ja valaisinpeilikaappi, jossa on 1-osainen pistorasia. Kytkin sijoitetaan oven viereen. Peilikaapin viereen sijoitetaan yksi 2-osainen käyttöpistorasia, ja pesukone- sekä kuivausrumpuvarauksille sijoitetaan 1-osaiset pistorasiat. Kylpyhuoneisiin tulee myös alakaton yläpuolelle langattomat vedenmittausjärjestelmän huoneistoyksiköt. Parvekkeelle tulee yksi 2-osainen pistorasia ja parvekevalaisin kiinteällä led-valolla. Valaisin sijoitetaan parvekeoven yläpuolelle ja sen kytkin on parvekeoven vieressä.

Asunnon kaapeloinnit suunniteltiin niin sanottuina sekaryhminä, joissa valaisimet ja pistorasiat ovat samassa 10 A ryhmässä. Sähkölaitteille on omat 16 A ryhmänsä. Sekaryhmissä jakorasiat sijoitetaan valaismien alle.

4.2.2 Yleistilat

Kohteen yleistiloja ovat porrashuoneet ja -käytävät, varastot, pesula, kuivaushuone, siivoushuone, jätehuone ja kerhuhuone. Yleistiloissa kulkevat myös kaapelihyllyt asuntokohtaisille nousuhormeille. Kaapelihyllyt ovat joko 500 mm tai 300 mm leveitä hyllyjä, ja vahvavirtakaapeleille ja heikkovirtakaapeleille suunniteltiin omat hyllynsä. Kaapelihyllyt ovat yleensä terästikashyllyjä. Jos kaapelihyllyt ovat näkyvissä niin alimmaisiksi hyllyksi laitetaan levyhylly, jotta kaapelit eivät olisi näkyvissä. Yleisissä tiloissa suunniteltiin omat ryhmät valaistuksella ja pistorasioille. Ryhmissä voi olla useamman tilan valaistuksia tai pistorasioita.

Porrashuoneet ovat myös poistumiskäytäviä, joten niihin saa asentaa vain kyseistä tilaa palvelevia tarpeellisia sähkölaitteita, kuten valaisimia, pistorasioita, kytkimiä ja muita turvallisuuteen liittyviä laitteita, sekä niitä syöttäviä johtojärjestelmiä ilman erillistä suojausta. Muut poistumiskäytävillä olevat sähkölaitteet ja kaapeloinnit pitää suojata vähintään EI30-luokan rakennusosin. Kohteessa poistumiskäytävillä kulkee kaapelihyllyt, joissa on yleistiloja ja asuntoja syöttäviä kaapeleita. Nämä hyllyt pitää suojata EI30-luokan palokoteloinneilla ja nämä suojattavat hyllyt on esitetty tasokuvissa. (ST 51.17 2018, 7.)

Yleistiloihin tulee vähintään yksi siivouspistorasia, mutta niitä voi olla enemmänkin riippuen tilan koosta. Palovaroittimia tulee yleistiloihin jokaiseen huoneeseen vähintään 1 alkavaa 60 m² kohden. Yleistilan valaistuksen ohjauksena käytetään liiketunnistimia, jota ovat joko erillisiä laitteita tai valaisimeen sisäänrakennettuja.

Porrashuoneen käytävillä käytetään valaistuksena 600x600 alakattoon rakenteisiin sopivia valaisimia, joita ohjaan erillisillä liiketunnistimilla. Muuten porrashuoneen valaisimina esim. portaissa käytetään pinnallisia valaisimia, joissa on sisäänrakennettu liiketunnistin. Porrashuoneisiin tulee myös siivouspistorasiat ja palovaroittimet, sekä mahdolliset poistumis- ja turvavalaisimet. Porrashuoneen aulassa heti pääoven vieressä on savunpoiston laukaisupainikkeet, IV-hätäseispainike sekä aurinkopaneelien hätäkytkin. Painikkeet ovat niin sanottuja rikolasi-painikkeita, joita palokunta pystyy nopeasti käyttämään tulipalon sattuessa. Aulaan tulee myös varaus mahdolliselle sähköiselle ilmoitustaululle.

Julkisivuun tulee valaisimet ulko-ovien viereen ja sisäänkäyntikatoksiin. Pääsisäänkäynti valaisimeen tulee myös numerotarrat, joissa näkyy talon osoitenumero ja talon kirjain. Valaisimia ohjataan taloautomaatiosta, jossa valaistusta ohjataan hämäräkytkimellä ja automaatioon määritetyllä aikaohjelmalla, pois lukien numerovalo, jota ohjataan vain hämäräkytkimellä. Pääsisäänkäyntioivissa on myös sähköiset lukitukset ja ovien vieressä ovipuhelimet.

Varastoissa valaisimina käytetään 1200 mm pitkiä yleistilojen led-valaisimia, joita ohjataan erillisillä liiketunnistimilla tai sisäänrakennetuilla liiketunnistimilla. Jos tilan katossa on paljon LVI-putkistoja, niin valaisimet asennetaan putkistojen alle valaisinripustuskiskoihin.

Pesulan valaistus toteutetaan samalla tavalla kuin varastoissa. Pesulan laitteille suunnitellaan turvakytkimet, ja niille omat ryhmät, jos ne ovat kiinteällä kytkentäjohtoilla asennettavia. Pistotulpallisille laitteille suunniteltiin myös omat ryhmät ja niille pistorasiat. Kuivaushuoneeseen suunniteltiin sähköistys LVI-suunnittelijan suunnitelmalle kuivauspuhaltimelle ja sen ohjaukskytkimelle. Kuivaushuoneeseen muodostuu kosteutta, joten se on kostea tila ja kosteassa tilassa sähkölaitteiden kotelointiluokka pitää olla vähintään IPX1. Kokemusperäisesti suunnittelussa on kumminkin todettu,

että kuivaushuoneessa valaisimen olisi hyvä olla kotelointiluokaltaan IP34. Kuivaushuoneen valaisimia ohjataan sisäänrakennetuilla liiketunnistimilla. Palovaroittimeksi suunniteltiin lämpöilmaiseva palovaroitin. (SFS 6000-8-804:2017, 6-7.)

Kerhotilaan, jossa on myös talon saunaosasto, suunniteltiin oma ryhmäkeskus, jotta vähennetään kiinteistökeskuksesta lähtevää kaapelointia. Ryhmäkeskus on lähes samanlainen kuin asunnoissa. Kerhotilan valaistuksia ohjataan joko liiketunnistimilla tai erillisellä seinässä olevalla himmentimellä. Pistorasioita tulee kerhotilaan tilan tarpeen mukaan samoin myös antennirasioita ja RJ45-rasioita. Saunan pesuhuoneeseen tulee alakattoon upotettavat valaisimet ja saunaan lauteiden alle asennettavat puuritulalliset valaisimet. Valaisimia ohjataan pukuhuoneen puolelta kytkimillä, joissa on merkkivalot. Saunan kiukaan ohjauskeskus sijoitetaan lukittavaan tilaan, jotta ulkopuoliset eivät pääse sitä säätämään. Kohteessa ohjauskeskukset suunniteltiin siivoushuoneeseen.

4.2.3 Tekniset tilat

Kohteen teknisiä tiloja ovat sähkötila, lämmönjakohuone ja IV-konehuone. Tässä kohdassa käydään läpi myös vesikaton suunnitelmia. Molemmille kerrostaloille tulee omat sähkötilat, joihin tulee talon pää- ja kiinteistökeskus, monimittauskeskukset, yleiskaapeloinnin talojakamo, antennijärjestelmän tähtipiste, ovipuhelinjärjestelmän keskus, porrashuoneen savunpoistokeskus ja päämaadoituskisko. Heti suunnittelun alussa on tärkeää varmistaa arkkitehdin pohjista, että kaikki kohteen tarvitsemat keskukset ja laitteet mahtuvat suunniteltuun sähkötilaan. Keskuksien edessä pitää olla vähintään 800 mm hoitotilaa. Sähkötilan ympäri suunniteltiin 500 mm leveät terästikashyllyt. Syöttökaapelit keskuksiin ja jakamoihin tulevat putkittamalla sähkötilan lattiasta. (ST 35 2015, 62.)

Teknisten tilojen valaisimiksi suunniteltiin teollisuusvalaisimet, jotka asennetaan valaisinripustuskiskoihin. Valaisimia ohjataan perinteisellä kytkimellä. Lisäksi tiloihin suunniteltiin myös omat pinnalliset pistorasiat.

Kohteessa molemmilla kerrostaloilla on yhteinen lämmönjakohuone, joka sijaitsee A-talon kellarissa. Lämmönjakohuoneeseen (LJH) tulee LVI-suunnittelijan

suunnittelemat LVI-laitteet. Näitä ovat molempien talojen kaukolämpökeskukset, paineenkorotuspumppaamo, päävedenmittaus, vedenmittauksen keskusyksikkö, taloautomaation valvonta-alakeskus (VAK). Näiden laitteiden sähköt ja VAK-kaapeloinnit suunnitellaan LVI-suunnittelijan laatimien laiteluetteloiden ja säätökaavioiden avulla. Kaikkia lämmönjakuhuoneen laitteita syötetään huoneen omalta ryhmäkeskuksesta.

Molempien kerrostalojen katoille tulee talon IV-konehuone (IVKH), jossa on talon keskitetty ilmanvaihtokone ja lisäksi omat ilmanvaihtokoneet yleisille tiloille. Sähköistys ja VAK-kaapeloinnit laitteille toteutetaan samalla periaatteella kuin lämmönjakuhuoneessa. IVKH:een tulee myös ryhmäkeskus, joka syöttää huoneen kaikkia laitteita sekä vesikatolla olevia vesikourujen ja syöksytorvien lämmityskaapeleita. Lämmityskaapelit toteutetaan itserajoittuvilla sulanapitokaapeleilla. Suunnitelmissa on merkattu sulanapitokaapeleiden laskennalliset mitat. Vesikatolle sijoitetaan myös aurinkopaneelit, jotka on suunnitellut aurinkopaneelitoimittava yritys. Sähkösuunnittelijalle jäi tehtäväksi suunnitella tilavaraus aurinkopaneelijärjestelmän invertterille IV-konehuoneeseen, ryhmä sähkökeskuksesta, johon kytkentään aurinkopaneelien ryhmäjohto, ja porrashuoneeseen hätäseisäkytkin aurinkopaneelijärjestelmälle.

4.2.4 Väestönsuoja

Jokaiseen uudiskerrostalokohteeseen on rakennettava väestönsuoja (VSS), jonka koko tulee olla vähintään kaksi prosenttia rakennuksen yhteenlasketusta kerrosalasta. Väestönsuojan tulee antaa siellä oleskeleville suoja asevaikutuksilta ja rakennesortumilta, sekä ionisoivalta säteilyltä ja myrkyllisiltä aineilta. Kohteessa kahdelle kerrostaloyhtiölle rakennetaan yhteinen väestönsuoja A-talon kellarikerrokseen. Normaalioloissa rakennuksen väestönsuoja toimii irtaimistovarastona. (Pelastuslaki 378/2011, 74§; Väestönsuoja-asetus 408/2011, 2§.)

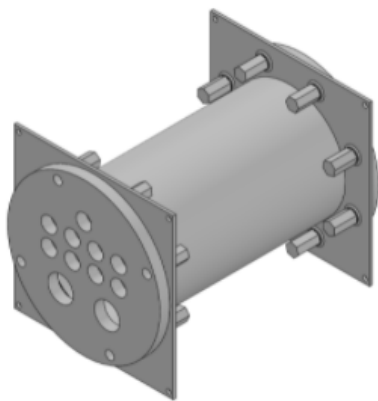
Väestönsuojia koskevan asetuksen mukaan väestönsuojat on liitettävä sähkönjakeluverkkoon ja niihin on asennettava oma ryhmäkeskus, joka liitetään omalla nousujohdolla pää- tai nousujohtokeskukseen. Kohteen väestönsuojaan suunniteltiin oma pinnallinen ryhmäkeskus, jonka nousujohto tulee rakennuksen kiinteistökeskuksesta.

Keskuksessa on omat ryhmät pistorasioille ja valaistukselle sekä väestönsuojan ilmastointilaitteille. (Asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista 506/2011, 18§.)

Väestönsuojan kattoon ei saa asentaa uppoasennuksia, joten kohteen väestönsuojan valaistus suunniteltiin asennettavan ripustuskiskoihin, jotka myös toimivat väestönsuojan kaapelireitteinä. Valaisimien kiinnitykset ripustuskiskoihin suunniteltiin asennettavan tärinävaimennuskumeilla. (ST 51.30 2014, 3.)

Väestönsuojaan suunniteltiin tarpeellinen määrä pistorasioita ja myös antennipiste, yleiskaapelointipiste sekä väestönsuojan GSM-modeemi, jonka antenni asennettiin rakennuksen vesikatolle. GSM-modeemilla taataan matkapuhelimen kuuluvuus väestönsuojassa, sillä yleensä matkapuhelin ei kuulu väestönsuojan sisällä johtuen sen ulkorakenteiden paksuudesta. GSM-antennin rakenteet määritettiin tarkemmin yleiskaapelointikaaviossa.

Väestönsuojan ympärysrakenteisiin tehtävien läpivientien pitää olla kestävyydeltään ja tiiveydeltään väestönsuojalle annettujen vaatimusten mukaisia ja ne on voitava sulkea väestönsuojan puolelta. Jos läpivienti on suurempi kuin 40 mm, niin tulee siinä olla tartuntalaipat. Kaapelien läpivienteihin on saatavilla tehdasvalmisteisia tartuntalaipallisia läpivientejä. Rakennuksen väestönsuojan kaapeleiden läpivienniksi valittiin TEMET Oy:n valmistama SJ-150-tyyppinen läpivienti. Kyseiseen läpivientiin saadaan oikealla kansivaihtoehdolla varmistettua riittävä määrä varaläpivientiputkia. (ST 51.30 2014, 4.)



Kuva 4 Kohteeseen suunniteltu TEMET Oy:n valmistama väestönsuojan läpivienti SJ-150. (TEMET Oy:n www-sivut 2021)

4.2.5 Autohalli

Kohteen autohalli on kaksikerroksinen, ja siinä on myös kahdet porrashuoneet pihakannelle saakka. Autohallin pääkeskus ja savunpoiston ryhmäkeskus sijoitettiin niille varatuille paikoille keskuskomeroon. Valaistus suunniteltiin toteutettavaksi autohalliin teollisuusvalaisimilla, joiden ryhmät ovat 3-vaiheisia ja kytkennät valaisimille tehdään vaihekiertona jokaiselle valaisimelle. Osa valaisimista on akullisia turvavalaisimia, joista jokainen käyttää ryhmän samaa vaihetta. Turvavalaisimet ovat suunnitelmassa merkattu omalla positiolla. Valaistuksenohjaus tapahtuu liiketunnistimilla, jotka ohjaavat valaistusryhmän kontaktoria. Valaistusalueena toimii koko autohallin kerros, eli liiketunnistimet sytyttävät kerrallaan koko kerroksen valaisimet. Autohalliin tulee vain muutama pistorasia mahdollisia huoltotöitä varten. Lisäksi autohallin nosto-oville suunniteltiin omat ovikeskukset ja siitä kaapeloinnit ovimoottorille, rajakytkimelle ja auton tunnistuksen induktiosilmukalle.

Autohallin johtoreitteinä käytetään 500 mm ja 300 mm terästikashyllyjä ja valaisinriipustuskiskoja. Valaisimet kiinnitetään näihin hyllyihin ja kiskoisiin. Lisäksi autohallin tasokuvaan on merkitty kaikki LVI-laitteet, jotka tarvitsevat sähköä ja mahdolliset VAK-kaapeloinnit. Nämä selviävät LVI-suunnittelijan laatimista säätökaavioista ja koteluetteloista, sekä sijainnit LVI-tasopiirustuksista.

Turvajärjestelmistä autohalliin tulee turva- ja poistumistievalaistus-, savunpoisto- ja paloilmoinjärjestelmä. Poistumistievalaistus ja porrashuoneiden turvavalaisimet suunniteltiin omaan ryhmäänsä. Savunpoistojärjestelmän johdotus ja laitteet suunniteltiin LVI-suunnittelijan laatimien suunnitelmien pohjalta. Paloilmoinjärjestelmän paloilmoinnit suunniteltiin autohallin tasokuvaan, mutta järjestelmällä on myös oma järjestelmäkohtainen tasokuvansa, jossa näkyvät myös paloilmoinjärjestelmän johdotukset.

Autohallin sähköautonlatausjärjestelmän sähkönjakelu suunniteltiin InterControllin 160 A virtakiskoilla. Jokaiseen virtakiskoon tulee oma syöttökaapeli autohallin pääkeskuksesta. Virtakiskot on sijoitettu siten, että yksi virtakisko kattaa 10 autopaikkaa, mutta tässä vaiheessa virtakiskot suunniteltiin vain niihin pysäköintialueisiin, joihin tulee rakentamisvaiheessa latausasema. Muiden pysäköintipaikkojen alueisiin

suunniteltiin pääkeskukseen vain varaukset kiskojen ryhmille. Kiskoihin asennetaan haaroituskotelot, joista otetaan kaapelilähdöt aina jokaiselle latausasemalle. Haaroituskoteloihin pitää asentaa kaapeleille sopivat johdonsuojakatkaisijat ja mahdollisesti vikavirtasuojaja, jos sitä ei ole latausasemassa valmiina. Virtakiskossa on se hyvä puoli, että siihen saadaan aina otettua uusi lähtö uudelle latausasemalle, eikä tarvitse vetää uutta kaapelointia keskukselta saakka. Latausasemajärjestelmälle suunniteltiin oma hätäseis-painike rikolasi-painikkeella, jolla palokunta saa katkaistua virrat latausasemista mahdollisen autopalon aikana. Painike suunniteltiin autohallin porrashuoneeseen, jossa on myös savunpoiston ohjauskeskus, paloilmoitinkeskus ja autohallin IV-hätäseis-painike.



Kuva 5 Kohteeseen suunniteltu InterControl Oy:n virtakisko sekä siihen kytkettävät haaroituskotelo ja syöttökaapelin kytkentäkotelo. (InterControl Oy:n www-sivut 2022)

4.2.6 Palovaroittimet ja paloilmoitinjärjestelmä

Huoneiston haltija on velvollinen huolehtimaan siitä, että asunto varustetaan riittävällä määrällä palovaroittimia tai muita vastaavia laitteita, jotka mahdollisimman aikaisin havaitsevat alkavan tulipalon ja varoittavat asunnossa olevia. Asunnon jokaisessa kerroksessa tai alkavaa 60 m² tasoa kohden on oltava vähintään yksi palovaroitin. Palovaroitin on asennettava siten että se reagoi tulipalosta aiheutuvaan savuun mahdollisimman nopeasti. Palovaroittimen ja muun ilmaisimen äänen tulee kuulua asunnon

kaikkiin osiin, joissa oleskellaan. (Asetus palovaroittimen sijoittamisesta ja kunnossapidosta 239/2009, 3- 4§; Pelastuslaki 378/2011, 17§.)

Kohteen kerrostalojen jokaiseen asuntoon suunniteltiin yksi palovaroitin alkavaa 60 m² kohden. Myös jokaiseen porrashuoneeseen, yleistilaan, väestösuojaan ja tekniseen tilaan suunniteltiin yksi palovaroitin alkavaa 60 m² kohden, lukuun ottamatta IV-konehuonetta, lämmönjakohuonetta ja kuivaushuonetta, joihin tulee varoittimen sijasta lämpöilmaisimien. Palovaroittimet ovat verkkovirrallisia ja niissä on myös paristovarmennus. Asunnoissa palovaroitin sijoitetaan makuuhuoneen kattoon niin että sen etäisyys kalusteesta ja seinästä on vähintään 500 mm ja IV-tuloilman päätelaitteesta vähintään 1000 mm. Syöttö asunnon palovaroittimille otetaan asunnon ryhmäkeskuksesta. (ST 662.50 2018, 8.)

Muissa kerrostalojen tiloissa ja porrashuoneissa palovaroittimet asennetaan jokaiseen huoneeseen alkavaa 60 m² kohden. Varoittimet asennetaan palovaroitinryhmiin, jossa yhden toiminta aiheuttaa hälytyksen muille ryhmässä oleville varoittimille. Etäisyydet seiniin ja IV-laitteisiin ovat samat kuin asuntojen varoittimissa. Jokaisessa palovaroitinryhmässä on maksimissaan 12 varoitinta valmistajan ohjeiden mukaisesti, ja tämän takia kerrostalossa on useampia palovaroitinryhmiä. Kaapeloinnissa varoittimien välillä käytetään neljäjohtimista MMJ-kaapelia, joista yksi toimii yhteen liitännänä, joka antaa hälytyksen muille varoittimille yhden reagoidessa. IV-konehuoneeseen, lämmönjakohuoneeseen ja kuivaushuoneeseen asennetaan palovaroittimen sijasta lämpöilmaisimet, koska näissä tiloissa voi olla kosteutta ja pölyä, jotka haittaavat palovaroittimen toimintaa tai aiheuttavat vääriä hälytyksiä. (ST 662 2018, 6,9.)

Autohalliin suunniteltiin automaattinen paloilmoitinjärjestelmä, joka antaa ilmoituksen alkavasta palosta tai laitteiston vioista paikallisesti sekä hätäkeskukseen. Järjestelmä kostuu ilmoitinkeskuksesta, tehölähteestä, paloilmamisimista, paloilmoituspainikkeista, hälyttimistä ja ilmoituksensiirtojärjestelmästä. (ST 10 2020, 35.)

Autohallin molempiin kerrokseen suunniteltiin osoitteelliset lämpöilmaisimet, sillä perinteiset savuilmamisimet antaisivat vääriä hälytyksiä autojen pakokaasujen takia. Ilmaisimet suunniteltiin siten, että niiden valvonta-alue on enintään 30 m² ja niiden etäisyys alapuolisiin osiin vaakasuorassa on enintään 4 m. Paloilmoituspainikkeet suunniteltiin

jokaiseen autohallin ulos johtavan uloskäyntioven viereen, siten että ne ovat helposti näkyvissä. Painikkeet ovat myös osoitteellisia. Palohälyttimet suunniteltiin siten että niiden ääni kuuluu koko autohallin kerroksessa. Yksi palohälytin, jossa on vilkkuvalo, sijoitetaan rakennuksen ulkoseinälle porrashuoneen sisäänkäyntioven viereen, josta on pääsy paloilmoitinkeskukselle. (ST 10 2020, 97,126,140.)

Käyttämällä osoitteellisia paloilmaisimia- ja painikkeita, saadaan tieto paloilmoitinkeskukselle mikä laite on antanut hälytyksen, sekä sillä voidaan valvoa laitteiden kuntoa. Autohallin kaikki ilmaisimet ja painikkeet kaapeloidaan yhteen silmukkaan siten, että kaapeli lähtee ilmoitinkeskukselta sen jälkeen kiertäen kaikki ilmaisimet ja painikkeet ja päättyy takaisin ilmoitinkeskukselle. Kaapelina käytetään KLMA-kaapelia. Palokellot kaapeloidaan omaan silmukkaansa. (ST 10 2020, 48,145.)

Paloilmoitinkeskus toimii järjestelmän käyttö- ja näyttöyksikkönä, joka antaa tilatietoja eteenpäin rakennusautomaatioon sekä hätäkeskukseen. Keskukseen tulee oma syöttö autohallin pääkeskuksesta, sekä ilmoitinkeskuksessa on oma akku varalähteenä. Paloilmoituskeskus sijoitetaan autohallin porrashuoneeseen savunpoistokeskuksen viereen, siten että palokunnalla on helppo ja nopea pääsy keskukselle. Keskuksen viereen pitää asentaa kaaviokotelo, jossa on järjestelmän paikantamiskaaviot. (ST 10 2020, 36,42,178.)

Kohteen paloilmoitinjärjestelmästä tehtiin erilliset tasopiirustukset, jossa näkyy laitteiden sijainnit, kaapeloinnit sekä kuvan reunassa symboliselitykset ja kaapelityypit.

4.2.7 Savunpoistojärjestelmä

Kerrostaloon on suunniteltava ja rakennettava palo- ja pelastustöiden tehostamiseksi sen eri tiloihin mahdollisuus savunpoistoon. Jos syyt vaativat niin savunpoisto on järjestettävä erityistoimenpitein kuten savunpoistoluukkujen, savunpoistoikkunoiden, savunpoistopuhaltimien tai huonetilojen yläosassa sijaitsevien avattavien ikkunoiden avulla. (Asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017, §42.)

Savunpoistonjärjestelmän tehtävä on poistaa rakennuksesta palon aiheuttama savu ja lämpö. Tällä parannetaan rakennuksessa hätäpoistumista, sammutustyötä sekä hidastetaan palon leviämistä. Järjestelmän tulee olla toimintakykyinen palon aikana. (ST 666.10 2019, 3.)

Kohteen paloturvallisuussuunnitelman suunnitteli palokonsultti, joka laati kohteen savunpoistosuunnitelman. Rakennusautomaatio (RAU) -suunnittelija määrittäi kohteen savunpoistopuhaltimet ja suunnitteli puhaltimien ohjaus- ja säätökaaviot. Kohteen kerrostalojen porrashuoneisiin tulee sähkömoottoritoimiset savunpoistoikkunat, jotka sijaitsevat ylimmän kerroksen porrashuoneessa. IV-konehuoneeseen tulee oma sähkömoottoritoiminen savunpoistoluukku.

Kerrostalojen savunpoistoikkunoiden ja luukkujen laukaisupainikkeet suunniteltiin savunpoistosuunnitelman mukaisesti pääsisäänkäynnin viereen. Painikkeet ovat rikolasi-painikkeita, jotka mekaanisesti lukittautuvat laukaisuasentoon ja ovat väriltään oranssit. Kohteen laukaisupainikkeet suunniteltiin 1900 mm korkeuteen, jotta vältetään tahattomia tai tahallisia laukaisuja. (ST 666.10 2019, 6.)

Kerrostalojen savunpoistokeskukset (SPK) ovat akkuvarmenteisia, jotta niiden toiminta säilyy myös sähkökatkon aikana. Keskus ohjaa savunpoistoikkunoita ja luukkuja, kun painetaan laukaisupainiketta. Savunpoistokeskuksesta lähtee myös tila- ja laukaisutiedot rakennuksen rakennusautomaatiojärjestelmään. Porrashuoneen savunpoistokeskus suunniteltiin sähköpääkeskustilaan ja IV-konehuoneen savunpoistokeskus tulee samaan tilaan. (ST 666.10 2019, 12.)

Autohallin molempiin kerroksiin tulee omat savunpoistopuhaltimet, joita ohjataan omalla savunpoisto-ohjauskeskuksella (SPOK). Savunpoistopuhaltimissa on puhaltimien lisäksi puhaltimien sähköiset luukut ja luukkujen rajakytkimet. Puhaltimien ohjauksessa on ensin varmistettava, että tilan korvausilmaovet ovat auki, sen jälkeen avataan puhaltimien luukut ja kun luukun rajakytkimeltä tulee tieto luukun avaamisesta, niin puhallin voi käynnistyä.

Savunpoisto-ohjauskeskus sijoitetaan palokunnan toiminnan kannalta helposti saavutettavaan paikkaan, tässä kohteessa se on toisen autohallin sisäänkäynti

porrashuoneeseen. Keskuksessa on kytkimet molemmille puhaltimille ja merkkivalot puhaltimien toimintatilasta. Kytkimet ovat lukittavan lasikannen alla, jotta ulkopuoliset eivät pääse niihin koskemaan. (ST 666.10 2019, 8.)

Savunpoiston ryhmäkeskus (RK-SPK) toimii autohallin savunpoistokeskuksena. Keskuksen syöttö on otettava suoraan ennen pääkeskuksen pääkytkintä, jotta palokunta voi käyttää savunpoistopuhaltimia, vaikka pääkytkin olisi käännetty auki-asentoon. Keskuksessa on puhaltimien johdonsuojat ja ohjauspiirit. Keskukseseen tulee ohjaukset savunpoisto-ohjauskeskukselta, joka ohjaa releillä ja kontaktoreilla puhaltimia. Myös ryhmäkeskuksesta lähtee hälytykset rakennusautomaatioon. (SFS 6000-5-56:2017, 14; ST 666.10 2019, 11.)

Savunpoistojärjestelmän kaapeloinnin pitää kestää paloa sille määritetyn ajan, lukuun ottamatta automaatiokaapelointeja, joiden toimimattomuus ei haittaa järjestelmän toimintaa. Kaapeloinnit suunniteltiin palonkestävällä FRHF-kaapeleilla. Myös johtoreitit ja rasiat, sekä muut järjestelmään liittyvät kojeet pitää olla palonkestäviä. (SFS 6000-5-56:2017, 12.)

4.2.8 Turva- ja poistumistievalaistus

Uloskäytävät ja kulkureitit tulee tarvittaessa merkitä ja valaista asianmukaisesti. Poistumisreitit pitää valaista tavalla, joka mahdollistaa niiden käytön turvallisesti. Poistumisopasteet on oltava aina valaistuja ja ne on pystyttävä helposti havaitsemaan sekä tunnistamaan ja ymmärtämään vaivatta. Valaistuksella pitää olla riippumaton virransyöttö, jolla turvataan valaistuksen toiminta vähintään yhdeksi tunniksi. (Asetus poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005, 4-5§; Pelastuslaki 378/2011, 10§.)

Kohteen Autohalliin suunniteltiin turva- ja poistumistievalaistus, koska autohalli on maan alla ja sen poistumisjärjestelyt ovat normaalista poikkeavat. Autohallissa turva- valaistuksella katetaan koko autohalli ja sen molemmat kerrokset. Myös poistumisreitit autohallista sen porrashuoneisiin, sekä B-talon porrashuoneeseen ja sieltä ulos turvavalaistaan ja opastetaan opasvalaisimilla. Poistumistie on merkitty arkkitehtipohjiin

ja palokonsultin tekemiin palosuunnitelmiin. (Asetus poistumisreittien merkitsemisestä ja valaisemisesta 805/2005, 3§.)

Turva- ja opasvalaistus kohteessa toteutetaan itsenäisesti toimivana, eli jokaisessa turvavalaisimessa on oma akkunsaa, joka kestää vähintään yhden tunnin sähkökatkon aikana. Akulliset turva- ja opasvalaisimet eivät tarvitse palonkestävää kaapelointia ja palonkestävää johtojärjestelmää. Kaapelointi toteutettiin MMJ-kaapeleilla. (SFS 6000-5-56:2017, 12; ST 59.10 2020, 8.)

Opasvalaisimiksi suunniteltiin Teknoware Oy:n OPAS 80- valaisimet, joissa on oma akkunsaa. Opasvalaisimet suunniteltiin autohallissa siten että jokaiselle ulospoistumistieovelle tulee valaisin. Myös autohallin keskeiset paikat varustettiin opasvalaisimilla, joissa on nuolet lähimmälle poistumistieovelle. Sijoittamisessa pitää huomioida, että vähintään yksi opasvalaisin pitää näkyä missä tahansa kohtaa autohallissa. Kohteen opasvalaisimien kuvion korkeus on 100 mm, joten niiden havainnointietäisyys on maksimissaan 20 m. Porrashuoneissa opasvalaisimet suunniteltiin poistumisreitien ovien yläpuolelle ja portaiden eteen. Opasvalaisin pitää olla poistumisreitillä aina näkyvä eli yhden valaisimen ohittaessa pitää jo seuraava opasvalaisin olla nähtävissä. Lisäksi valaisimen pitää nuolella selkeästi esittää poistumissuunta, ettei henkilö poistuessa mene väärästä ovesta väärään suuntaan. (ST 59.10 2020, 6.)

Turvavalaisimiksi suunniteltiin porrashuoneisiin Teknowaren akulliset Zonespot II Lowbay valaisimet pinnallisina tai upotettuna riippuen onko katossa alakattoa. Turvavalaisimet suunniteltiin jokaiseen poistumisreitien tilaan, niin että ne valaisevat poistumisreitien vaatimusten mukaisesti. Valaisimet syttyvät, kun syöttävä jännite katkeaa. Teknowaren kotisivuilla on ohjeet valaisimien sijoitteluun ja niiden etäisyyksistä jokaiselle turvavalaisiin tyyppille. (Teknoware Oy:n www-sivut 2021.)

Autohallin turvavalistus toteutettiin normaalin valaistuksen yhteydessä, jolloin osa valaisimista sisältää turvavaloyksikön ja yhden tunnin akun. Sähkökatkon aikana nämä valaisimet pysyvät päällä ja kattavat 10 % normaalista valomäärästä.

4.3 Keskukset

Keskuksen pääkaavion tarkoituksena on esittää keskuksen tärkeimmät tekniset tiedot, keskuksen rakenne, lähdöt ja niihin liittyvät tärkeimmät komponentit. Keskuksen pääkytkimeen merkitään tiedot syöttävästä keskuksesta ja nousukaapelin tyyppi. Keskuksen lähtöihin merkitään lähdön käyttötarkoitus ja ryhmäjohton ja ohjausjohtojen tyypit. (ST-esimerkit 05 2005, 11.)

Kohteen jokaiselle keskukselle tehdään oma keskuskaavio, jotka menevät keskusvalmistajille. Joihinkin keskuksiin tehdään myös suunnitteluvaiheessa omat piirikaaviot, mutta sitä ei tässä työssä käydä läpi. Keskuskaavioihin merkitään kaikki suunnitellut johtolähdöt tyyppineen. Lähtöihin merkitään kaikki niihin liittyvät laitteet, kuten sulakkeet, johdonsuojakatkaisijat, vikavirtasuojat, kontaktorit, mittaukset ja kytkimet nimellisvirtoineen. Keskuksiin tulee yleensä varalähtöjä rakennusaikaisia ja tulevaisuuden lisäyksiä varten, mutta niitäkään ei kannata suunnitella kovin montaa, jotta keskuksien hinta pysyy kohtuullisena. Joihinkin keskuksiin suunnitellaan myös laajenemisvaraa, jolloin keskukseseen tulee varalta tyhjää din-kiskoa. Keskuksiin myös suunnitellaan riviliitinvaraukset mahdollisille kiinteistöautomaation ohjaus- ja indikointi-kaapeloinneille.

Keskuskaavion otsikkosivulle tulee tiedot keskuksesta, kuten keskuksen sähkötekniset tiedot, rakennetiedot, sijoitusta ja asennusta koskevat tiedot sekä mahdolliset lisätiedot. Sähköteknisiä tietoja ovat mm. nimellisjännite ja -virta. Rakennetietoja ovat kotelointiluokka, asennustapa ja kiinnitystapa, tuleeko keskukseseen ovi sekä pääkytkimen tiedot. Asennuksen tietoihin tulee kaapelointien tulosuunta keskukseseen ja niiden kytkentä keskuksessa. Keskukseseen tulee myös merkitä sen suurimmat mitat, jotta valmistaja ei tee keskuksesta liian suurta, jolloin se ei mahtuisi sille varattuun tilaan. Lisätietoihin voi tulla esimerkiksi keskuksen materiaali- tai värivaatimuksia.

Keskuksien ryhmien numerointi tehdään yleensä keskusvalmistajan toimesta, joka lähettää tiedot joko urakoitsijalle tai suunnittelijalle. Urakoitsija tai suunnittelija lisää nämä ryhmänumerot tasokuviin, joista tehdään työmaalle asennuskuvat.

4.3.1 Pää- ja kiinteistökeskus

Molemmille asuinkerrostaloille ja autohalliin tulee omat sähköliittymät, sekä omat sähköpääkeskukset. Kerrostaloille suunnitellaan omat pää- ja kiinteistökeskukset, jotka toimivat samalla kiinteistön pääkeskuksena sekä kiinteistökeskuksena. Autohalliin suunnitellaan vain pääkeskus koska siellä ei ole erillistä kiinteistöosaa. Pääkeskusosaan tuodaan sähköjakeluverkkoon kytketty liittymiskaapeli. Kerrostalojen pääkeskusosissa on liittymiskaapelin kytkentäosa, päävarokkeet, pääkytkin, kytkinvarokelähdöt kiinteistön monimittarikeskuksille ja kytkinvaroke kiinteistökeskusosaan sekä kiinteistöosan sähköenergian mittausta. Pääkeskus mitoitetaan koko kiinteistön huippuvirran mukaan.

Yli 63 A liittymän mittauksissa pitää käyttää verkkoyhtiön ohjeiden mukaisesti epäsuoraa mittausta. Epäsuoran mittauksen virtamuuntajien muuntosuhteet saadaan verkkoyhtiön ohjeissa olevasta taulukosta. (Turku Energia [www-sivut](http://www.turkuenergia.fi) 2021.)

Kerrostalojen kiinteistökeskusosa toimii koko kiinteistön yleisten tilojen jakelukeskuksena ja myös asuntojen jakotukkien lähdöt ovat kiinteistökeskuksessa. Kiinteistökeskus myös syöttää rakennuksen IV-konehuoneen ja kerhotilan ryhmäkeskuksia. A-talon kiinteistökeskus syöttää myös molempia rakennuksia palvelevaa lämmönjako huoneen ja väestönsuojan ryhmäkeskusta. Kiinteistökeskuksessa on omat lähdöt kiinteistön yleisten alueiden valaistukselle, sekä kiinteistöä palveleville laitteille, esimerkiksi hissille, sähköpääkeskushuoneen laitteille ja yleisten tilojen pistorasioille ja muille laitteille. Ulkovaistuksilla on omat kontaktorilähdöt, joita ohjataan keskuksen kytkimellä. 1-asennossa valaistus pakotetaan päälle ja A-asennossa ulkovaistusta ohjataan kiinteistöautomaation kautta, esim. hämäräkytkimellä tai aikaohjelmalla. Kiinteistökeskus mitoitetaan kiinteistön huipputehon mukaan lukuun ottamatta asuntoja.

Autohallin pääkeskuksessa on samalla lailla kytkentäosa liittymiskaapelille, päävarokkeet ja päämittaus, kuin kerrostalojen pääkeskuksissa. Keskuksessa on myös varauduttu mahdollisen sähköautojen latauskapasiteetin nousuun ja näin ollen liittymän suurentamiseen, varustamiseen toisella liittymiskaapelilla, sekä mitoittamalla keskuksen nimellisvirta suuremmaksi, jotta keskusta ei tarvitse enää uusia sen takia. Keskukseseen suunnitellaan omat jakelukentät eri järjestelmille. Kenttinä on sähköautojen

latauspisteet, yleiskenttä ja iv-koneet. Kentien tarkoituksena on ryhmitellä kiinteistön järjestelmät siten, että yhdestä varokkeesta saadaan koko järjestelmä jännitteettömäksi tai erillisellä ohjauksella saadaan kenttä jännitteettömäksi. Esimerkiksi painalla IV-hätäseis-painiketta saadaan yhdellä kontaktorilla koko IV-kenttä jännitteettömäksi. Myös erillisillä kentillä saadaan laitettua omat sähköenergian takamittaukset, jolloin voidaan koko kentän energiankulutusta seurata.

Savunpoistokeskuksen syöttö pitää ottaa suoraan pääkeskuksen pääkytkimen syöttöpuolelta ja pääkeskukseen asennetaan oma sähköenergianmittari savunpoistokeskukselle. Savunpoistokeskuksen syöttökaapelin pitää olla palonkestävää ja se pitää asentaa palonkestävälle johtoreitille. (SFS 6000-5-56:2017, 14.)

Kerrostalojen pää- ja kiinteistökeskukset suunniteltiin sen kiinteistön sähköpääkeskushuoneeseen. Autohallin pääkeskus suunniteltiin autohalliin sille varattuun keskuskomeroon.

4.3.2 Monimittarikeskukset

Monimittarikeskus toimii kiinteistön asuntojen mittarointikeskuksena ja sieltä syötetään asuntojen ryhmäkeskuksia. Keskuksessa on asuntojen energianmittarit ja pääsulakkeet sekä myös monimittarikeskuksen pääkytkin. Keskus saa syötön pääkeskuksesta, johon tulee myös monimittarikeskuksen päävarokkeet. Monimittarikeskus mitoitetaan siihen liitettyjen asuntojen huipputehojen mukaan. Mitoituksessa on huomioitava asuntojen lukumäärä ja minkälaista kuormaa asunnoissa on esim. onko asunnoissa sähkökiuasta tai muita suurempitehoisia laitteita. Keskukset ovat yleensä keskusvalmistajien vakiokeskuksia.

Verkkoyhtiön, tässä tapauksessa Turku Energian urakoitsijaohjeissa on ohjeistettu, että kaikki kohteen mittaukset on pyrittävä sijoittamaan samaan tilaan. Myös verkkoyhtiöllä pitää olla esteetön kulku tilaan, joissa mittauskeskukset sijaitsevat. Ohjeistuksessa on määritelty, että monimittauskeskuksen mittarialustat pitää merkitä ennen mittarien asennusta siten, että numerointi alkaa juoksevasti keskuksen vasemmasta

yläkulmasta riveittäin. Mittarialustoina pitää olla standardin SFS 2529 mukaisesti M2-mittarialustat. (Turku Energia www-sivut 2021.)

Molempiin kerrostaloihin suunniteltiin kolme monimittarikeskusta, joihin jokaiseen tulee 24 asunnon pääsulakkeet ja mittaukset. Pääkeskuksen ja monimittarikeskusten väliseksi kaapeliksi mitoitettiin AMCMK 4x95/29 ja syöttäväksi sulakkeeksi 100 A. Asuntojen pääsulakkeiden koko on 25 A ja asuntojen mittaus toteutetaan suorana mittauksena koska ne ovat alle 63 A:n liittyviä. Monimittarikeskukset suunniteltiin rakennuksen sähköpääkeskustilaan ja verkkoyhtiöllä on pääsy tilaan putkilukosta saatavalla avaimella.

4.3.3 Ryhmäkeskukset

Ryhmäkeskukset toimivat tietyn tilan tai järjestelmän jakokeskuksena. Kohteessa jokaiselle asunnolle tulee oma ryhmäkeskus, joka toimii asunnon jakokeskuksena. Myös lämmönjakohuoneeseen, IV-konehuoneeseen, väestösuojaan, kerhotilaan ja autohallin savunpoistolle tulee omat ryhmäkeskukset. Ryhmäkeskusten pääsulakkeet ovat nousukaapelin syöttökeskuksessa.

Asunnon ryhmäkeskuksessa on asuntojen kaapelilähtöjen vikavirta- ja johdonsuojat sekä keskuksen pääkytkin. Lisäksi keskuksessa on erillinen IT-osa yleiskaapeloinnin kuitukotelolle, kotijakamolle ja antennihaaroittimelle. Keskuksessa ryhmittely on tehty niin että niissä ryhmissä, joissa on vikavirtasuojaa, niin yhden vikavirtasuojan takana on kuusi johdonsuojalähtöä, joista jokaisesta lähtee yksi kaapeli siihen nimettyyn kojeeseen. Joissakin ryhmissä esim. liedellä ei ole omaa vikavirtasuojaa. Kaikkiin asuntoihin tulee samanlaiset keskukset, koska asuntotyypeissä tai niiden sähköistyksessä ei ole niin suuria eroja. Asuntojen ryhmäkeskuksina yleensä käytetään keskusvalmistajien valmiskeskuksia.

Lämmönjakohuoneen, IV-konehuoneen, väestösuojan ja kerhotilan ryhmäkeskus toimii sen huoneen ryhmäkeskuksena ja siinä on vain sen huoneen laitteiden ryhmät. Lämmönjakohuoneessa on molempien kerrostalojen kaukolämpökeskukset ja vedenmittaukset, joten B-talon laitteiden lähdoille tulee erilliset sähköenergian mittaukset,

joilla saadaan sähköenergian laskutus oikealle taloyhtiölle. IV-konehuoneen ryhmäkeskuksessa on erillinen kenttä ilmavaihtokoneille, jotka saadaan kontaktorilla jännitettömäksi, kun painetaan IV-hätäseis painiketta. Myös IV-huoneen ryhmäkeskuksessa on oma kenttä vesikatosta lähtevien rännien ja syöksytorvien lämmityskaapeleinneille. Molemmille kentille jätetään tilavaraus mahdolliselle myöhemmälle sähköenergianmittaukselle, jos halutaan erikseen tarkastella kentän sähkönkulutusta. Myös rakennuksen aurinkosähköjärjestelmä kytketään IV-konehuoneen ryhmäkeskukseen.

Väestösuojaan tulee oma ryhmäkeskus vaatimusten mukaisesti, jolla syötetään vain väestösuojan sähkölaitteita. Kerho- ja saunatilaan tulee myös oma ryhmäkeskus, tällä vähennetään kaapelointia pääkeskuksesta, kun tilan sähköistys jaetaan vasta ryhmäkeskuksesta.

Savunpoistolle tulee oma ryhmäkeskus, joka sijoitetaan autohallin pääkeskuksen viereen keskuskomeroon. Keskuksen savunpoistopuhallinryhmien ohjaukset tulevat savunpoistonohjauskeskuksesta (SPOK) ja rajakytkimien tilatiedoilta. Keskuksessa on puhaltimien ohjauksen releistykset, joiden kytkennät on määritetty erikseen keskuksen piirikaavioissa.

4.4 Kaaviot

Suunnittelussa laaditaan kohteen eri järjestelmille järjestelmäkaaviot, joissa esitetään kyseisen järjestelmän komponentit ja kaapeloinnit, sekä karkeat sijoituspaikat. Kaavioiden tarkoituksena on esittää tarkemmin järjestelmän toteutus johdintyyppineen ja komponentteineen, sekä mahdolliset asennusvaatimukset, joita ei ole tasopiirustuksissa esitetty. Kohteen kerrostalojen asunnoille tulee nousukaapeloinnit nousuhormeissa, jotka menevät asuntolinjojen mukaisesti. Kaapelointinousut asunnoille ylöspäin kerroksittain esitetään näiden asuntohormilinjojen mukaisesti.

4.4.1 Nousujohtokaavio

Nousujohtokaavion tarkoituksena on esittää rakennuksen sähköjakeluverkon rakenne. Kaaviossa esitetään jakelujärjestelmän liittyvät keskuksat ja näiden väliset

nousujohdot ja niiden kaapelityypit. Lisäksi kaaviossa esitetään rakennuksen liitos sähköjakeluverkkoon. (ST-esimerkit 05 2005, 8.)

Kohteen molempiin kerrostaloihin ja autohalliin tehtiin omat nousujohtokaaviot, koska jokaiseen pääkeskukseen tuli omat sähköverkon liittymiskaapelit. Näin molempiin kerrostaloihin ja autohalliin tulee oma rakennuksen sähköjakeluverkko. Kaaviossa esitetään kaikki rakennuksen sähköjakelujärjestelmän sähkökeskukset ja missä tilassa tai asunnossa ne sijaitsevat. Pääkeskuksesta lähtevät nousukaapeloinnit monimittaus- ja ryhmäkeskuksiin on merkitty kaavioon. Myös monimittauskeskuksesta lähtevät kaapeloinnit asunnoille on merkitty kaavioon. Asuntojen nousukaapeloinnit on merkattu kaavioon nousuhormilinjojen mukaan. Kaavioon reunassa on kaapelitaulukko nousukaapeleista, eli mistä keskuksesta kaapeli lähtee ja mihin keskukseen se menee, sekä mikä on kaapelin tyyppi. Asuntojen kaapelityypit ovat kaikki samanlaisia, joten taulukkoon on merkitty vain niiden määrät. Kaapelityypit ovat valittu mitoittamalla ne edellisen mitoitus -kohdan mukaisesti.

4.4.2 Maadoituskaavio

Maadoitukset ja potentiaalitasaukset ovat tärkeä osa sähkölaitteistoa. Sähköturvallisuuden kannalta maadoitusten ensisijainen tarkoitus on rajoittaa vikatapauksissa esiintyviä kosketusjännitteitä ja askeljännitteitä. Lisäksi sähköturvallisuuden kannalta maadoituksen tehtävänä on myös estää vaarallisten jännitteiden siirtymistä järjestelmästä toiseen, estää vaarallisten vuotovirtojen, kipinöiden ja valokaarien syntyminen sekä luoda toimintaedellytykset maasulku- ja vikasuojaukselle. (D1 2019, 54.1.)

Kiinteistöjen sähköliittymäkaapeleissa on yhdistetty PEN-johdin, jossa on yhdistetty nolla- ja suojajohdin. Näin ollen pitää sille suunnitella oma standardin SFS 6000-5-54 mukainen maadoitusjärjestelmä, joka sisältää oman maadoituselektrodin. (SFS 6000-4-41:2017, 10.)

Maadoitusjärjestelmään kuuluu päämaadoituskisko, maadoituselektrodi ja potentiaalitasaukset. Maadoituselektrodin tarkoitus on saada johtava yhteys maahan ja mitoituksessa on huomioitava, että elektrodin tulee kestää korroosioita ja sen tulee olla

mekaanisesti kestävä. Maadoituselektrodin poikkipinta-ala pitää olla vähintään 16 mm² kuparia tai 10 mm ruostesuojattua terästä. On suositeltavaa, että maadoituselektrodi on perustuksissa, tai perustusten alla olevan renkaan muotoinen perustusmaadoituselektrodi. Kohteen maadoituselektrodiksi suunniteltiin perustusten alle sijoitettava 16 mm² kupariköysi, jonka molemmat päät tuodaan päämaadoituskiskoon. (D1 2019, 54.7.)

Päämaadoituskisko (MEB) toimii rakennuksen maadoitusten ja potentiaalintasauksien koontipisteinä. Päämaadoituskisko pitää olla jokaisessa asennuksessa, johon tehdään maadoitus. Jokainen päämaadoituskiskoon liitettävä johdin pitää voida irrottaa yksittellen ja niin ettei muita liitoksia tarvitse avata. Päämaadoituskisko asennetaan yleensä pääkeskuksen läheisyyteen ja kiskoon on päästävä käsiksi ilman, ettei joudu alttiiksi jännitteisille osille. Kohteen päämaadoituskisko suunniteltiin pää- ja kiinteistökeskuksen välittömään läheisyyteen, johon muut keskuksat liitetään suojamaadoitusjohtimilla. (D1 2019, 54.1.)

Potentiaalintasauksen on tarkoitus saada jännitteelle alttiit osat yhteen, niin että saavutetaan tasapotentiaali. Jännitteille alttiit osat ovat sellaisia sähkölaitteiden osia, jotka tulevat jännitteisiksi peruseristyksen pettäessä. Nämä liitetään potentiaalitasausjärjestelmään suojajohtimilla. Muita potentiaalitasausjärjestelmään kytkettäviä osia ovat johtavat rakennukseen tulevat putkistot, rakennuksen sisäiset LVIS-putkistot, IV-kanavat, kaapelihyllyt, aurinkopaneelit, teräspaalut, betoniraudoitus, hissi, antennivahvistimet ja teleristikytkentäkaapit. (D1 2019, 54.6.)

Molempien kerrostalo kiinteistöjen IV-konehuoneeseen lisättiin erillinen potentiaalintasauskisko (EB), johon kytketään huoneen ja aurinkopaneelien potentiaalintasaukset. Tällä vähennetään kiinteistön maadoituskaapelointia, kun päämaadoituskiskosta vietään vain yksi maadoituskaapeli IV-konehuoneeseen ja sen potentiaalintasauskiskoon.

Kerrostalokiinteistöihin ja autohalliin tehtiin omat maadoituskaaviot, joissa esitetään päämaadoituskiskoon liitettävä perustusmaadoituselektrodi, suojamaadoitusjohtimet ja potentiaalintasaukset, sekä niiden poikkipinnat. Myös erillisestä potentiaalintasauskiskosta on oma maadoituskaavio.

4.4.3 Yleiskaapelointikaavio

Yleiskaapelointijärjestelmä on optisella kaapeloinnilla, eli kuitukaapeloinnilla ja parikaapeloinnilla toteutettu tietoliikennesisäverkko. Jokaiseen kerrostalokiinteistöön on rakennettava sisäverkko ja sen kaapelointirakenteen on muodostettava jokaisen jakamon suhteen tähtiverkko. Jokaiseen kerrostaloon on asennettava talojakamo ja tarvittava määrä ali- ja kerrosjakamoita. Lisäksi jokaiseen asuntoon on asennettava kotijakamo. (Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista 65D/2019, 4§; ST 681.11 2020, 3.)

Yleiskaapelointijärjestelmässä nousukaapeloinnilla tarkoitetaan sisäverkon kaapelointia, joka yhdistää asunnon kotijakamon kiinteistön talojakamoon. Nousukaapeloinnin parikaapelointi tulee toteuttaa vähintään 6-kategorian kaapeleilla ja sen liittimien pitää olla vähintään kategorian 6, RJ45-liittimiä. Kerrostalon sisäiset nousuparikaapeloinnit saavat olla enintään 90 m pitkiä ja pysyvien siirtoteiden pitää täyttää vähintään luokan E vaatimukset. Pysyvällä siirtotiellä tarkoitetaan jakamoiden tai jakamon ja tietoliikennesasian välistä parikaapelia tai optista kuitua, jonka molemmat päät ovat päätetty liittimillä. (ST 681.11 2020, 3,8.)

Optinen nousukaapelointi toteutetaan asentamalla talojakamosta kotijakamoon vähintään neljä kategorian OS2 yksimuotokuitua. Kaikki kuidut pitää päättää jakamoissa APC-hiottuihin LC- tai SC-liittimiin ja kytkettävä paneeliin liitinadapterilla. Pituusrajoituksia optisella nousukaapeloinnilla ei ole. (ST 681.11 2020, 8.)

Jokaiseen asunnon huoneistoon on asennettava vähintään kaksi kategorian 6 parikaapelia, jotka on päätetty kaksiosaiseen tai kahteen yksiosaiseen tietoliikennesasiaan. Asuntojen kaapelointia kutsutaan kotikaapeloinniksi ja sen pysyvien siirtoteiden täytyy aina täyttää luokan E vaatimukset. (Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista 65D/2019, 6§.)

Talojakamo toimii yleisen viestintäverkon ja kiinteistön välisenä rajapintana. Jakamoon sijoitetaan teleyritysten liityntäkaapeleiden kaapelipäätteet, asuntojen parikaapelointien ja optisten kaapelointien päätteet, sekä myös yleistentilojen parikaapelointien päätteet, aktiivilaitteet ja antennijärjestelmän taloverkon tähtipiste

vahvistimiseen. Jakamon pitää olla lukittava ja se tulee sijoittaa kuivaan ja pölyttö-
mään tilaan. Lisäksi jakamoissa pitää olla vähintään neljä pistorasiaa ja potentiaalint-
tasauskisko, johon saadaan kiinteistön potentiaalintasauksen maadoitusjohdin kytket-
tyä. Jakamot ovat yleensä 19” kaappeja, joissa on lukittava umpiovi. (ST 681.11 2020,
15.)

Asuntojen kotijakamoihin päätetään nousukaapeloinnit ja asuntojen kotikaapeloinnit.
Jakamon pinta-ala pitää olla vähintään 0,24 m² ja hyötysyvyys vähintään 90 mm, jotta
sinne mahtuu asennukseen tarvittavat tekniikat. Jakamossa pitää olla kaksiosainen pis-
torasia, potentiaalintasauskisko ja metallisessa kaapissa pitää olla valmiina läpiviennit
langattomien järjestelmien antennille. Jakamoon sijoitetaan optisen nousukaapeloin-
nin kannellinen päätekotelo, parikaapeloinnin nousu- ja kotikaapelien päätteet ja an-
tennihaaroin. (ST 681.11 2020, 16.)

Yleiskaapelointikaaviossa on esitetty kiinteistön yleiskaapelointiverkko. Talojakamo
on suunniteltu sähköpääkeskustilaan, josta lähtee nousukaapeloinnit asuntojen kotija-
kamoihin. Kotijakamosta lähtee kotikaapeloinnit asuntojen tietoliikennesoihin.
Asuntojen tietoliikennesoiiden määrät on esitetty kaaviossa. Kaavion reunassa on
periaatepiirustukset nousu- ja kotikaapeloinnista. Kohteessa parikaapelointina on suo-
jaamaton CAT6 U/UTP ja optisena kaapelointina OS2 4xSM yksimuotokuidut. Koti-
jakamo on suunniteltu asunnon ryhmäkeskukseen, joka toimii yhdistelmäkaappina.
Kaavioon on laskettu talojakamon tarvitsemat RJ45-paneelit ja moduulit, optiset pää-
tepaneelit ja liitinadapterit sekä häntäkuitujen määrät, sekä tarvittavat laitehyllyt, oh-
jauspaneelit, pistorasiapaneelit ja jakamon maadoitussarjat.

4.4.4 Antennikaavio

Antennijärjestelmä on rakennuksen sisällä koaksiaalikaapeloinnilla toteutettu verkko,
jota käytetään joukkoviestinnän välittämiseen. Kerrostalon antenniverkko on raken-
nettava tähteen ja myös asunnon sisäinen verkko on myös rakennettava tähteen. An-
tenniverkon arkkitehtuuri on lähes samanlainen kuin yleiskaapelointijärjestelmässä,
eli asennetaan yksi talojakamo, jossa sijaitsee antenniverkon tähtipiste ja tarvittava
määrä ali- ja kerrosjakamoita. Asunnoissa on kotijakamo missä on asunnon tähtipiste.

Jokaiseen kerrostalon asuinhuoneeseen on asennettava vähintään yksi antennirasia, jotka kaapeloidaan tähtimäisesti asunnon kotijakamoon. (Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista 65D/2019, 3§; ST 12 2021, 98.)

Antennijärjestelmässä on myös samat kaapelointinimikkeet kuin yleiskaapelointijärjestelmässä eli nousukaapelointi, joka yhdistää kotijakamon tähtipisteen talojakamon tähtipisteeseen. Kaapelointi tehdään koaksiaalikaapeloinnilla esim. TELLU 7. Asunnon sisäiset kaapeloinnit ovat kotikaapelointeja ja niissä käytetään esim. TELLU 13 koaksiaalikaapelia. (ST 12 2021, 98.)

Talojakamon tähtipisteessä on antenniverkon päävahvistin ja tähtipisteen jaottimet. Jos verkossa on enemmän kuin 25–30 asuntoa, niin antenniverkko jaetaan useampaan osaverkkoon, joita syötetään omalla jakovahvistimella. Kotijakamoissa tähtipisteenä käytetään antennihaaroitinta. (ST 12 2021, 23,101.)

Jakamoihin pitää asentaa oma potentiaalintasauskisko, johon yhdistetään kaikki tähtipisteen vahvistimien ja jaottimien rungot ja myös muut metalliset osat. Myös kaapeleiden vaijat kytketään potentiaalintasauskiskoon. Kotijakamoon ei asenneta potentiaalintasauskiskoa ja siten myöskään kotijakamoon tulevia kaapeleita ei kytketä potentiaalintasaukseen. Kotijakamon haaroitin pitää eristää jakamon metallisesta rungosta eristepaloilla. (ST 12 2021, 101.)

Antenniverkon toimivuus on todettava laskemalla antenniverkon vaimennus ja sen kaltevuus. Verkon vaimennus mitoitetaan taajuusalueelle 5–1000 MHz, mutta osien tulee kumminkin kattaa taajuusalue 5–1218 MHz. Antenniverkon vaimennus saa olla korkeintaan 45 dB, mutta vaimennusta ei suositella laskemaan maksimiarvoon mahdollisten verkon muutosten takia. Vaimennus saadaan laskemalla vahvistimen jälkeen olevan haaran kaikkien jaottimien, haaroittimien ja kaapeleiden vaimennukset yhteen. Vaimennukset lasketaan sekä 5 MHz ja 1000 MHz taajuuksilla. Laitteiden ja kaapeleiden vaimennukset saadaan niiden valmistajien datalehdistä. Antenniverkon kaltevuus taajuusalueella 47–1000 MHz saa olla enintään 15 dB. Tämä saadaan laskemalla antenniverkon kaapeleiden pituus rakennuksen kauimmaisen asunnon antennirasiaan. (ST 12 2021, 102.)

Antennikaaviossa on esitetty kiinteistön antenniverkko. Talojakamon tähtipiste on suunniteltu sähköpääkeskustilaan, josta lähtee nousukaapeloinnit samalla lailla kuin yleiskaapelointiverkossa asuntojen kotijakamoihin. Kaaviossa on esitetty kotijakamoiden haaroitin ja kuinka monta antennirasiaa jokaisessa asunnossa on. Kaaviossa on myös esitetty pisimmän ja lyhyimmän kaapeleiden pituudet. Taloverkon tähtipisteessä on esitetty kiinteistön talojakamon tähtipisteessä oleva päävahvistin, haarojen jakovahvistimet ja jaottimet, sekä minkä asuntojen nousukaapelit on kytketty minkäkin haaran jaottimeen. Jaottimien ja haaroittimien esimerkkityyppinä on käytetty Teles-ten laitteita. Kaavion reunassa on kohteen antennijärjestelmän vaatimukset, kiinteistön antenniverkon minimi- ja maksimivaimennukset sekä kaapelityypit nousukaapeloinnille ja kotikaapeloinneille.

4.4.5 Ovipuhelinkaavio

Ovipuhelinjärjestelmällä toteutetaan puhe- ja kuvayhteyksiä rakennuksen sisäänkäyntioivista asuntojen vastauskojeille. Sen pääasiallinen tehtävä on mahdollistaa sähköinen sisäänkäyntioivien etäavaaminen tunnistamalla sisään tuleva henkilö äänen tai kuvan perusteella. Ovipuhelin sijoitetaan yleensä pääsisäänkäynnin viereen ja asunnoissa sisäänkäyntioiven viereen tai sitten asunnon keskeiselle paikalle, jotta avauspyynnön merkkiäänä ja/tai muu merkinanto esim. valo, kuuluvat tai näkyvät asunnossa. (ST 610.12 2020, 3.)

Kiinteistöissä ovipuhelinjärjestelmä suunniteltiin Tamcent Oy:n toimittamalla Comelit-järjestelmällä. Järjestelmään kuuluu ovipuhelinjärjestelmän keskuskotelo, sisäänkäyntioivien ovipuhelimet, asuntojen vastauskojeet sekä kaapeloinnit. Järjestelmä suunniteltiin äänyhteydellä ovipuhelimesta asuntojen vastauskojeelle, mutta järjestelmän saa muutettua myöhemmin kuva yhteyksiseksi vain vaihtamalla asuntojen vastauskojeita. Ovipuhelimet suunniteltiin kadunpuoleiselle ja sisäpihan sisäänkäyntioiville.

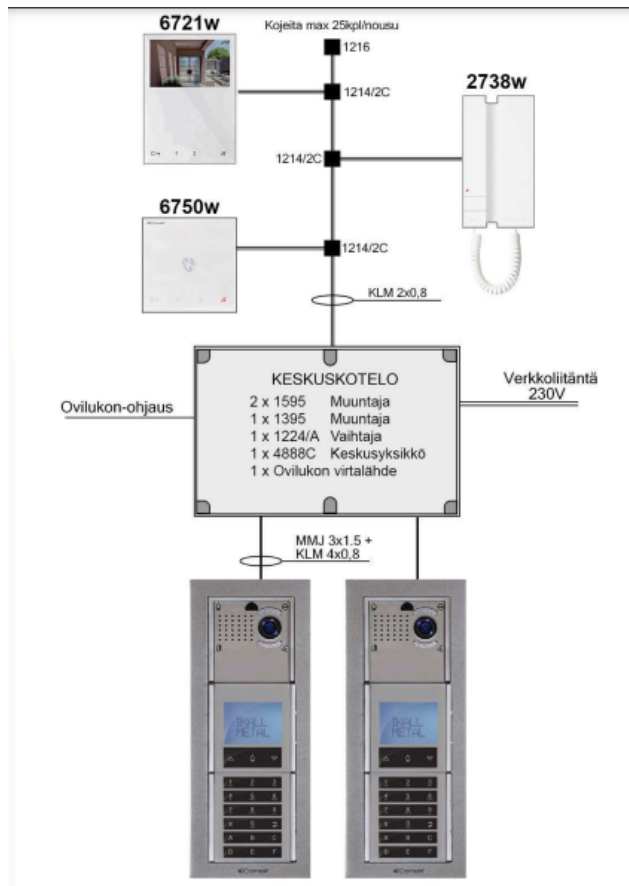
Järjestelmän keskuskoteloon tulee keskusyksikkö, verkkomuuntaja, sisäänkäyntioivien ovipuhelimien muuntajat, vaihtaja ja ovilukon virtalähde. Keskuskotelo sijoitetaan sähköpääkeskushuoneeseen. Sisäänkäyntioivien ulkopuhelimiksi suunniteltiin Ikall

Metal -ovipuhelimet, joihin tulee upotuskotelon ja kehyksen lisäksi A/V-moduuli, värimoduuli ja digitaalinen numeronäppäimistö. Asuntojen vastauskojeiksi suunniteltiin mini handsfree -luurittomat vastauskojeet.

Ovipuhelinjärjestelmän väyläkaapelointi suunniteltiin puumaiseksi käyttämällä valmistajan ohjeiden mukaisesti KLM-tiedonsiirtokaapelia keskuskotelosta asuntojen vastauskojeille. Yhdessä nousussa saa olla maksimissaan 25 vastauskojetta. Sisäänkäyntien ovipuhelimille viedään MMJ-verkkovirtakaapeli ja KLM-tiedonsiirtokaapeli. Lisäksi keskuskoteloon tulee verkkovirtakaapeli ja lähtee sisäänkäyntioven sähköisen ovilukon ohjauskaapeli.

Tamcent Oy:lla on kotisivuillaan laskentaohjelma, jolla voidaan helposti laskea kohteeseen tarvittavat kojeet ja ovipuhelinmoduulit. Ohjelmaan lisätään tarvittavien ovipuhelimien ja vastauskojeiden määrät, onko kaapelointi puumainen vai tähtimäinen ja tuleeeko ovilukkoon virtalähdettä. Sen jälkeen laskentaohjelma antaa kuvan järjestelmän verkosta kaapelityypeineen ja tarvikeluettelon tarvittavista kojeista.

Kohteen kiinteistöihin tehtiin ovipuhelinkaaviot, jossa näkyy rakennuksen ovipuhelinjärjestelmä. Kaaviossa on esitetty keskuskotelon sijoitus ja siitä lähtevät kaapeloinnit tyypeineen, sisäänkäyntiovien ovipuhelimille ja asuntojen vastauskojeille. Kaaviossa on esitetty tarvikeluettelo järjestelmän tarvikkeille.



Kuva 6 Periaatekuva rakennuksen ovipuhelinjärjestelmästä käyttäen Tamcent Oy:n laskentaohjelmaa. (Tamcent Oy:n www.sivut 2021)

4.5 Laiteluettelot

Laiteluetteloissa on listattu kohteeseen tulevat laitteet, jotka kuuluvat urakkaan ja hankintaan. Luetteloissa on määritetty suunniteltujen laitteiden tyypit ja ominaisuudet sekä niiden määrät ja myös mahdolliset erilliset vaatimukset laiteille tai niiden asentamiselle. Joidenkin laitteiden tyypit ja valmistajat ovat esimerkkejä, jotka urakoitsija voi vaihtaa toisen tyyppiseen laitteeseen, jos niiden ominaisuudet ja vaatimukset ovat samanlaisia kuin esimerkkityypissä. Laitteen vaihto urakoitsijan pitää hyväksyttää tilaajalla ja suunnittelijalla ennen niiden asennusta.

4.5.1 Valaisinluettelo

Valaisimia suunniteltaessa pitää ottaa huomioon millaiseen ympäristöön valaisin tullaan asentamaan, jotta valaisin kestää ympäristön aiheuttamat vaatimukset. Kosteassa tai pölyisessä tilassa pitää huomioida valaisimen riittävä kotelointiluokka eli IP-luokitus. Ulkotiloissa pitää myös huomioida valaisimen mekaaninen kestävyys ilkvallan takia. Valaisimen kotelon mekaanista iskunkestävyyttä kuvataan IK-luokituksella. Myös valaisimia suunniteltaessa pitää ottaa huomioon ympäristön lämpötilat. (ST 57.45 2019, 2.)

Valaisimien valotekniset ominaisuudet pitää ottaa huomioon valaistuksen suunnittelussa, jotta valaisin tuottaa tilaan tarpeeksi valoa mutta ei kumminkaan ole liian häikäisevä. Valaisimien valoteknisiä ominaisuuksia on esimerkiksi valolähteen tuottama valovirta, valaisimen teho, valaisimen värilämpötila, valaisimen optiikka ja valonjako. (ST 57.45 2019, 4.)

Lisäksi valaistuksen suunnittelussa tulee ottaa huomioon valaisimen ohjaus eli onko valaisimessa oma sisäänrakennettu PIR-liiketunnistin vai toteutetaanko valaistuksen ohjaus erillisellä ohjausjärjestelmällä, esimerkiksi DALI:lla. DALI:ssa valaisimet pitää olla siihen yhteensopivia. Valaisimissa pitää ottaa myös huomioon niiden ulkonäkö, että ne sopivat tilaan myös arkkitehtuurisesti. Tämä on tärkeää ainakin rakennusten julkisivuissa ja muissa julkisesti näkyvillä olevissa tiloissa. Myös valaisimia suunniteltaessa on otettava huomioon valaisimen asennettavuus ja valaisimen hinta. (ST 57.45 2019, 7.)

Kohteen molemmille kerrostaloille ja autohallille tehdään omat valaisinluettelot. Aseman ja pihakannen valaisimet ovat listattu A-talon valaisinluettelossa. Valaisinluettelossa on ilmoitettu valaisimen valmistaja ja valaisimen tyyppi, valaisimen teho, häikäisysoja, lampun tyyppi, asennustapa, liitäntäyksikkö, värilämpötila, IP-luokka, mahdollinen liiketunnistin, valaisimen väri ja muut lisätiedot valaisimesta tai sen asennuksesta. Kohteen kaikki valaisimet ovat led-valaisimia ja niiden värilämpötila 4000K.

4.5.2 Kojeluettelo

Kohteeseen laadittiin molemmille kerrostaloille ja autohallille omat kojeluettelot. Kojeluettelossa on listattu kohteeseen tulevat sähkökojeet ja laitteet sekä niiden määrät. Kerrostalojen kojeita ovat esimerkiksi asuntojen keittiölaitteet, joiden hankinta kuuluu rakennusurakoitsijalle (RU). Keittiölaitteiden kytkentä sekä liitosjohdot kuuluvat sähköurakkaan (SU). Sama jaottelu koskee myös yhteissaunan kiuasta ja sen ohjauskeskusta sekä pesutuvan pesulaitteita. Kohteen palovaroittimet, rätipatteri ja lattialämmityskaapelit sekä sen termostaatin hankinta ja kytkennät kuuluvat sähköurakkaan. Autohallin kojeluetteloon on listattu kohteeseen tulevat sähköauton latausasemat ja porrashuoneiden palovaroittimet.

Sähkökiukaan suunnittelussa on käytetty hyväksi Harvian sivuilla olevaa laskentaohjelmaa, jonka avulla saadaan valittua oikean kokoinen kiuas kohteen yhteissaunoihin. Samalla saadaan valittua oikea ohjauskeskus kiukaalle. Lattialämmityskaapelin valinnassa on käytetty Enston sivuilla olevaa valintataulukkoa, jolla saadaan valittua oikean tehoinen lämmityskaapeli tilaan.

Luettelossa on myös sarakkeet, joihin on merkitty kojeen esimerkkityyppi- ja valmistaja, sijoituspaikka, kojeen sähköteho, jos se on tiedossa, mistä keskuksesta kojeen ryhmäjohto lähtee sekä ryhmäjohtoon tyyppi ja kenen hankintaurakkaan koje kuuluu. Lisäksi luettelossa on mahdolliset huomautukset kojeen hankintaan tai kytkentään liittyen. Joidenkin kojeiden tyypit ja valmistajat ovat esimerkkejä, jotka urakoitsija voi vaihtaa toisen tyyppiseen, jos niiden ominaisuudet ovat samanlaisia kuin esimerkkityypissä. Vaihto urakoitsijan pitää hyväksyttävä tilaajalla ja suunnittelijalla ennen niiden asennusta.

4.6 Asiakirjat

Asiakirjat toimivat sähkösuunnitelmien täydentävinä dokumentteina. Asiakirjoilla voidaan listata kohteen sähkösuunnitelmia ja niiden muutoksia kuten piirustusluettelossa, tai ne voivat olla kirjallisia ohjeita tai vaatimuksia kohteen sähköurakkaan kuten sähkötyöselostus. Asiakirjat laaditaan yleensä Office-ohjelmistoilla toisin kuin muut suunnitteludokumentit.

4.6.1 Piirustusluettelo

Piirustusluettelossa on listattu kaikki sähkösuunnittelussa laaditut piirustukset ja dokumentit, jotka kuuluvat sähköurakkaan. Luettelossa on kohteen sähkösuunnittelun työnumero, jonka suunnitteluyritys on päättänyt omalla vakiintuneella tavallaan. Luettelossa on piirustuksen ja dokumentin numero, joka määräytyy yrityksen omalla kerrostalokohteiden vakiintuneella tavalla. Piirustusnumerot ovat kolminumeroisia, jossa ensimmäinen tarkoittaa piirustus/dokumentti -lajia. Esim. 2 tarkoittaa pohjapiirustusta. Toinen numero on projektin järjestysnumero, eli ensimmäinen talo on 1 ja toinen on 2 ja niin edelleen. Kolmas numero on kyseisen piirustus/dokumentti -lajin järjestysnumero esim. pohjapiirustus viidennestä kerroksesta on 205, jos projektissa on vain yksi kerrostalo.

Luettelossa on piirustuksen mittakaava, jos sellainen on määritelty. Kerrosten mittakaavat ovat yleensä 1:50, asemapiirustuksen 1:200 ja vesikaton pohjapiirustuksen 1:100. Lisäksi luettelossa on piirustuksen tiedoston nimi ja sen viitetiedosto. Viitetiedosto on yleensä arkkitehdin tekemä työpiirustus. Kaikissa dokumenteissa ja piirustuksissa pitää olla päivämäärä koska se on laadittu, ja jos siihen tulee muutos eli revisio, niin luettelossa tulee olla päivämäärä koska muutos on tehty. Lisäksi muutoksessa käytetään juoksevaa numerointia, jossa näkyy kuinka mones muutos piirustukseen/dokumenttiin on tullut. Muutoshallinta on siitä tärkeää, että urakoitsija saa varmennettua, että hänellä on ajantasaisin piirustus käytössään. Kohteessa molemmille kerrostaloille ja autohallille laadittiin omat piirustusluettelot.

4.6.2 Sähkötyöselostus

Sähköselostuksessa on selostettu vaatimukset kohteen sähköurakkaan kuuluvien järjestelmien ja laitteiden hankinnoista, asennuksista, tarkastuksista ja dokumentaatiosta. Selostuksessa on tarkemmat tiedot rakennuskohteesta ja hankkeen eri osapuolien yhteystiedot. Selostus ja muut sähkösuunnitteludokumentit täydentävät toisiaan mutta kuitenkin niin, että selostus on pätevyysjärjestyksessä ennen muita suunnitteludokumentteja. Tästä syystä on tärkeää laatia sähkötyöselostus huolella.

Kohteen molemmille kerrostaloille ja autohallille laadittiin omat sähkötyöselostukset. Selostuksen pohjana on käytetty yrityksen vakiintunutta kerrostalo kohteiden sähköselostuspohjaa, jonka pohjana on käytetty ST-kortin 73.00 ja sen alajärjestelmien laatimispohjaa tietyin muutoksin.

4.7 Tietomallinnus

Tietomallinnuksen päätavoite on tukea rakennuksen suunnittelun ja rakentamisen aikana toteutuksen laatua, tehokkuutta, turvallisuutta ja kestävä kehityksen mukaista hanke- ja elinkaari-prosessia. Tietomalleja hyödynnetään koko rakennuksen elinkaaren ajan, suunnittelun alusta ja aina käyttöön saakka. Tietomallinnuksella on hankekohtaiset tavoitteet, jotka määrittää työn tilaaja. Tavoitteina voi olla mm. tukea päätöksen tekoa, havainnollistaa suunnitteluratkaisuja, auttaa yhteensovittamista, nostaa laatua ja tukea hankkeen kustannusanalyseja. (YTV 1 2012, 5.)

Kaikki mallit tehdään IFC-muodossa siihen sertifioidulla mallinnusohjelmalla. Mallit tehdään tilaajan vaatimalla mittatarkkuudella ja vaatimustasolla. Suunnittelija tekee tietomalliselostuksen, josta selviää tiedot mallin sisällöstä, käytetyistä mallinnustavoista ja mahdollisista poikkeamisista tilaajan mallinnusvaatimuksiin. Tarvittaessa projektissa tehdään suunnittelijoiden malleista yhdistelmämalli, jolla voidaan havainnollistaa suunnitelmia ja niiden yhteensovittavuutta. Näitä ovat esimerkiksi tilavaraukset, tilojen riittävydet, muiden laitteiden tutkiminen osana arkkitehtuuria, törmäystarkastelut sekä reikä- ja varaussuunnittelu. Törmäystarkastelu tehdään suunnittelijoiden yhteistyönä tai kolmannen osapuolen tekemänä. (YTV 1 2012, 7-10; YTV 4 2012, 36.)

Kohteen suunnitelmiin tehtiin myös tietomallinnukset. Mallinnuksen IFC-tiedosto saatiin luotua Cadmatic 18 -ohjelmasta suoraan. Ohjelmassa on valmiit 3d-objektit tasosymboleille, jotka voidaan generoida samaan sijaintiin tasosymbolin kanssa. Laitteiden korkeudet pitää määrittää, jotta 3d-symboli tulee oikeaan korkeuteen. Luotua tietomallia tai muiden suunnittelualojen tietomalleja tarkastellaan Solibri-tietomallien tarkastelu- ja hallintaohjelmalla.

Kohteessa kaikki sähkökeskukset, johtoreitit, valaisimet, kojeet ja sähkölaitteet mallinnettiin niiden todellisiin suunniteltuihin sijainteihin ja korkoihin. Tämä mallinnus tehdään samalla kun suunnitellaan tasopiirustuksia, jotta saadaan tarkastelua suunnitelman sopivuus muihin suunnitelmiin. Kohteeseen oli määritelty oma tietomallikoordinaattori, joka vastasi eri suunnittelualojen tietomallien yhdistämisestä ja törmäystarkastelujen tekemisestä. Törmäystarkastelussa tarkastettiin sähköjärjestelmien osalta, etteivät johtoreitit tai muut laitteet törmänneet LVI-linjoihin. Myös kohteen reikäpiirustukset tehtiin mallintamalla.

5 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tarkoituksena oli perehtyä asuinkerrostalon sähkösuunnitteluun. Työssä käytiin läpi asuinkerrostalon eri sähköjärjestelmät sekä mitä määräyksiä ja ohjeistuksia niihin kuuluu. Lopputuloksena saatiin suunniteltua standardit ja määräykset täyttävät asuinkerrostalon sähkösuunnitelmat ja tuotettua urakointiin toimivat sähkösuunnitelmadokumentit.

Opinnäytetyön aikana tuli selvitettyä mitä standardeja, viranomaismääräyksiä ja ohjeistuksia kuuluu asuinkerrostalon sähkösuunnitteluun ja miten niitä pitää soveltaa kohteisiin. Lisäksi tuli selvitettyä mitä sähkösuunnitteludokumentteja pitää tuottaa kerrostalokohteisiin. Työssä tuli opittua kerrostalokohteen suunnitteluprosessia ja hahmotettua sen kokonaiskuvaa, jossa monet asiat liittyvät toisiinsa. Työssä tuli myös opittua lisää suunnitteluohjelmista ja niiden käytöstä.

Työssä opin myös sen, että kohteisiin voi tulla paljonkin tila- tai järjestelmämuutoksia kesken suunnittelun, joiden takia jo tehtyjä sähkösuunnitelmia pitää muuttaa aika paljonkin. Kohteen suunnittelussa sain myös paljon apuja kokeneemmilta suunnittelijoilta, joilta sain hyviä neuvoja, joita ei kirjallisuudesta löydä. Mielestäni työ kehitti itseäni sähkösuunnittelijana ja voin jatkaa seuraaviin kohteisiin enemmän oppineena.

LÄHTEET

D1-2019 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2019. Sähköinfo Oy.
<http://sahkoinfo.fi/severi>

InterControl Oy:n www.sivut. Viitattu 16.1.2022. <https://www.intercontrol.fi>

Liikenne- ja viestintäviraston määräys 65 D/2019 kiinteistön sisäverkoista ja teleura-
koinnista. 2019. 11.11.2019 65 D/2019

Pelastuslaki. 2011. 1.7.2011/379

SFS 6000-4-41:2017. Pienjänniteasennukset. Osa 4-41: Suojausmenetelmät. Suojaus
sähköiskulta. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 24.10.2021.
<http://www.sfs.fi>

SFS 6000-5-56:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-56: Sähkölaitteiden valinta
ja asentaminen. Turvajärjestelmät. 2017. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Hel-
sinki: SFS. Viitattu 24.10.2021. <http://www.sfs.fi>

SFS 6000-7-701:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 7-701: Erikoistilojen ja -
asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat 2017. Suomen Standardisoimisliitto
SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 24.1.2022. <http://www.sfs.fi>

SFS 6000-8-804:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 8-804: Täydentävät vaati-
mukset. Kuivat, kosteat ja märät tilat sekä ulkotilat 2017. Suomen Standardisoimis-
liitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 2.2.2022. <http://www.sfs.fi>

Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta.
2009. 1.1.2010

Sisäasiainministeriön asetus rakennusten poistumisreittien merkitsemisestä ja valai-
semisesta. 2005. 1.1.2006

Sisäasiainministeriön asetus väestönsuojien teknisistä vaatimuksista ja väestönsuo-
jien laitteiden kunnossapidosta. 2011. 1.7.2011

ST 10. Paloilmoitinjärjestelmät. 2020. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu
6.12.2021. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 12. Antennijärjestelmät. 2021. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu
6.12.2021. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 13.31. Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2015.
Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 16.1.2022. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 35. Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien tilavaraukset. 2015. Sähkötieto ry. Es-
poo: Sähköinfo. Viitattu 16.1.2022. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 41. Sähköautot ja latausjärjestelmät. 2019. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Vii-
tattu 16.1.2022. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 51.17. Sähkökaapelit ja paloturvallisuus. 2018. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 16.1.2022. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 51.30. S1-luokan teräsbetoniväestönsuojien sähkö- ja viestintälaitteet sekä asennukset. 2014. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 24.10.2021. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 57.45. Valaisimen valinnan perusteet. 2019. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 16.1.2022. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 59.10. Turvavalistus ja poistumisopasteet. 2020. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 6.12.2021. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 610.12. Ovipuhelinjärjestelmät. 2020. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 6.12.2021. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 662.50. Palovaroitinimet. 2018. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 6.12.2021. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 666.10. Savunhallinnan ohjaus- ja valvontajärjestelmä. 2019. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 6.12.2021. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST 681.11. Asuinkiinteistön yleiskaapelointijärjestelmän suunnitteluohje. 2020. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 6.12.2021. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

ST-esimerkit 05. Esimerkkipiirustukset, asuintalot. 2005. Sähkötieto ry. Espoo: Sähköinfo. Viitattu 16.1.2022. <http://www.sahkoinfo.fi/severi>

Tamcent Oy:n www.sivut. Viitattu 6.12.2021. <https://www.tamcent.fi>

Teknoware Oy:n www.sivut. Viitattu 6.12.2021. <https://www.teknoware.com/fi>

TEMET Finland Oy:n www.sivut. Viitattu 24.10.2021. <http://temet.com>

Tukesin [www-sivut](http://www.sivut). Viitattu 24.1.2022. <https://tukes.fi>

Turku Energia Oy:n www.sivut. Viitattu 6.12.2021. <https://www.turkuenergia.fi>

Valtioneuvoston asetus väestönsuojista. 2011. 5.5.2011/408

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. 2017. 28.11.2017/848

YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 1, Yleinen osuus. 2012. BuildingsSMART Finland. <https://buildingsmart.fi/>

YTV Yleiset tietomallivaatimukset 2012. Osa 4, Talotekninen suunnittelu. 2012. BuildingsSMART Finland. <https://buildingsmart.fi/>

Liitteet

Liite 1. Tasopiirustus 2.kerros

Liite 2. Tasopiirustus kellari.kerros

Liite 3. Tasopiirustus Autohalli

Liite 4. Pää- ja kiinteistökeskuskaavio

Liite 5. Monimittarikeskuskaavio

Liite 6. Ryhmäkeskuskaavio asunnot

Liite 7. Nousujohtokaavio

Liite 8. Maadoituskaavio

Liite 9. Yleiskaapelointikaavio

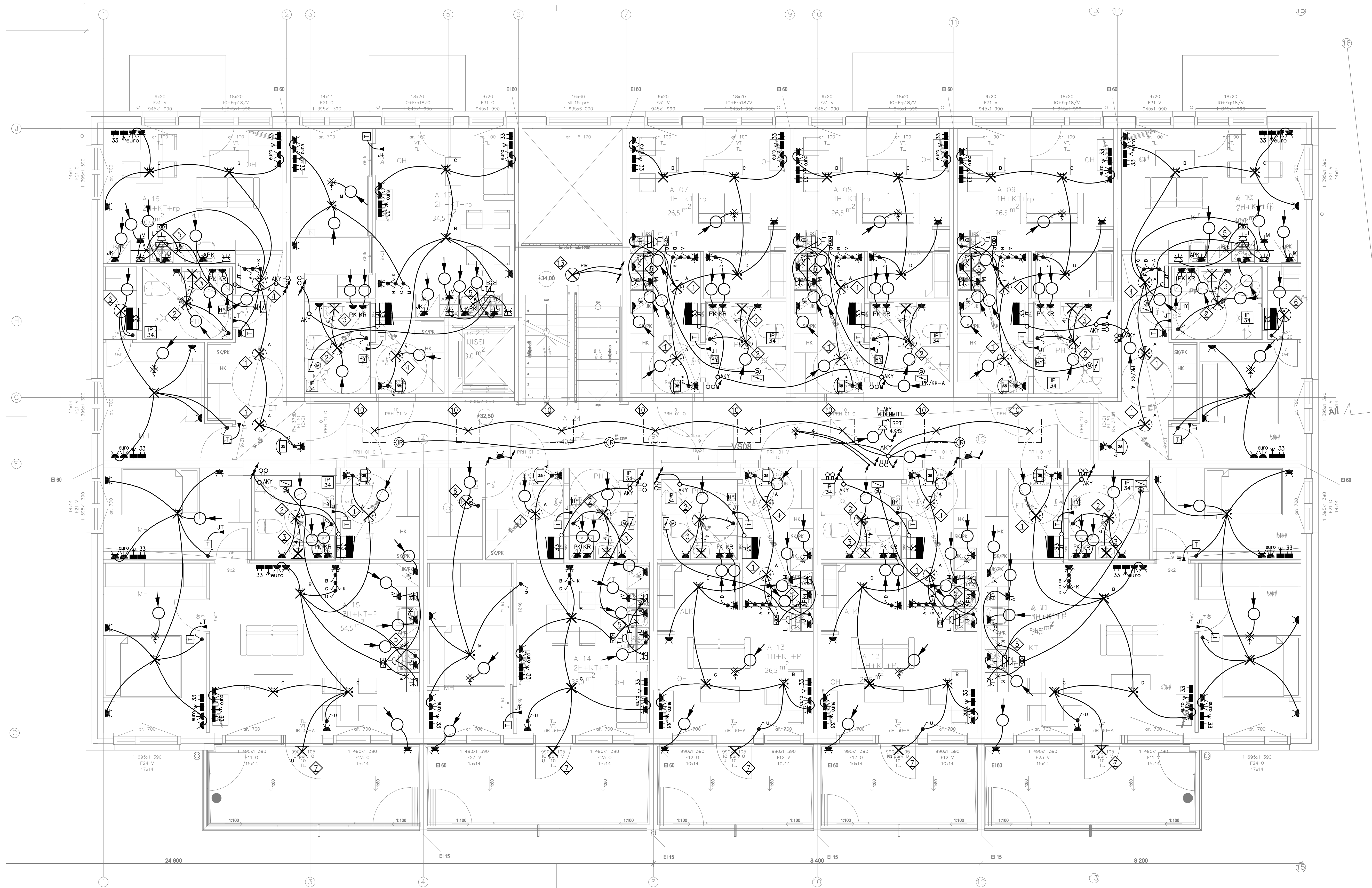
Liite 10. Antennikaavio

Liite 11. Ovipuhelinkaavio

Liite 12. Valaisinluettelo

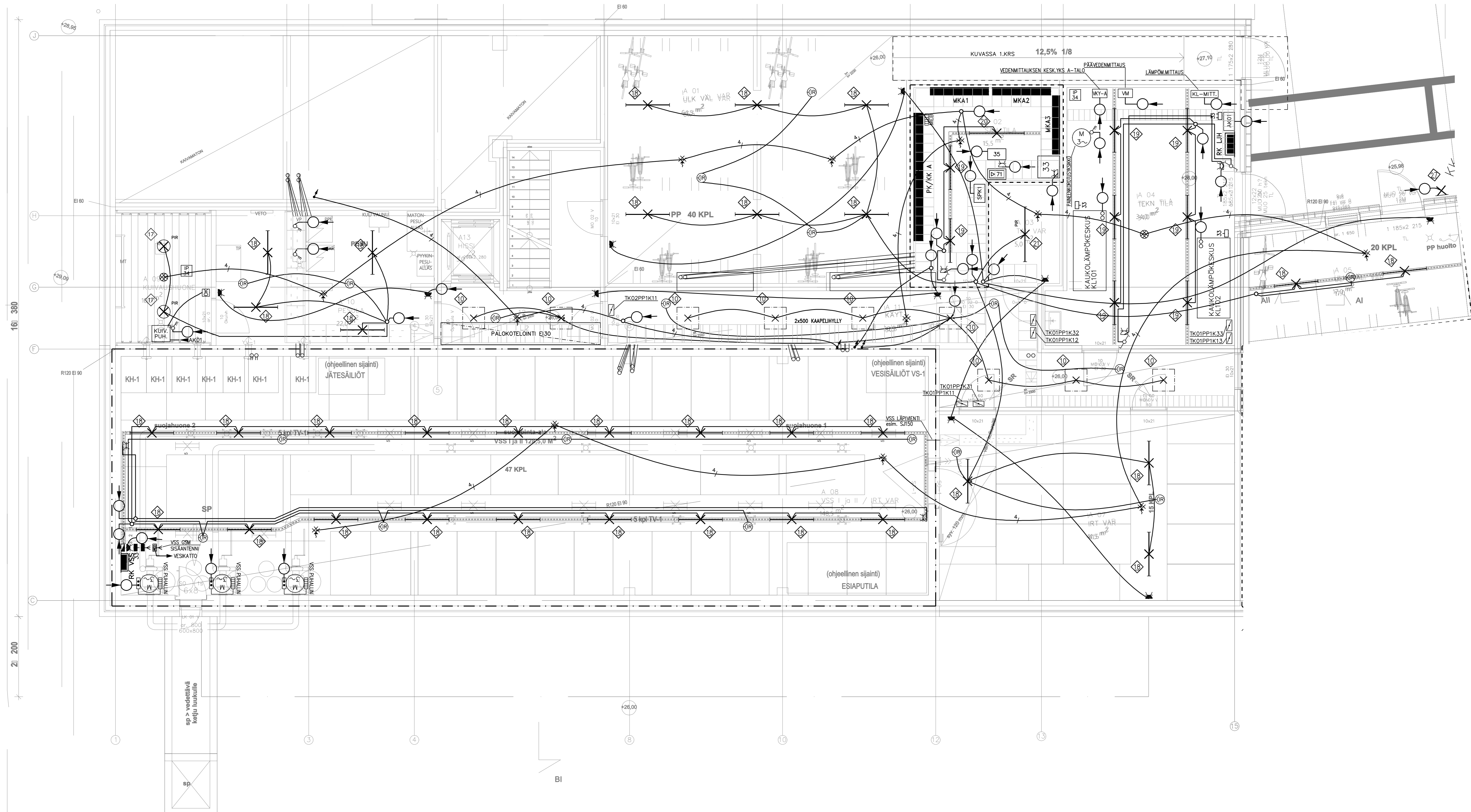
Liite 13. Kojeluettelo

LIITE 1

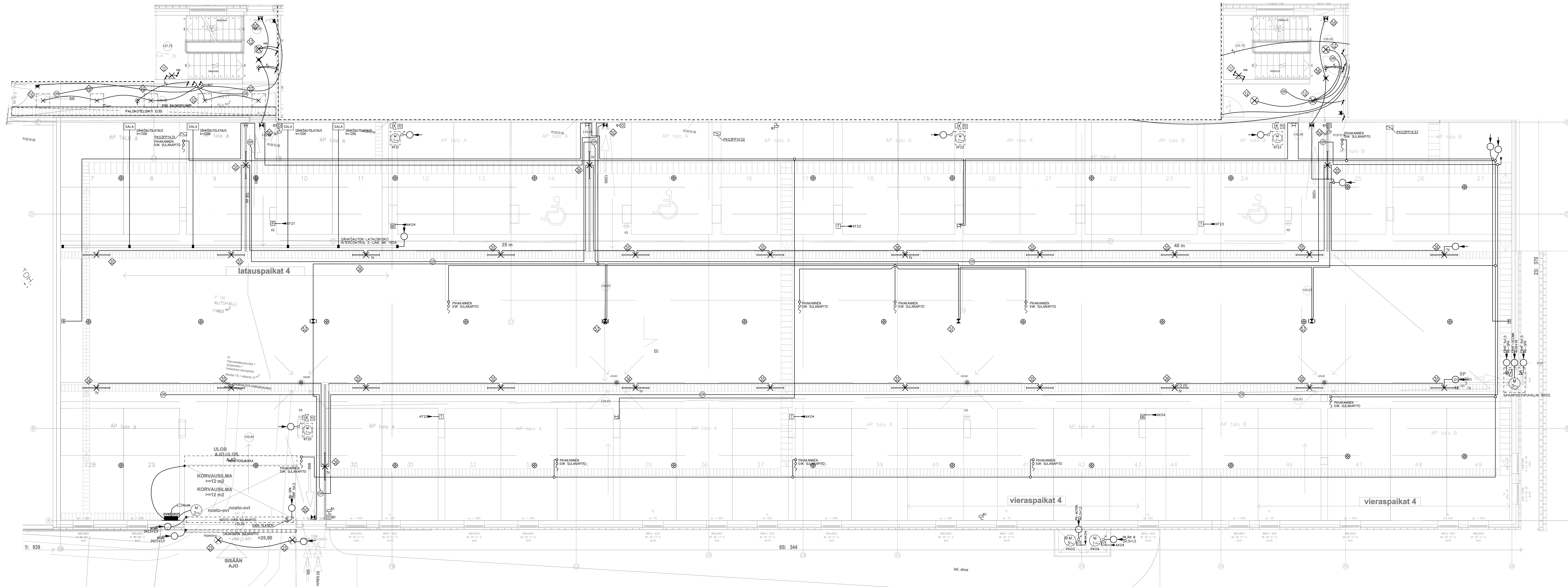


- ▲ JK/PK h=2050
 - ▲ APK h=400
 - ▲ PPK h=1800
 - ▲ KUIV. RUMPU h=1800
 - ▲ MIKROUNIVAR. h=1900
 - ▲ WC/PESUH. h=1350
 - ▲ ULKOS./PARVEKE h=1500
 - ▲ TYÖTASOT h=1400, KULMAPISTORASIA YLÄKAAPISTON ALLE
 - ▲ LIESITUULETIN h=1900
 - ▲ VARASTOT h=1700
 - LIESI h=200
 - LATTIALÄMMITYKSEN TERMOSTAATTI h=1500
KAAPELOINTI JAKOTUKILLE MMJ 4x1,5S
 - ⊗ LIESIKUVUN JA TUULOILMAN TEHOSTUSPELLIN THxxxFG10
VÄLINEN KAAPELOINTI MMJ 4x1,5S
 - ⊕ OVIPIUHELIN h=1350
 - ✱ PALOVAROITIN, KALUSTEESTA JA SEINÄSTÄ ULKOREUNAN ETÄISYYYS MIN.500
IV-TULOILMAN PÄÄTELAIITTEESTA ETÄISYYYS MIN.1000
 - HY VEDENMITTAUSJÄRJESTELMÄN HUONEISTOYKSIKÖ, ALAKATON YLÄPUOLELLA
 - ⊙ LIIKEILMAISIN KATOSSA (PINTA/UPPO)
-VARASTOT YM. TILAT ESIM. LUXOMAT PD4-M-1C tai -SLAVE
-PÖRRASKÄYTÄVÄ YM. LUXOMAT PD4-M-DALI-C tai -SLAVE
- LISÄÄ ASENNUSKORKEUKSISTA kts. SÄHKÖSELITYS
JOS SEINÄN MOLEMMILLA PUOLILLA ON RASIA, TULEE NE ASENTAA LIMIITTÄIN väh.200mm
KATSO KALUSTE- JA MÄRKÄTILAKAAVIOT
- LVI TOIMILAITTEIDEN KAAPELOINNIN SÄÄTÖKAAVIOLISSA JA PAIKANTAMISPIIRUSTUKSISSA

Koodi/tila	Kortti/tila	Tuote/tila	Visuaalinen materiaali versio
Rakennusmuoto UUDISRAKENNUS			Visuaalinen materiaali versio SÄHKÖPIIRUSTUS
Rakennusmuoto Rakennusmuoto nro p. code			Visuaalinen materiaali versio POHJAPIIRUSTUS 2.KERROS
			Mittakaava 1:50
REJLERS www.rejlers.fi	Pöytäkatu 11 B 20250 Turku, Finland Tel: +358 2 234 0055 Email: first.last@rejlers.fi	Suunnittelija SÄH XXXX-202	Työn no Pik. no Materiaali
Pvm XX.XX.2022	Sarja PETRI FREDMAN	Hvk	Pik. no



OPINNÄYTETYÖ			
Kuusiö	Kortti	Tuotteen	Visuaalinen merkintä
Rakennus	UUDISRAKENNUS	Rakennus	SÄHKÖPIIRUSTUS
Rakennus	POHJAPIIRUSTUS	KELLARIKERROS	Mittakaava 1:50
		Pöytäkirjankatu 11 B 20250 Turku, Finland Tel: +358 2 254 6655 Email: first.last@rejlers.fi	Suomalainen Työryhmä SÄH XXXX-200
Pvm	XX.XX.2022	Suunnittelija	PETRI FREDMAN
Pvm		Yhteyshenkilö	



OPINNÄYTETYÖ			
Luokka	Käyttötark.	Tuotteen	Yhteistyökumppani
UUDISRAKENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS
Yhteistyökumppani			POHJAPIIRUSTUS AUTOHALLI YK
1:50			
ZREJLERS www.rejlers.fi		Projekti SÄH XXXX-210	Maailma
Päivä	XX.XX.2022	Projekti PETRI FREDMAN	

1. Sähköteknilliset tiedot

- 1.1 Nimellisjännite 400/230 V
 1.2 Nimellisvirta 250 A
 1.3 Liittymä P _____ kVA
 1.4 Huippu p _____ kW
 1.5 Kiskosto: 1-vaih , 3-vaih , N-kisko , PE-kisko
 1.6 Ohjausjännite: 230/24 V tasavirta , vaihtovirta
 keskukselta , ohjausjännitemuuntajalta , ulkopuolelta
 1.7 Muut apujännitteet: _____

2. Rakennustiedot

- 2.1 Keskuslaaji: kenno, syvyys 600 mm , 400 mm , koteloitu , kehikko
 2.2 Kotelointiluokka: IP 20
 2.3 Asennustapa: pinnalle , upotettava , ovellinen
 Kiinnitystapa: seinälle , lattialle
 2.4 Pääkytkin: 4-napainen , 3-napainen , 2-napainen
 2.5 Keskuksen sisäiset nolla- ja vaihejohtimet samansuuruisina

3. Sijoitusta ja asennusta koskevat tiedot

- 3.1 Ryhmäjohtot liitetään: alhaalta , ylhäältä
 riviliittimiin , kojeisiin
 yli 16 mm² kaapelit kojeisiin ja pienemmät riviliittimiin
 3.2 Ohjauskaapelit liitetään: alhaalta , ylhäältä
 riviliittimiin , kojeisiin
 3.3 Syöttö: kiskotetaan , kaapeloidaan , alhaalta
 ylhäältä , Cu , Al
 3.4 Päämittaukseen toimitettavat kojeet
 Keskusvalmistaja: _____, virtamuunt. ,
 osoittavat mittarit , laskevat mittarit
 Tilaaja: _____, virtamuunt. ,
 osoittavat mittarit , laskevat mittarit
 3.5 Suurimmat mahdolliset mitat:
 korkeus 2000 mm leveys 3000 mm

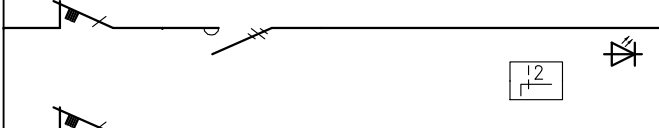
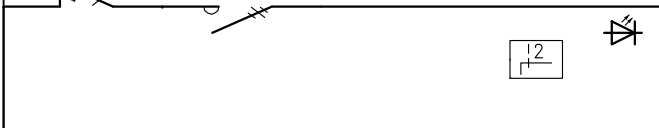
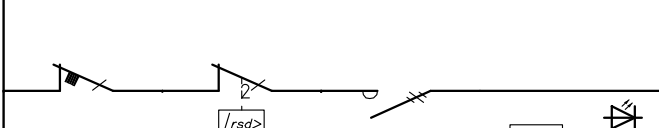
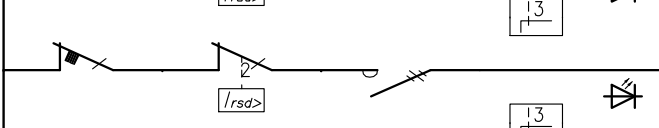
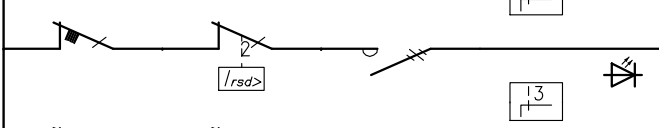
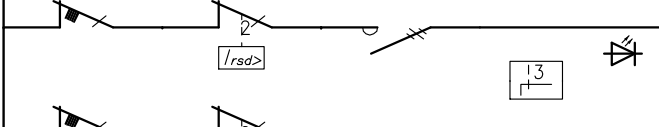
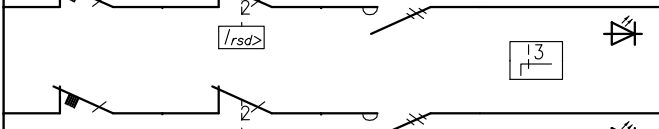
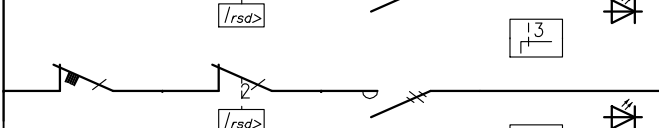
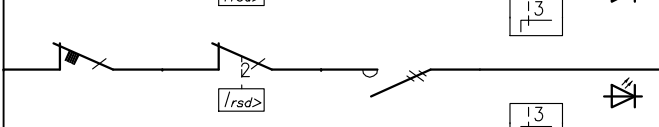
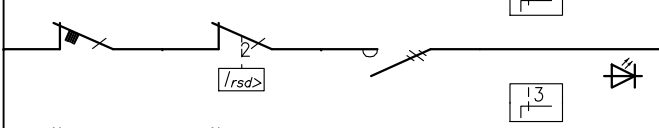
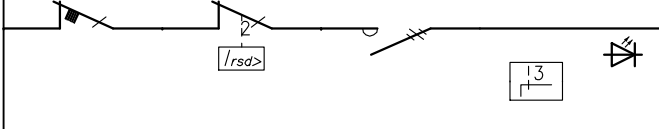

4. Lisätietoja

OPINNÄYTETYÖ

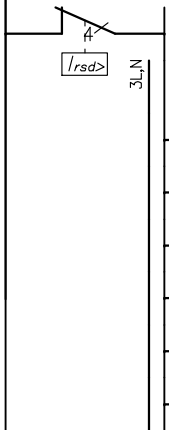
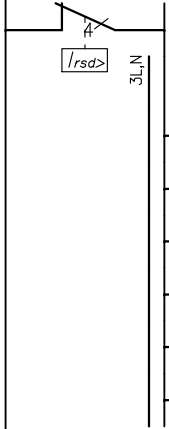
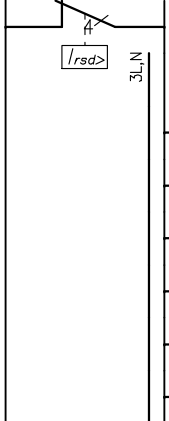
K.osa/Kylä	Kortti/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji SÄHKÖPIIRUSTUS
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö PÄÄ-/KIINTEISTÖKESKUSKAAVIO PK/KK-A Mittakaavat
 REJLERS www.rejlers.fi			Suunnitteluala Työn n:o Piir. n:o Muutos SÄH XXXX-302
Pvm	XX.XX.2022	Suunn. PETRI FREDMAN	Hyv. Piir.tiedosto

Pitkämäenkatu 11 B
 20250 Turku, Finland
 Tel: +358 2 254 6655
 Email: first.last@rejlers.fi

LIITE 4

	0-1	10	
	KERHOTILAN OVILUKITUS 0-1	10	MMJ 3x1,5S
	1-0-A	10	
	1-0-A	10	
	1-0-A	10	
	POLLARIT B-TALO 1-0-A (HÄMÄRÄK.+AIKAOHJ.)	10	MCMK 2x2,5+2,5
	POLLARIT A-TALO 1-0-A (HÄMÄRÄK.+AIKAOHJ.)	10	MCMK 2x2,5+2,5
	PIHAVALAISTUS PIHAKANSI 1-0-A (HÄMÄRÄK.+AIKAOHJ.)	10	MCMK 2x2,5+2,5
	PIHAVALAISTUS AJORAMPPI 1-0-A (HÄMÄRÄK.+AIKAOHJ.)	10	2xMCMK 2x2,5+2,5
	ULKOVALAISTUS VARAST. JA KÄYTÄVÄN SISÄÄNKÄYNTI 1-0-A (HÄMÄRÄK.+AIKAOHJ.)	10	2xMMJ 3x1,5S
	ULKOVALAISTUS ETU- JA TAKAPIHAN SISÄÄNKÄYNTI 1-0-A (HÄMÄRÄK.+AIKAOHJ.)	10	2xMMJ 3x1,5S
	NUMEROVALOT 1-0-A (HÄMÄRÄK.)	10	2xMMJ 3x1,5S

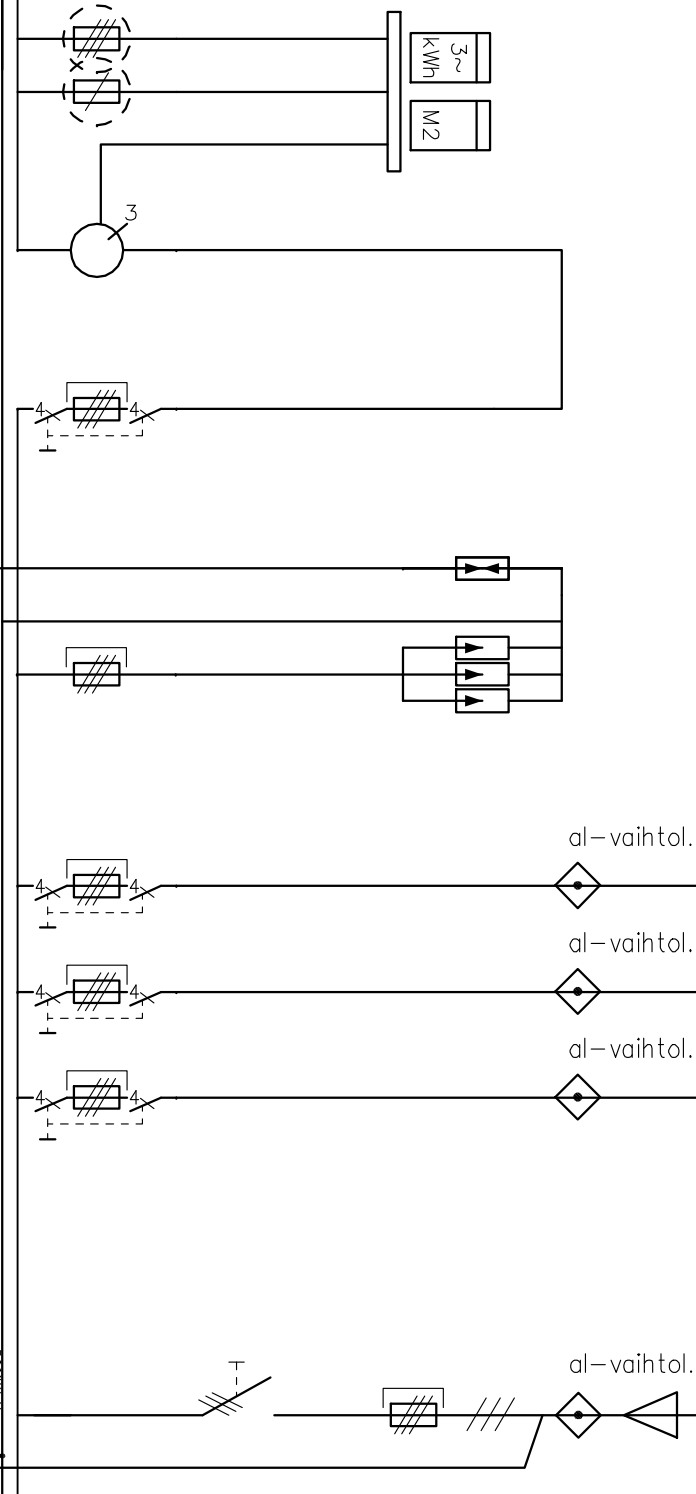
LIITE 4

					
		VALAISTUS	LVV. 1.KRS	10	MMJ 3x1,5S
		VALAISTUS	ULK.VÄL.VAR LUISKA 1.KRS	10	MMJ 3x1,5S
		VALAISTUS	SK., ULK.VÄL.VAR 1.KRS	10	MMJ 3x1,5S
		VEDENMITTAUKSEN TUKIASEMAT		10	MMJ 3x1,5S
				10	
					
		VALAISTUS	PESUH., KUIVAUSH. K.KRS	10	MMJ 3x1,5S
		VALAISTUS	ULK.VÄL.VAR, TALO.VAR, IRT.VAR K.KRS	10	MMJ 3x1,5S
		VALAISTUS	PRH 1-7.KRS	10	MMJ 3x1,5S
		VALAISTUS	PORRASKÄYT. 5-7.KRS	10	MMJ 3x1,5S
		VALAISTUS	PORRASKÄYT. 2-4.KRS	10	MMJ 3x1,5S
					
		INFO VARAUS	PRH 1.KRS	16	MMJ 3x2,5S
		HISSIKUILUVARAUS		16	MMJ 3x2,5S
				16	
				16	
				16	

LIITE 4

			16	
			16	
			16	
		SAVUNPOISTO OHJ.KESKUS SPK01	16	MMJ 3x2,5S
		ANTENNIVAHVISTIN	16	MMJ 3x2,5S
		ATK-RISTIKYTKENTÄ	16	MMJ 3x2,5S
			3x16	
			3x16	
		PESUKONE PESUTUPA	3x16	MMJ 5x2,5S
		PESUKONE PESUTUPA	3x16	MMJ 5x2,5S
		HISSIKESKUS	3x16	MMJ 5x6S
			3x25	
		RK-VSS	3x25	MMJ 5x6S
		RK-LJH A	3x25	MMJ 5x6S
		RK-KERHOTILA A	3x25	MMJ 5x10S
		RK-IVKH A	50/63	AMCMK 4x35/16Cu
		(DIN-MITTARI VARAUS)		
		LÄMPÖMÄÄRÄN MITTAUS	10/125	MMJ 3x1,5S

LIITE 4



50%äärti
50%maarti
RUNKO
2xCu 50kevi
joht.putket Cu16kevi
bet.raud. Cu16kevi
ilmast.kanava Cu25kevi
vedenm.KY Cu16
MAADOITUSKISKO
Cu16/25m maahan
Cu16/kevi ant
Cu16/kevi atk

		10/25	
	PÄÄMITTAUS	10/25	
	KIINTEISTÖKESKUS	100/125	
	esim. OBO BETTERMANN/ PS4-VA/TT+FS		
	YLIJÄNNITESUOJA	10/125	
	al-vaihtol.		
	MK-A3	100/125	AMCMK 4x95/29Cu
	al-vaihtol.		
	MK-A2	100/125	AMCMK 4x95/29Cu
	al-vaihtol.		
	MK-A1	100/125	AMCMK 4x95/29Cu
	al-vaihtol.		
	LIITTYMISKAAPELI	160/250	AXMK 4x300

1. Sähköteknilliset tiedot

- 1.1 Nimellisjännite 400/230 V
 1.2 Nimellisvirta 125 A
 1.3 Liittymä P _____ kVA
 1.4 Huippu p _____ kW
 1.5 Kiskosto: 1-vaih , 3-vaih , N-kisko , PE-kisko
 1.6 Ohjausjännite: _____ V tasavirta , vaihtovirta
 keskuksesta , ohjausjännitemuuntajalta , ulkopuolelta
 1.7 Muut apujännitteet: _____

2. Rakennustiedot

- 2.1 Keskuslaji: kenno, syvyys 400 mm , 600 mm , koteloitu , kehikko
 2.2 Kotelointiluokka: IP 20
 2.3 Asennustapa: pinnalle , upotettava , ovellinen
 Kiinnitystapa: seinälle , lattialle
 2.4 Pääkytkin: 4-napainen , 3-napainen , 2-napainen
 2.5 Keskuksen sisäiset nolla- ja vaihejohtimet samansuuruisina

3. Sijoitusta ja asennusta koskevat tiedot



























- 3.1 Ryhmäjohdot liitetään: alhaalta , ylhäältä
 riviliittimiin , kojeisiin
 yli _____ mm² kaapelit kojeisiin ja pienemmät riviliittimiin
 3.2 Ohjauskaapelit liitetään: alhaalta , ylhäältä
 riviliittimiin , kojeisiin
 3.3 Syöttö: kiskotetaan , kaapeloidaan , alhaalta
 ylhäältä , Cu , Al
 3.4 Päämittaukseen toimitettavat kojeet
 Keskusvalmistaja: _____, virtamuunt. ,
 osoittavat mittarit , laskevat mittarit
 Tilaaaja: _____, virtamuunt. ,
 osoittavat mittarit , laskevat mittarit
 3.5 Suurimmat mahdolliset mitat:
 korkeus 2000 mm leveys 1600 mm

4. Lisätietoja

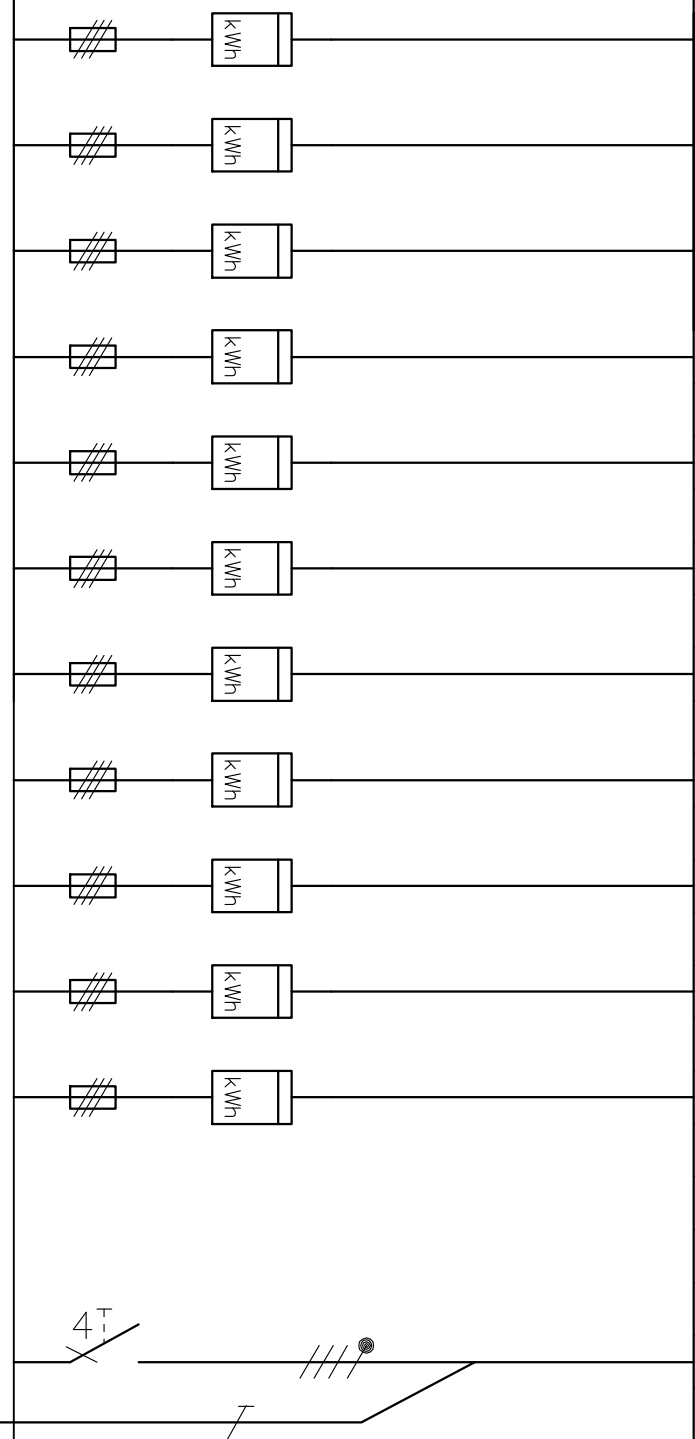
OPINNÄYTETYÖ

K.osa/Kylä	Kortti/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennustoimenpide UUDISRAKENNUS			Piirustuslaji SÄHKÖPIIRUSTUS
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö Mittakaavat MONIMITTARIKESKUSKAAVIO MK-A1
 Pitkämäenkatu 11 B 20250 Turku, Finland Tel: +358 2 254 6655 Email: first.last@rejlers.fi www.rejlers.fi			Suunnitteluala SÄH Työn n:o XXXX-304 Piir. n:o _____ Muutos _____
Pvm	XX.XX.2022	Suunn. PETRI FREDMAN	Hyv. _____ Piir.tiedosto _____

LIITE 5

			ASUNNON RYHMÄKESKUS	AS.A24	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A23	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A22	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A21	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A20	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A19	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A18	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A17	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A16	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A15	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A14	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A13	25/25	MMJ 5x6S
				AS.A12	25/25	MMJ 5x6S

LIITE 5



			AS.A11	25/25	MMJ 5x6S	
			AS.A10	25/25	MMJ 5x6S	
			AS.A9	25/25	MMJ 5x6S	
			AS.A8	25/25	MMJ 5x6S	
			AS.A7	25/25	MMJ 5x6S	
			AS.A6	25/25	MMJ 5x6S	
			AS.A5	25/25	MMJ 5x6S	
			AS.A4	25/25	MMJ 5x6S	
			AS.A3	25/25	MMJ 5x6S	
			AS.A2	25/25	MMJ 5x6S	
			ASUNNON RYHMÄKESKUS	AS.A1	25/25	MMJ 5x6S
			NOUSU PK/KK: STA		AMCMK 4x95/29	

1. Sähköteknilliset tiedot

- 1.1 Nimellisjännite 400/230 V
 1.2 Nimellisvirta 25 A
 1.3 Liittymä P _____ kVA
 1.4 Huippu p _____ kW
 1.5 Kiskosto: 1-vaih , 3-vaih , N-kisko , PE-kisko
 1.6 Ohjausjännite: _____ V tasavirta , vaihtovirta
 keskukselta , ohjausjännitemuuntajalta , ulkopuolelta
 1.7 Muut apujännitteet: _____

2. Rakennustiedot

- 2.1 Keskuslaji: kenno, syvyys 400 mm , 600 mm , koteloitu , kehikko
 2.2 Kotelointiluokka: IP 20
 2.3 Asennustapa: pinnalle , upotettava , ovellinen
 Kiinnitystapa: seinälle , lattialle
 2.4 Pääkytkin: 4-napainen , 3-napainen , 2-napainen
 2.5 Keskuksen sisäiset nolla- ja vaihejohtimet samansuuruisina

3. Sijoitusta ja asennusta koskevat tiedot

- 3.1 Ryhmäjohtot liitetään: alhaalta , ylhäältä
 riviliittimiin , kojeisiin
 yli _____ mm² kaapelit kojeisiin ja pienemmät riviliittimiin
 3.2 Ohjauskaapelit liitetään: alhaalta , ylhäältä
 riviliittimiin , kojeisiin
 3.3 Syöttö: kiskotetaan , kaapeloidaan , alhaalta
 ylhäältä , Cu , Al
 3.4 Päämittaukseen toimitettavat kojeet
 Keskusvalmistaja: _____, virtamuunt. ,
 osoittavat mittarit , laskevat mittarit
 Tilaaaja: _____, virtamuunt. ,
 osoittavat mittarit , laskevat mittarit
 3.5 Suurimmat mahdolliset mitat:
 korkeus 850 mm leveys 550 mm

4. Lisätietoja

- KESKUS ESIM. POK ITP840P–18J2V, TARVITTAVILLA LISÄKOJEILLA VARUSTETTUNA
 –VIKAVIRTASUOJAT: A–TYYPPI 30mA,25A
 –VÄRISÄVY: VALKOINEN
 –MATERIAALI: METALLI

KESKUKSIA: 72 KPL

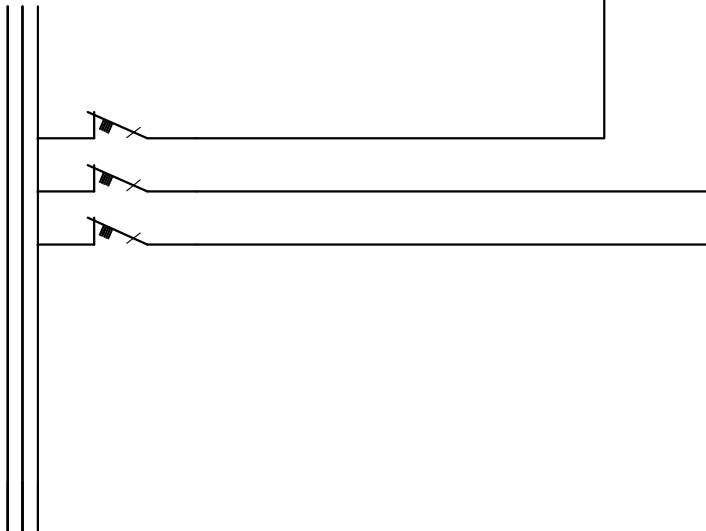
OPINNÄYTETYÖ

K.osa/Kytä	Kortti/Tila	Tontti/Rn:o	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennustoimenpide	UUDISRAKENNUS		Piirustuslaji SÄHKÖPIIRUSTUS
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö RYHMÄKESKUSKAAVIO RK-ASUNNOT
			Mittakaavat
	Pitkämäenkatu 11 B 20250 Turku, Finland Tel: +358 2 254 6655 Email: first.last@rejlers.fi	Suunnitteluala	Työn n:o
		SÄH	XXXX-404
Pvm	Suunn.	Hyv.	Muutos
XX.XX.2022	PETRI FREDMAN		Piir.tiedosto

LIITE 6

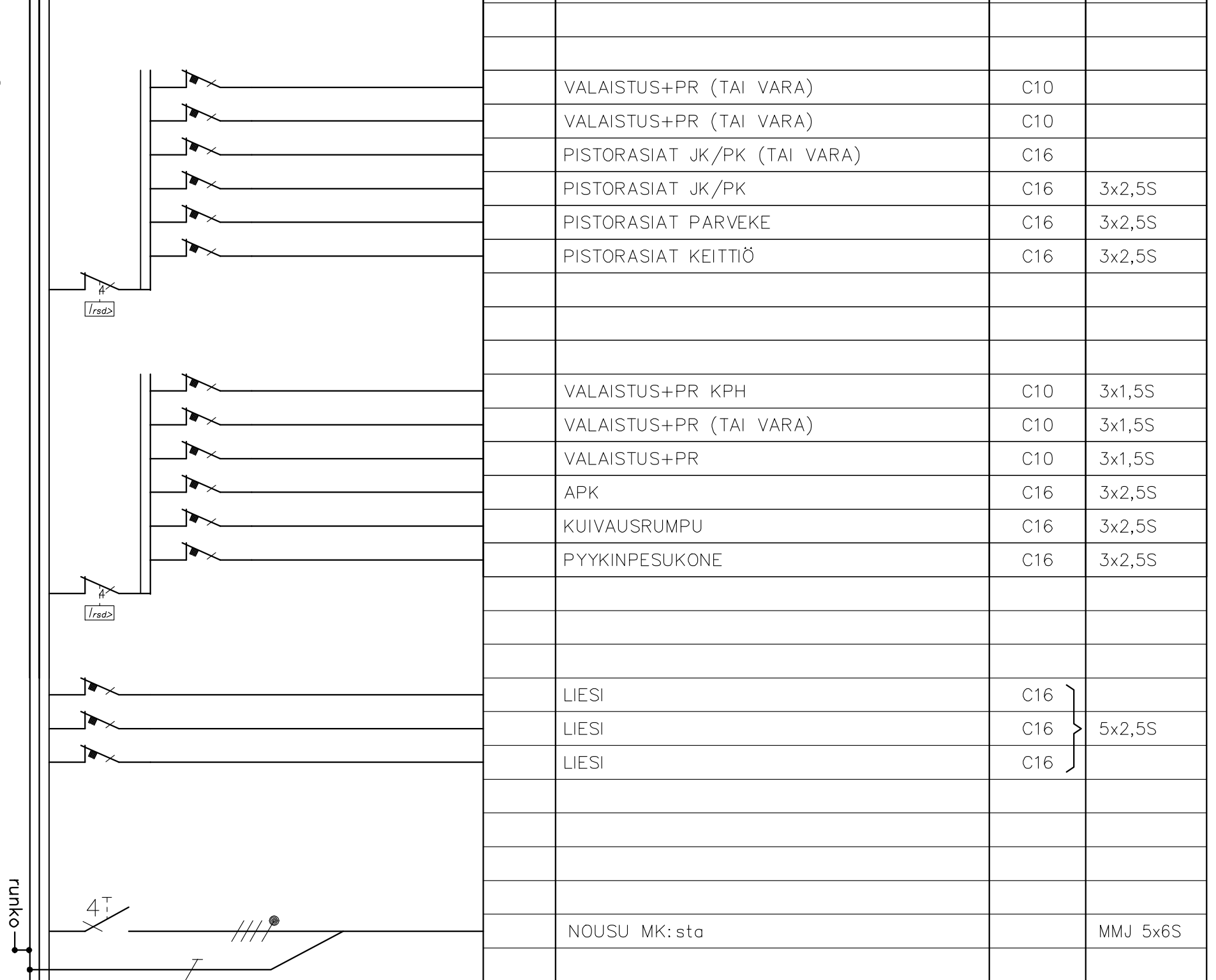


IT-OSA



	ATK-PISTORASIA KESKUKSESSA	C16	3x2,5S
		B10	
	PALOVAROITTIMET	B10	3x1,5S

LIITE 6



VALAISTUS+PR (TAI VARA)

C10

VALAISTUS+PR (TAI VARA)

C10

PISTORASIA T JK/PK (TAI VARA)

C16

PISTORASIA T JK/PK

C16

3x2,5S

PISTORASIA T PARVEKE

C16

3x2,5S

PISTORASIA T KEITTIÖ

C16

3x2,5S

VALAISTUS+PR KPH

C10

3x1,5S

VALAISTUS+PR (TAI VARA)

C10

3x1,5S

VALAISTUS+PR

C10

3x1,5S

APK

C16

3x2,5S

KUIVAUSRUMPU

C16

3x2,5S

PYYKINPESUKONE

C16

3x2,5S

LIESI

C16

LIESI

C16

5x2,5S

LIESI

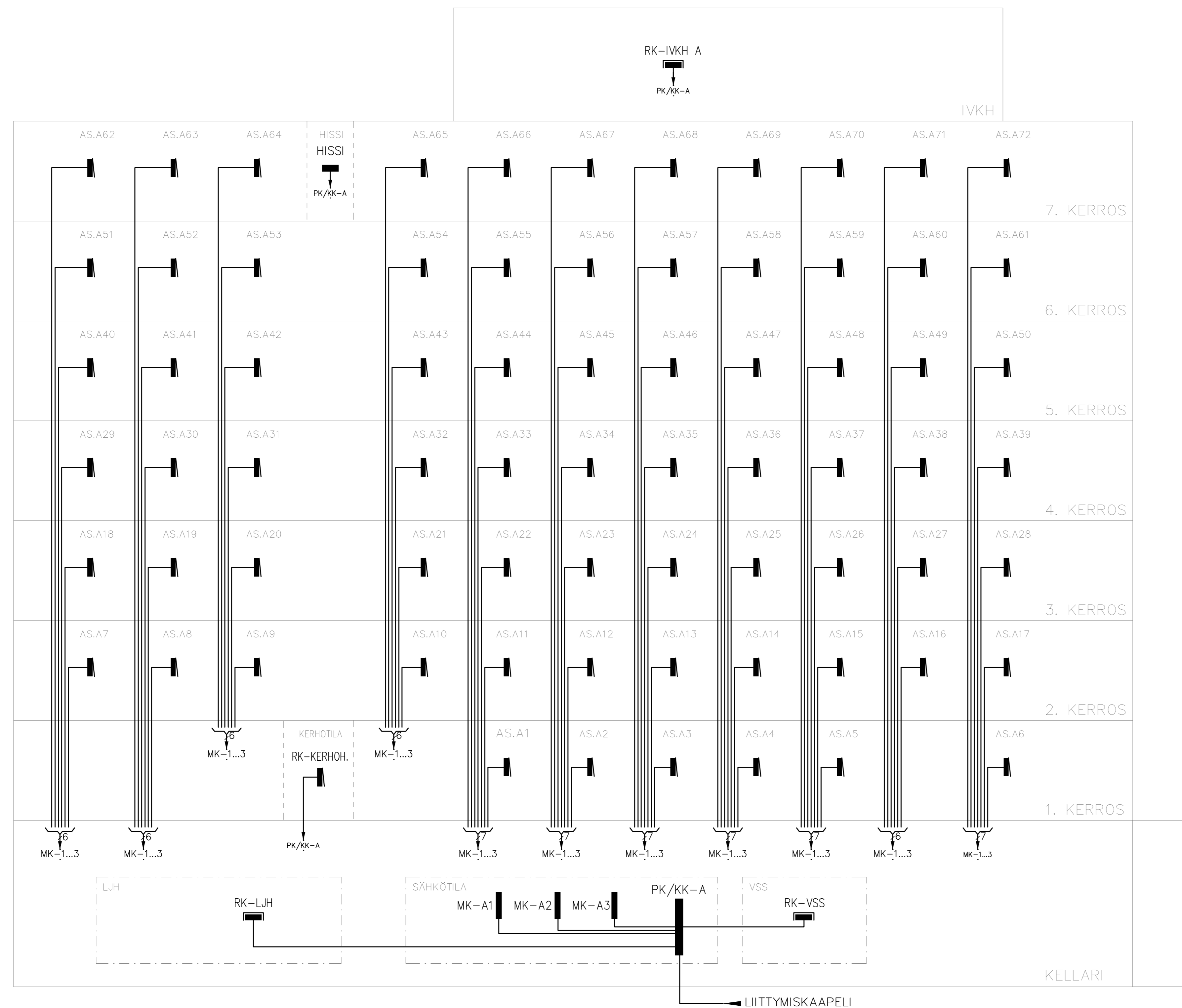
C16

runko

NOUSU MK:sta

MMJ 5x6S

MISTÄ	MIHIN	KAAPELITYYPPI
PK	MK-A1	AMCMK 4x95/29Cu
PK	MK-A2	AMCMK 4x95/29Cu
PK	MK-A3	AMCMK 4x95/29Cu
PK/KK-A	RK-LJH	MMJ 5x6S
PK/KK-A	RK-IVKH	AMCMK 4x35/16Cu
PK/KK-A	RK-VSS	MMJ 5x6S
PK/KK-A	RK-KERHOH.	MMJ 5x10S
PK/KK-A	HISSIK. A	MMJ 5x6S +Cu6 KEVI
ASUNTOJEN NOUSUT	MMJ 5x6S, 72 kpl	



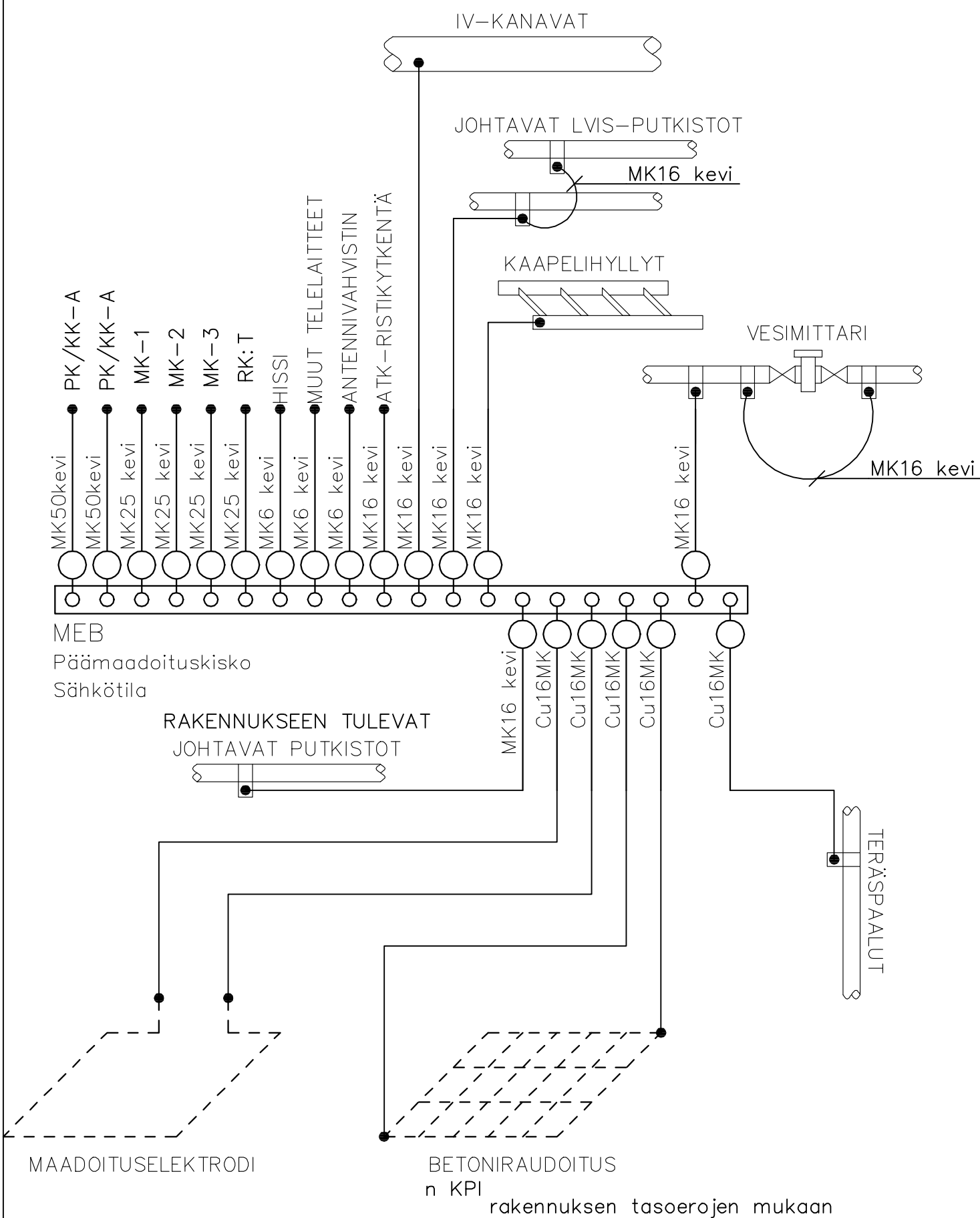
OPINNÄYTETYÖ

Koostaja	Kortti/Tila	Tuottaja	Viranomaisen merkintä/työ nro
Rakennusmerkki UUDISRAKENNUS		Finustaja SÄHKÖPIIRUSTUS	
Rakennuksen nimi ja osoite		Finustuksen sisältö NOUSUJOHTOKAAVIO	Mittakaava
		Suunnittelija SÄH XXXX-301	Työn nro Pir. nro Määrä
Pvm XX.XX.2022	Suunn. PETRI FREDMAN	Ply.	Pir. nro

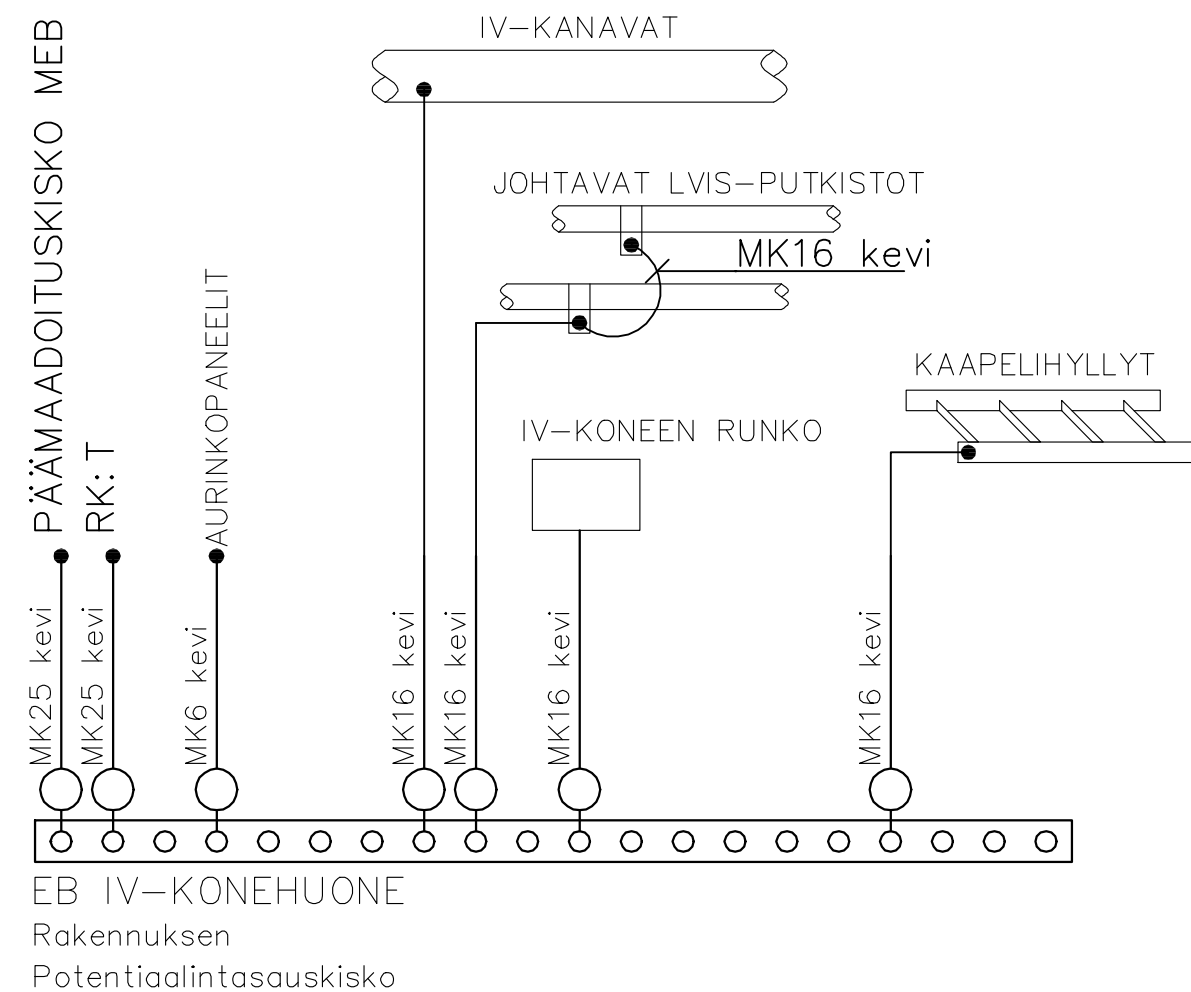
REJLERS
www.rejlers.fi

Pikkimäenkatu 11 B
20250 Turku, Finland
Tel: +358 2 254 6655
Email: first.lesi@rejlers.fi

RAKENNUKSEN PÄÄMAADOITUSKISKO
PERIAATEPIIRUSTUS



RAKENNUKSEN POTENTIAALINTASAUSSKISKO
PERIAATEPIIRUSTUS

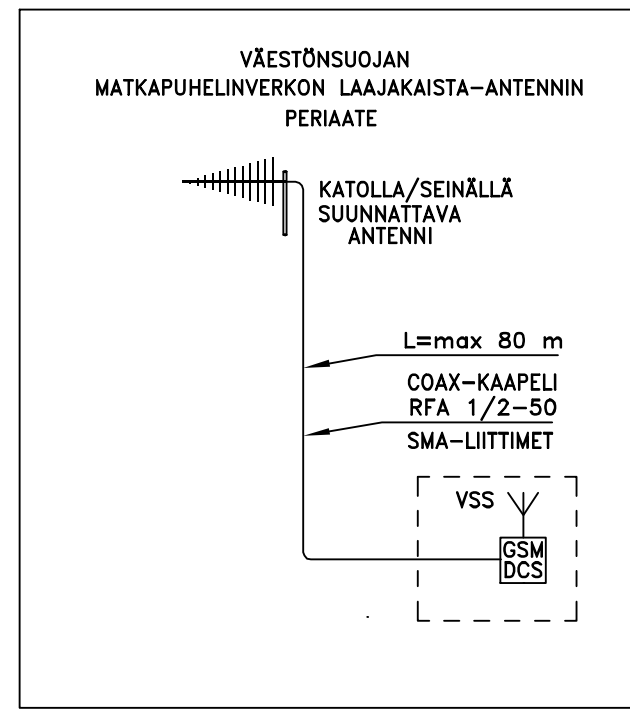


OPINNÄYTETYÖ

K.osa/Kylä	Kortti/Tila	Tontti/Rnno	Viranomaisen merkintöjä varten
Rakennuslupamenetelmä UUDISRAKENNUS			Piirustustyyppi SÄHKÖPIIRUSTUS
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö MAADOITUSKAAVIO Mittakaavat
Suunnitteluala		Työn no	Piir. no
REJLERS www.rejlers.fi		SÄH XXXX-303	
Pvm	XX.XX.2022	Suunn. PETRI FREDMAN	Hyv.
Piiiriedosto			

Pitkämäenkatu 11 B
20250 Turku, Finland
Tel: +358 2 254 6655
Email: first.last@rejlers.fi

YLEISTÄ:
 - KYTKENNÄT SUORITETAAN KAIKKIEN OHJEIDEN JA SÄÄNTÖJEN MUKAISESTI.
 - KTS. TYÖSELITYS

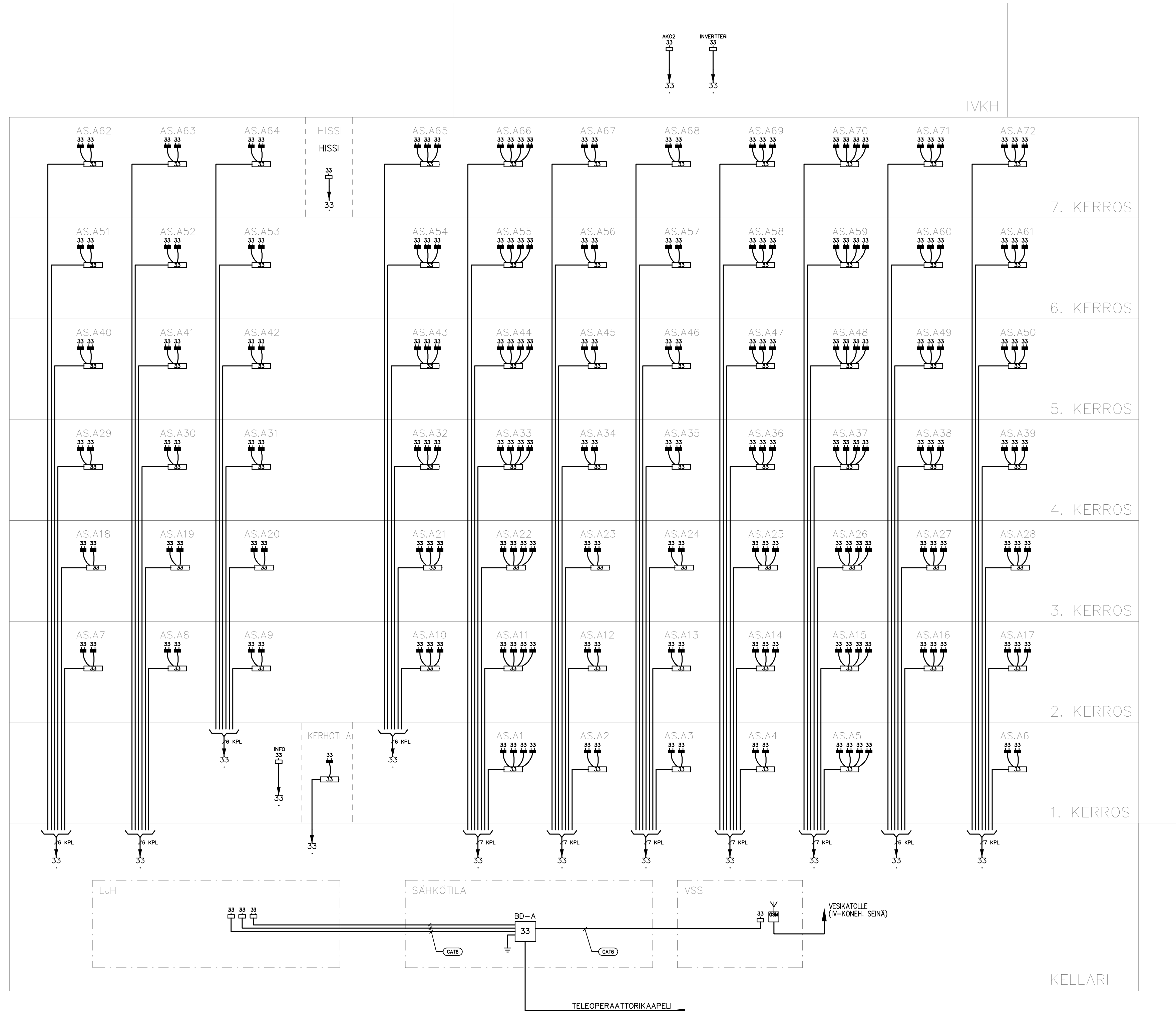
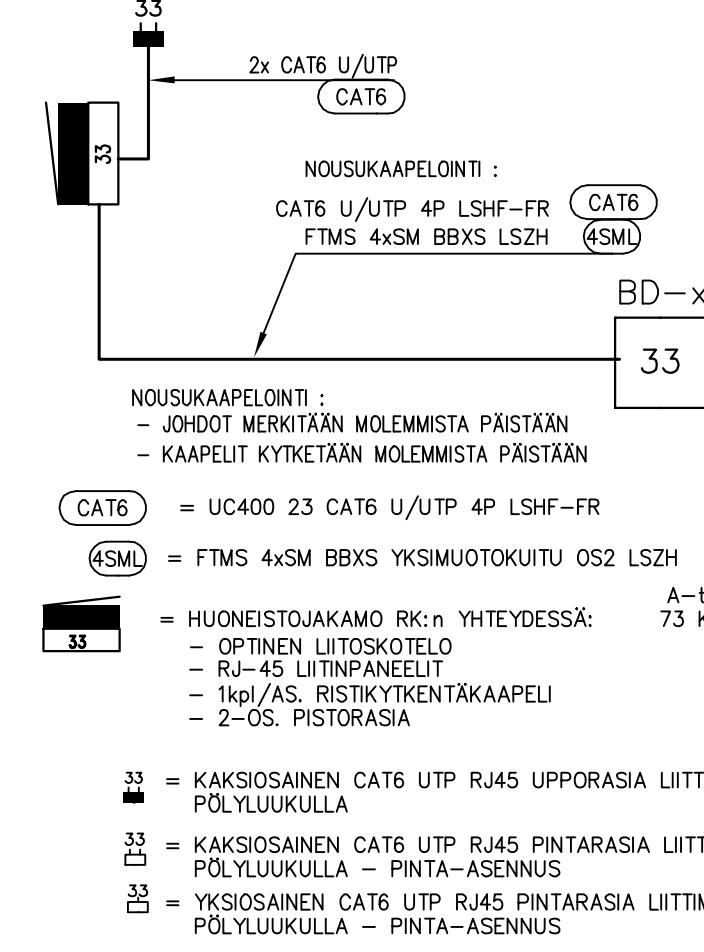


- TARVIKKEET:**
- ANTENNIKAPELOINTI: - KOAKSIAALIKAAPPELI RFA 1/2"-50 (NKDraka) Snro 0232101
 - MOLEMPIIN PÄIHIN SMA LIITTIMET
 - MASTOANTENNI YAQI ULOS: - ISKRA P-54 GSM-UMTS (Tele-Tukku Oy) - SUUNNATAAN TUKIASEMAAN
 - TARVITAAN MASTOPUTKI 50mm
 - SEINÄANTENNI VSS SISÄLLE: - CALEARO 8610069 (Tele-Tukku Oy)

YLEISKAPELOINTIVERKKO

- BD-A**
- = TALOJAKAMO BD-A
 - LAITEKAAPPI 2000x600x600 19", ABLOY-LUKOLLINEN UMPIOVI 1 KPL
 - VALOKUITUPANEELI TALOKAAPPELILLE (OPERAATTORI) 4 KPL
 - RJ45 LIITINPANEELI 24xRJ45 19" 78 KPL
 - RJ45 LIITINMODUULI CAT6 U/UTP 7 KPL
 - OPTINEN PÄÄTEPANEELI 12x LC/QUAD 19" 73 KPL
 - LC/QUAD SM LIITINADAPTERIT(APC) 292 KPL
 - LC HÄNTÄKUITU SM(APC) 4 KPL
 - LAITEHYLLY 19" 4 KPL
 - OHJAUSPANEEIT 1 KPL
 - PISTORASIANPANEELI 19" 1 KPL
 - MAADOITUSSARJA 19" 1 KPL

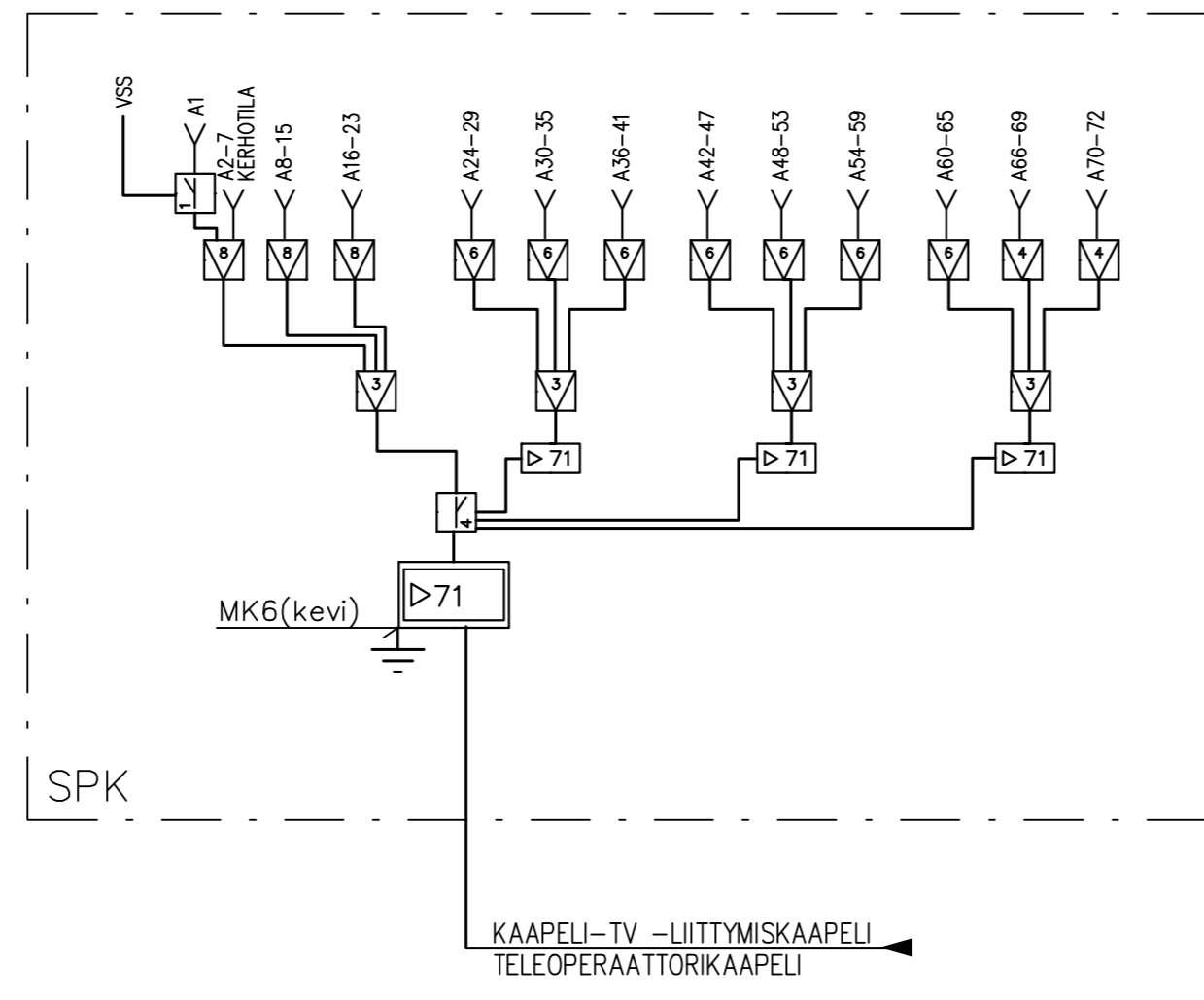
KAPELOINTI TALOJAKAMOISTA HUONEISTOIHIN



OPINNÄYTETYÖ

Koska/Yli	Kortti/Tila	Tontti/Roo	Veronumeron merkintä/vien
Rakennusnumero	UUDISRAKENNUS		Piirustaja
Rakennuksen nimi ja osoite			SÄHKÖPIIRUSTUS
			Piirustuksen sisältö
			YLEISKAPELOINTIKAAVIO
			Mittakaava
REJLERS www.rejlers.fi	Piikimäenkatu 11 B 20250 Turku, Finland Tel: +358 2 254 6655 Email: first.leski@rejlers.fi	Suunnittelija	Työn no
		SÄH XXXX-701	Proj. no
Pvm	XX.XX.2022	Suunn. PETRI FREDMAN	Hjv.
			Piir. päivä

A*) TALOVERKON TÄHTIPISTE



ANTENNIJÄRJESTELMÄ

TÄHTIPISTEEN JAOTTIMEN MAADOITUKSEEN OMA KISKO VAHVISTIMEN MEREEN ESIM. TYYPEISTÄ POIKKEAVAT KOMPONENTIT ON HYVÄKSYTTÄVÄ TYÖMAAKOKOUKSESSA, SEKÄ VASTAAJUUS ON TOODISTETTAVA JAOTTIMEN JA HAAROTTIMEN VARALÄHTÖJEN PÄITEVASTUKSET URAKOITSUJA HANKKI ANTENNIJÄRJESTELMÄN 2m 1/ov., yht. 73kpl

NOUSUKAAPELIT HAAROTTIMILLE TELLU 7 GHF, ANTENNIASIOLLE TELLU 13 VAHVISTIMET JA JAOTTIMET SÄHKÖILASSA ASUNTOJEN HAAROTTIMET HUONEISTOJENKÄMMÖSSÄ VAHVISTIMET JA TÄHTIPISTEEN JAOTTIMET MAADOITETAAN CU6 KEV-LLÄ KAAPELJEN LIITTIMINÄ KÄYTTÄVÄ KOMPRESSOITAVA EU PURISTETTAVA

A-TALO VERKON LASKENNALLINEN MAKSIMIVAIMENNUS 36dB@5MHz / 42,5dB@1000MHz (As.A1) VERKON LASKENNALLINEN MINIMIVAIMENNUS 33dB@5MHz / 38dB@1000MHz (VSS)

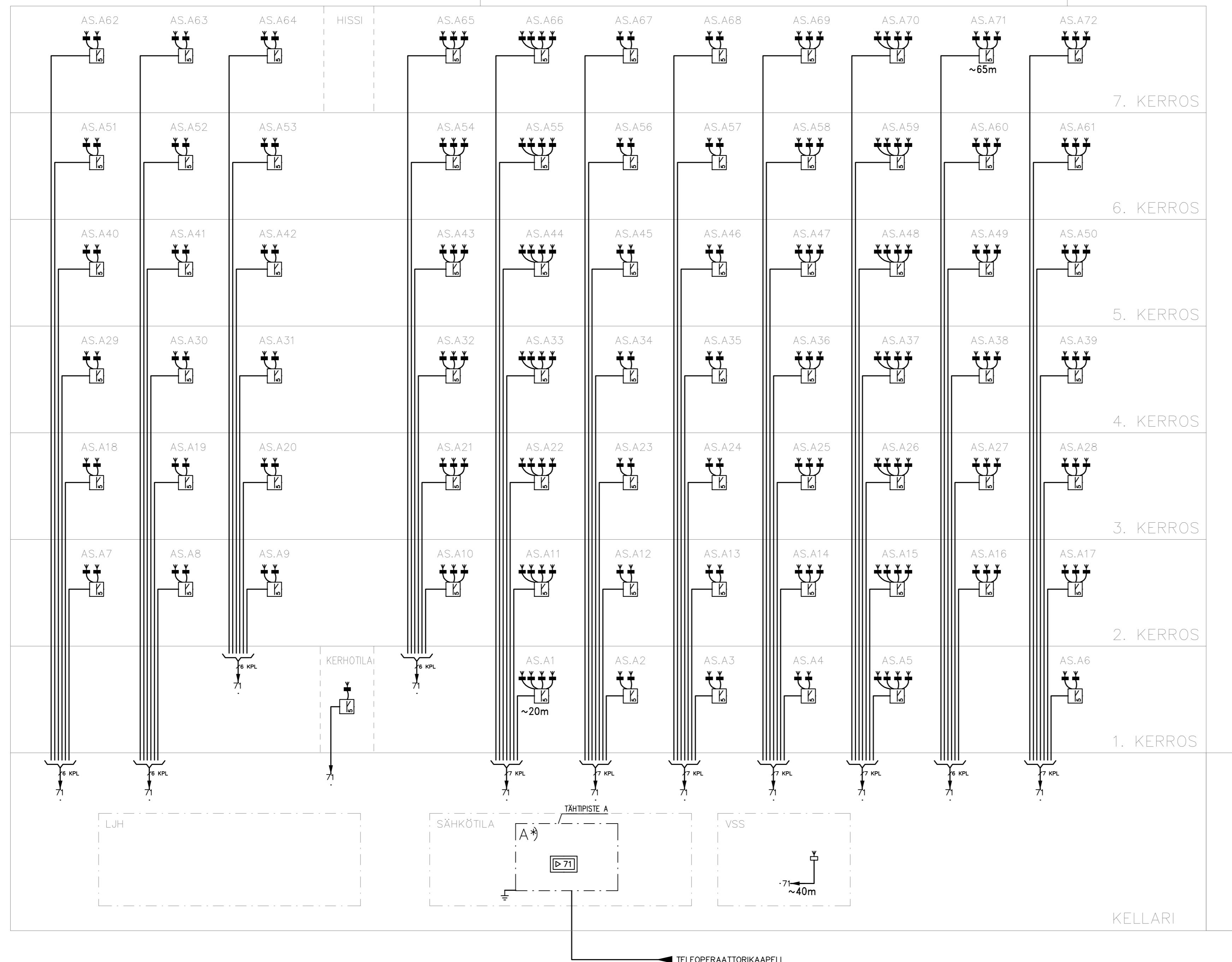
KAAPELIT

- ⑦ TELLU 7 GHF, NOUSUKAAPELOINTI, VSS - CPR-LUOKITUS TARKISTETTAVA
- ⑬ TELLU 13, HUONEISTOJEN SISÄKAAPELIT

ANTENNILAITTEET (esimerkkityypit TELESTE)

- ⑦ PÄÄANTENNIWAHVISTIN
- ⑦ ANTENNIJAKOVAHVISTIN
- ⑦ JAOTIN 3DSE2
- ⑦ JAOTIN 3DSE3
- ⑦ JAOTIN 3DSV6
- ⑦ JAOTIN 3DSV8
- ⑦ HAAROTTIN 3DMV5T
- ⑦ HAAROTTIN 3DTE112
- ⑦ HAAROTTIN 3DTV416
- ⑦ ANTENNIASIAT 1dB TWS011
- ⑦ VSS ANTENNIASIAT 1dB TWS011 + PINTA-AS. RASIA (VSS) APU202

IVKH

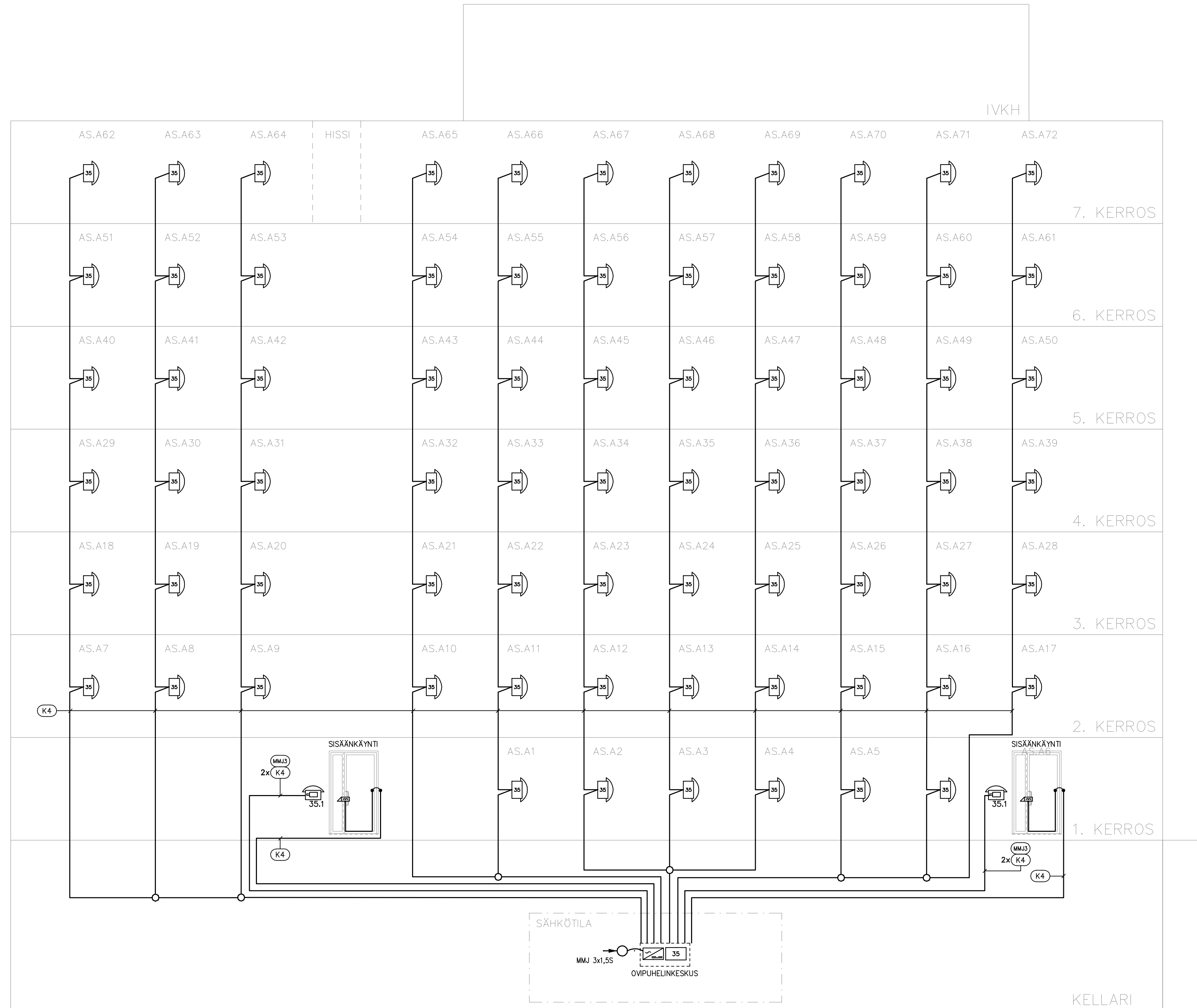


OPINNÄYTETYÖ

Koostaja	Kortti/Tila	Tuottaja	Viraston tekninen vastuu
Rakennusmerkki UUDISRAKENNUS		Finustaja SÄHKÖPIIRUSTUS	
Rakennuksen nimi ja osoite		Finustuksen sisältö ANTENNIKAAVIO	Mittakaava
		Suunnittelija Työn no. Piv. no. Muoto	
REJLERS www.rejlers.fi		Finustuksen osoite SÄH XXXX-702	
Pvm XX.XX.2022	Suunn. PETRI FREDMAN	Piv.	Piv. päivä

OVIPUHELINJÄRJESTELMÄ esim. COMELIT (TAMCENT OY)

- OVIPUHELINKESKUS**
 35 KESKUSKOTELO 1KPL
 + KESKUSYKSIKKÖ 4888C
 + VERKKOMUUNTAJAT 1595
 + OVILUKON VIRTALÄHDE
- SISÄÄNKÄYNTI**
 35.1 ULKO-OVEN OVIKOJE IKALL METAL (VANDALISMIN KESTÄVÄ) 2KPL
 - UPUTUSKOTELO 3-MOD. 3110/3
 - ASENNUSKEHYK 3-MOD. 3311/3
 - A/V-MOD. 0 PAINIK. METAL 33410M
 - VÄRI A/V-MOD. 4680C
 - DIG. NIMI/NRO MODULI 3360M
- 35 MINI-HANDSFREE 6750W 72KPL
- KAAPELOINTI**
 K4 MERKKAAMATTOMAT KAAPELIT KLM 4x0.8
 MMJ3 3x1.5S



OPINNÄYTETYÖ

Koulu	Kortti/Tila	Tontti/Roo	Veronmaksajan merkintä/vien
Rakennusmerkki	UUDISRAKENNUS		Piirustaja SÄHKÖPIIRUSTUS
Rakennuksen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö OVIPUHELINKAAVIO
			Mittakaava
REJLERS www.rejlers.fi	Piikälänkatu 11 B 20250 Turku, Finland Tel: +358 2 254 6655 Email: first.last@rejlers.fi	Suunnittelija Työn nro	Piir. nro Määrä
Pvm XX.XX.2022	Suunn. PETRI FREDMAN	Hjv.	Piir. päivä
			SÄH XXXX-703

D muutokset E muutokset F muutokset	POSITIO	VALAISIN											ASEMA											LKM YHT	MUUTOS	HUOM!
		VALAISIMEN VALMISTAJA	VALAISIMEN TYYPPI	HÄIKÄISY-SUOJA	TEHO W	LAMPPU	ASENN. TAPA	LIITÄNTÄ YKSIKKÖ	KOMPEN-SOINTI	PIHAKANSI	TALO A, KELLARI	TALO A, 1.KERROS	TALO A, 2.KERROS	TALO A, 3.KERROS	TALO A, 4.KERROS	TALO A, 5.KERROS	TALO A, 6.KERROS	TALO A, 7.KERROS	TALO A, IVKH							
	1	SYLVANIA	SYLFLAT LED 155 PYÖREÄ 12W	OP	12	LED	U	HF					9	20	20	20	20	20					129	4000K		
	2	SYLVANIA	SYLFLAT LED 205 PYÖREÄ 17W	OP	17	LED	U	HF					6	11	11	11	11	11					72	4000K, IP44		
	3	VALAISINPEILIKAAPPI	4000K			LED	S	HF					6	11	11	11	11	11					72	RU HANKKII JA ASENTAA, SU JOHD. JA KYTKEE		
	4	HIDEALITE																								
	5	HIDEALITE	LEDstrip RX IP20 24V 4000K /m	OP	12W/m	LED	KL	HF					6	11	11	11	11	11					72	4000K, +LIITÄNTÄLAITE, ART LOW PROFILI VALKOINEN		
	6	SYLVANIA	SYLFLAT LED 172 PYÖREÄ 13W	OP	13	LED	K	HF					1	3	3	3	3	3					18	4000K		
	7	NORLYS	ASKER BIG 1308 MUSTA		8,5	LED	S	HF					5	5	9	9	9	10	9				56	4000K, VÄRI: MUSTA		
	8																									
	9																									
	10	GLAMOX	C35-R600x600 2200	OP	18	LED	U	HF					9	13	8	8	8	8	8	8			70	4000K		
	11	GLAMOX	A70-S290 LED 1200 HF 840 WH SEN	OP	11	LED	S	PIR											1				1	4000K, LIIKETUNNISTIN		
	12	GLAMOX	070-S290 LED 1200 HF 840 WH	OP	11	LED	K	HF					2										2	4000K		
	13	GLAMOX	A70-S410 LED 1800 HF 840 WH	OP	16	LED	S	PIR					1	1	1	1	1	1	1	1			8	4000K, LIIKETUNNISTIN		
	14	ENSTO	JONO AVR66.110L 10W/840	OP	10	LED	S	HF					1										1	4000K, IP44		
	15	SYLVANIA	SYLFLAT LED 155 PYÖREÄ 12W	OP	12	LED	U	HF					7										7	4000K, IP44		
	16	ENSTO	AHV 11.2	PR	7 E27	LED	S						2										2	2700K		
	17	ENSTO	AVR320.1144/DW LED 14W/840 PIR	OP	14	LED	K	PIR					2										2	4000K, IP44, KORISTERENGAS AVL45		
	18	ENSTO	MONIX SLIM AMSL12045 39W/840	OP	39	LED	RK/K	HF					33	12									45	4000K, IP44		
	19	ENSTO	MONIX SLIM AMSL120 54W/840	OP	54	LED	RK/K	HF					8								9		17	4000K, IP44		
	20	ENSTO	MONIX SLIM AMSL150 65W/840	OP	65	LED	RK/K	HF					1										1	4000K, IP44		
	21	ENSTO	MONIX SLIM AMSLR15055 48W/840 PIR	OP	48	LED	RK/K	PIR					1										1	4000K, IP44		
	22	ENSTO	MONIX SLIM AMSLR12045 39W/840 PIR	OP	39	LED	RK/K	PIR					1										1	4000K, IP44		
	23	GLAMOX	A70-S410 LED 1800 HF 840 WH	OP	16	LED	S	PIR					3										3	4000K, LIIKETUNNISTIN		
	24	SG ARMATUREN	FRAME SQUARE 520LM 4000K	OP	6	LED	K	HF					1										1	4000K, VÄRI: MUSTA		
	25	SG ARMATUREN	FRAME ROUND 670LM 4000K	OP	7	LED	K	HF					3										3	4000K, VÄRI: MUSTA		
	26	SG ARMATUREN	FRAME SQUARE 520LM 4000K	OP	6	LED	S	HF					1										1	4000K, IP44, NUMEROTARRA		
	27	SG ARMATUREN	FRAME SQUARE WALL 300LM 4000K	OP	7	LED	S	HF					2										2	4000K, VÄRI: MUSTA		
	28	SG ARMATUREN	DISC 290 2110LM 4000K DALI	OP	17	LED	K	DALI																4000K, VÄRI: VALKOINEN, DALI		
	29	SG ARMATUREN	DISC 290 2110LM 4000K DALI	OP	17	LED	K	RAD																4000K, RADAR		
	30																									
	35	GLAMOX	i40-1500 LED 5500 HF 840 TW PC	OP	38	LED	RK	HF																4000K, IP44		
	36	GLAMOX	i40-1500 LED 5500 HF E1/S 840 TW PC	OP	38	LED	RK	HF																4000K, IP44, TURVAVALOYKSIKKÖ 1h		
	40.1	GLAMOX	055-250 LED 3500 HF 840 WBA BLACK		35	LED	P	HF					2	1									3	4000K } ASENNUS SAMAAIN PÄLÄÄSEEN, VÄRI: MUSTA		
	40.2	GLAMOX	055-250 LED 3500 HF 840 MBA BLACK		35	LED	P	HF					2	1									3	4000K } MALUSTOON KUULUVA 4M PÄLÄÄS, BET.JALUSTA		
	41	NORLYS	NAMSOS 1931 MUSTA		9,6	LED	POL	HF					5	6									11	4000K, VÄRI: MUSTA, VALUKIINNIKE		
	42	GLAMOX	055-250 LED 3500 HF 840 MBA BLACK		35	LED	P	HF					2	2									4	4000K, 4M PÄLÄÄS, VÄRI: MUSTA, KIINNITYSLAIPPA		
	43	SG ARMATUREN	PLACE 2510LM 4000K MUSTA		28	LED	P	HF					2										2	4000K, 4M PÄLÄÄS, VÄRI: MUSTA, KIINNITYSLAIPPA		
	50	TEKNOWARE	OPAS80			LED	S																	ESCAP, 20M ALAS		
	51	TEKNOWARE	OPAS80			LED	K																	ESCAP, 20M ALAS		
	52	TEKNOWARE	OPAS80			LED	K																	ESCAP, 20M 2-PUOL		
	53	TEKNOWARE	OPAS80			LED	K																	ESCAP, 20M 2-PUOL		
	54	TEKNOWARE	OPAS80			LED	S																	ESCAP, 20M VASEN		
	55	TEKNOWARE	TURVAVALAISIN ZONESPOT II LOWBAY			LED	U																	ESCAP		
	56	TEKNOWARE	TURVAVALAISIN ZONESPOT II LOWBAY			LED	K																	ESCAP		

HÄIKÄISYSUOJAMERKINNÄT	ASENNUSMERKINNÄT	LAMPPUTYYPIT
RR = RUUTURITILÄ	K = KATTOASENNUS	L = LOISTELAMPPU
LA = POIKKILAMELLIIRITILÄ	S = SEINÄASENNUS	PL = PIENOISLOISTELAMPPU
TR = TAITTORITILÄ	V = VAJERIAASENNUS	H = HIMMEÄ HEHKULAMPPU
PM = PRISMAMUOVI	U = UPPOASENNUS	KL = KOMPAKTI LOISTELAMPPU
PR = PUURITILÄ	R = ASENNUS RASJAAN	KD = KÖHDELAMPPU / ASTETTA
OPM = OPAALIMUOVI	RK = RIIPUSTUSKISKOASENNUS	KPP = KIRKAS PÄÄPEILILAMPPU
OPL = OPAALIASI	KK = KOSKETINKISKOASENNUS	HPP = HIMMEÄ PÄÄPEILILAMPPU
M = MUOVI	RP = RIIPUSTUSPUTKIASENNUS	HALO = HALOGEENILAMPPU
L = LASI	RKA = RIIPUSTUSKETJUASENNUS	HGL = ELOHOPEALAMPPU
KR = KÄSETTIRITILÄ	Y = YHDISTELMÄASENNUS	SPNA = SUURPAINENATRIUMLAMPPU
REK = RENGASRITILÄ	KL = KALUSTOASENNUS	PPNA = PIENPAINENATRIUMLAMPPU
PKB = POLYKARBONAATTI	P = ASENNUS PÄLÄÄSEEN	HGSL = SEKAVALOLAMPPU
NR = NELIÖRITILÄ	PR = PORRASJOHTOKOURUASENNUS	MM = MONIMETALLILAMPPU
E = ERIKOISRITILÄ	VPR = LIITOS VALAISINPISTORASIAAN	12HL = 12 V HALOGEENILAMPPU
	E = ERIKOISASENNUS	E = ERIKOISLAMPPU

VÄESTÖNSUOJAAN ASENNETTAVAT VALAISIMET VARUSTETTAVA TÄRINÄNVAIMENNUSKUMEILLA

VALAISIMILLA 5 VUODEN TAKUU

OPINNÄYTETYÖ

Kosa/KyÄ	Kortti/Tila	Tontti/Tozo	Viranomaisen merkintä varten
Rakennusohjelmaja UUDISRAKENNUS			Piirustustilaja SÄHKÖPIIRUSTUS
Rakennuskohteen nimi ja osoite			Piirustuksen sisältö VALAISINLUETTELO
Suunnitteluala		Työn nro	Piir. nro
SÄH		XXXX-501	
Pvm	Suunn.	Hyv.	Piir.tiedosto
XX.XX.2022	PETRI FREDMAN		

Pitkämäenkatu 11 B
20250 Turku, Finland
Tel: +358 2 254 6655
Email: first.last@rejlers.fi

LIITE 13

N:O	KPL	KOJE	VALMISTAJA / TYYPPI	SIJOITUS	TEHO / kW	KESKUS	RYHMÄJOHTO	HANKKII	HUOM.
		LIESITASO		ASUNNOT		AS.RK	5x2,5s	RU	LIITOSJOHDOT SU
		KALUSTEUUNI		ASUNNOT		AS.RK	3x2,5s	RU	LIITOSJOHDOT SU
		APK		ASUNNOT		AS.RK	3x2,5s	RU	
		JK/PK		ASUNNOT		AS.RK	3x2,5s	RU	
	1	KIUAS	HARVIA CLUB K11G 11,0kW STEEL	YHTEISSAUNA	11	RK-KERHOTILA	5x2,5s	RU	LIITOSJOHDOT SU
	1	KIUKAAN OHJAUSKESKUS	HARVIA CX170	YHTEISSAUNA		RK-KERHOTILA	5x2,5s	RU	LIITOSJOHDOT SU
	99	PALOVAROITIN	esim. FSM EI141	AS., KÄYT., VAR. YM.		AS.RK+KK	4x1,5s	SU	
	5	PALOVAROITIN	esim. FSM EI144	KUIV., LJH, IVKH		KK	4x1,5s	SU	
	1	RÄTTIPATTERI	PURMO NILA R	SK.		KK	3x2,5s	SU	
	1	PESUKONE		PESUTUPA		KK	5x2,5s	RU	LIITOSJOHDOT SU
	1	KUIVAUSRUMPU		PESUTUPA		KK	5x2,5s	RU	LIITOSJOHDOT SU
	1	LATTIALÄMM. KAAPELI	esim. TASSU-S700	YHTEISSAUNA	0,7	RK KERHOT.	3x1,5s	SU	ASENNUSVÄLI n15cm
	1	LATTIALÄMM.TERMOST.	esim. ENSTO EC016BT					SU	RAJOITETAAN 29 °C: EEN

OPINNÄYTETYÖ

Kosa/Kylä	Kortti/Tila	Tontti/Ptco	Viranomaisen merkintä varten
Rakennuslomake UUDISRAKENNUS	Piirustaja SÄHKÖPIIRUSTUS		
Rakennuskohteen nimi ja osoite	Piirustuksen sisältö		Mittakaavat
	KOJELUETTELO		
REJLERS www.rejlers.fi	Pitkämäenkatu 11 B 20250 Turku, Finland Tel: +358 2 254 6655 Email: first.last@rejlers.fi	Suunniteluala	Työn nro
		SÄH	XXXX-502
Pvm	Suunn.	Hyv.	Piir.tedosto
XX.XX.2022	PETRI FREDMAN		