



Kiinteistön rakennuksien sähkösuunnittelu laajennuksen yhteydessä

Viljami Haapaniemi

Opinnäytetyö, AMK

Syyskuu 2022

Tekniikan ala

Insinööri (AMK) Sähkö- ja automaation tutkinto-ohjelma

Viljami Haapaniemi

Kiinteistön rakennuksien sähkösuunnittelu laajennuksen yhteydessä

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Syyskuu 2022, 68 sivua sisältäen 19 sivua liitteitä.

Tekniikan ala, Sähkö- ja automaatioinsinöörin tutkinto-ohjelma, Opinnäytetyö, AMK

Julkaisun kieli: Suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: Kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa kiinteistöllä sijaitsevien rakennusten sähköasennuksien kartoitus ja dokumentointi, eri taloautomaatio järjestelmien vertailu ja hankita kustannuksien selvitys, sekä sähkösuunnittelun toteuttaminen päärakennukseen tulevaan laajennukseen ja sen viereen rakennettavaan kotasaunaan.

Suunnitteluun kuului keskeisten suunnitteludokumenttien luonti. Suunnitteludokumentteihin kuuluu johdotuspiirustukset, valaisin- ja laiteluettelot, keskuskaaviot, paloilmoinnipiirustukset ja heikkovirtajärjestelmän piirustukset. Kuvien perusteella toimeksiantaja pääsi toteuttamaan laajennuksensa sähköasennukset.

Opinnäytetyön suunnittelutyökaluna oli CADMATIC 2021Draw -ohjelma. Sähkölaskentojen apuna käytettiin SFS standardien ja ST-kortiston tarjoamia laskentakaavoja. Vanhojen sähköasennuksien kartoituksessa ja dokumentoinnissa selvitykset tehtiin paikan päällä.

Opinnäytetyön lopputuloksena saatiin alan standardeja ja lakeja vastaava sähkösuunnitelma, johon sisältyi kotiautomaatio järjestelmien vertailu. Vanhojen sähköasennuksien dokumentointi ja kartoitus onnistui hyvin ja lopputuloksena saatiin kattava ymmärrys kiinteistöllä olevien sähköasennuksien kunnosta ja kytkennöistä. Kotiautomaatiojärjestelmän vertailu onnistui hyvin ja vastasi toimeksiantajan vaatimuksiin ja kysymyksiin. Toimeksiantaja oli tyytyväinen suunnittelun lopputulokseen.

Avainsanat (asiasanat)

Sähkösuunnittelu, laajennus, kotiautomaatio, kiinteistö

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Viljami Haapaniemi

Electrical design of detached house

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, September 2022, 68 pages including 19 appendixes.

Engineering and technology, Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Bachelor's thesis

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The purpose of this thesis was to carry out the investigation and documentation of electrical installations in buildings located on the property, comparison of various house automation systems and to obtain delivery costs, and the implementation of electrical design for the extension to the main building and for the hut sauna, which comes next to the main building. The electrical design involved the creation of key design documentaries. Design documents include wiring drawings, lighting and equipment lists, electrical central drawings, fire detector drawings, grounding diagram and low-current system drawings. With the pictures, the customer was able to carry out the electrical installations of his extension.

The design tool used in thesis was the CADMATIC 2021Draw program. The calculation formulas used in thesis was provided by SFS standards and the ST-card library. Calculation formulas were needed in electrical calculations. The investigation of the old electrical installations was done out on the site and documented.

As a result of the thesis was electrical plan corresponding to industry standards and laws, and good comparison of different home automation systems. Documentation and investigation of the old electrical installations was successful and as a result there is comprehensive understanding of the condition of electrical installations. The comparison between different home automation systems were successful and answered the customers' requirements and questions. The customer was satisfied with the outcome of the electrical design.

Keywords/tags (subjects)

Electrical plan, detached house, home automation

Miscellaneous (Confidential information)

Sisällysluettelo

1	Johdanto	6
1.1	Opinnäytetyön tavoitteet, tausta ja kohde.....	6
2	Sähkösuunnittelun tietoperusta.....	8
2.1	Tutkimusmateriaali	8
2.2	Kaavat ja mitoittaminen.....	11
3	Projektin eteneminen	17
3.1	Viikko 1	17
3.2	Viikko 2	18
3.3	Viikko 3	25
3.4	Viikko 4	37
3.5	Viikko 5	41
4	Pohdinta ja johtopäätökset.....	45
	Lähteet	47
	Liitteet	51
	Liite 1. Päärakennus heikkovirtapiirros.....	51
	Liite 2. Päärakennus lattialämmitys	52
	Liite 3. Päärakennus palovaroittimet	53
	Liite 4. Päärakennus taso- ja johdotuskuva	54
	Liite 5. Päärakennus ullakko taso- ja johdotuskuva	55
	Liite 6. Päärakennus ullakko palovaroittimet	56
	Liite 7. Päärakennus ullakko taso- ja johdotuskuva	57
	Liite 8. Saunakota taso- ja johdotuskuva	58
	Liite 9. Tasokuva vanha sauna ja jätepumppaamo sähköistyksen dokumentointi	59
	Liite 10. Tasokuva autotalli sähköistyksen dokumentointi	60
	Liite 11. Tasokuva sivurakennus sähköistyksen dokumentointi	61
	Liite 12. Maadoitskaavio	62
	Liite 13. Keskuskaavio kotasauna ryhmäkeskus 3.....	63
	Liite 14. Keskuskaavio sivurakennus ryhmäkeskus 2, dokumentointi	64
	Liite 15. Keskuskaavio päärakennus ryhmäkeskus 1.....	65
	Liite 16. Valaisinluettelo.....	67
	Liite 17. Laiteluettelo.....	68
	Liite 18. Salamaniskujen tiheys (Ilmatieteenlaitos 2022)	69
	Liite 19. IoT vertailu.....	70

Liite 20. Kiinteistön muiden rakennuksien huipputehot	71
---	----

Kuviot

Kuvio 1. ST 53.21 kortissa oleva maadoituksen periaatteellisuuskuva	51
Kuvio 2. Pohjakuva päärakennuksesta	26
Kuvio 3. Nousujohtokaavio	30
Kuvio 4. B- ja C-typin johdonsuojakatkaisijoiden laukaisukäyrät.	36
Kuvio 5. Sähkönumeroiden toimintaprosessi tuotetietovirtojen suhteen.	40

Taulukot

Taulukko 1. Standardisointi järjestöt maailmalla.....	51
Taulukko 2. Sähköryhmien mallinus Excelissä	28
Taulukko 3. Ympäristökertoimen arvot	34

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet, tausta ja kohde

Opinnäytetyön toimeksiantona oli toteuttaa sähkösuunnittelu päärakennuksen laajennusosaan ja uuteen kotasaunaan, dokumentoida kiinteistöllä sijaitsevien rakennuksien vanhat sähköasennukset, sekä suorittaa vertailu eri taloautomaatio järjestelmistä Sastamalassa sijaitsevan kiinteistön rakennuksiin laajennuksen yhteydessä. Toimeksiantajana toimi yksityinen henkilö. Toimeksiantajalla oli tarve toteuttaa laajennus alkuperäiseen päärakennukseensa, minkä johdosta syntyi tarve sähkösuunnittelulle. Laajennuksen yhteydessä toimeksiantaja halusi myös kartoittaa muiden rakennusten vanhojen sähköasennuksien tilan mahdollista sähköasennuksien uudistusprojektia varten ja dokumentoida vanhat sähköasennukset, jos uudistustarvetta ei ole. Päärakennuksen sähköjärjestelmän päivittämisen tarkoituksena oli tuoda sähköasennukset nykyaikaisten standardien ja lakien mukaisiksi, sekä samalla parantaa käyttäjien turvallisuutta.

Vanha jakelujärjestelmä on tyypiltään TN-C-S, mikä on tarkoitus muuttaa TN-S järjestelmäksi lisäämällä maadoitusjärjestelmä kiinteistölle. Toimeksiantajalla oli myös tarve selvittää taloautomaatiota varten erilaisia ratkaisuita, ja näiden toimituskustannuksia. Taloautomaation pääasiallinen tarve tulee jäteveden pumppaamosta, jonka hälytysvalo sijaitsee pumppaamossa kiinteistön reunalla. Hälytysvalon palamista ei voida havaita päärakennuksesta, joten pumppaamossa olevaa mahdollista vikaa ei voi havaita, ellei käy säännöllisesti tarkistamassa, että pumppaamo toimii oikein. Pumppaamon lopettaessa toiminnan ei jätevettä pumpata lainkaan kunnan jäteverkkoon ja tällöin voi säiliö tulvia yli niin säiliöstä, kuin rakennuksen jätevesiviemäreistä. Opinnäytetyön tavoitteena on luoda tarvittavat suunnittelukuvat päärakennuksen ja kotasaunan sähköasennuksia varten, sekä kiinteistöllä sijaitsevien muiden rakennusten sähköasennuksien dokumentaatiota varten tarvittavat kuvat. Dokumentaatio kuvien tekemisessä käytetään CADMATIC Electrical -ohjelmaa. Seuraavassa luettelossa on listattuna tarvittavat dokumentit.

- Taso- ja johdotuskuvat ja dokumentaatio vanhoista sähköasennuksista
- Heikkovirtakuvat
- Palovaroitinkuvat
- Maadoituskaavio
- Keskuskaaviot
- Laiteluettelo
- Valaisinluettelo

Kohde

Kiinteistön alueella sijaitsee viisi erillistä rakennusta ja jäteveden pumppaamo. Kiinteistön rakennuksiin lukeutuvat pää- ja sivurakennus, jotka on rakennettu 1920–1930-luvulla ja ovat hirsirakenteisia, autotalli on 2000-luvulla rakennettu ja sijaitsee sivurakennuksen takana, saunarakennus on etelä rinteessä päärakennuksen alapuolella, jäteveden pumppaamo on rakennettu 2000-luvulla ja sijaitsee saunan alapuolella etelä rinteessä maan alla, sekä vanha suuli, joka sijaitsee kiinteistön itäisellä reunalla. Ensisijaisesti rakennuksia syöttää päärakennuksessa sijaitseva vanha ryhmäkeskus, jonka ryhmien vikasuojaus on toteutettu vanhoilla gG tulppasulakkeilla. Kiinteistölle on 2010-luvulla asennettu uusi pääkeskus ja samalla tuotu 3-vaiheinen syöttö pääkeskukseen. Pääkeskukseen kautta tulee autotallin ja jätepumppaamon syöttökaapelit. Päärakennukseen tulee n. 60 m² laajennus. Päärakennuksen viereen länsirinteelle rakennutetaan uusi kotasauna, jonka viereen on tarkoitus tulla pore- tai uima-allas.

Raportointi ja tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyön raportointi on toteutettu päiväkirjamallisesti. Päiväkirjamainen opinnäytetyö on vielä suhteellisen uusi käsite tekniikan alan opinnäytetöiden parissa. Päiväkirjamallisessa raportoinnissa luodaan viikko tavoitteet, joiden avulla raportointi ja opinnäytetyö etenee lineaarisesti kohti projektin valmistumista. Viikon aikana kerääntyneet muistiinpanot tehdyistä ratkaisuksista ja töistä koostetaan raporttiin viikon jälkeen, ja samalla tarkastellaan, onko viikkotavoitteet saavutettu, sekä luodaan pohjaa tulevan viikon viikko tavoitteille.

Opinnäytetyö on toteutettu kehittämistutkimuksena. Kehittämistutkimuksen tarkoituksena on parantaa ja kehittää olemassa olevaa asiaa. Opinnäytetyön kehittämiskohteena toimii kiinteistöllä sijaitsevien rakennusten sähköasennuksien kehittäminen.

2 Sähkösuunnittelun tietoperusta

2.1 Tutkimusmateriaali

Sähkösuunnittelua varten tarvittava tietoperusta koostuu sähköturvallisuuslaeista, SFS standardeista ja kirjallisesta tutkimusaineistosta. Tässä luvussa esitetään edellä mainittujen lähteiden koonti, suunnittelua varten tarvittavat ohjelmistot, sekä laskennallisiin mitoituksiin tarvittavat keskeiset kaavat.

D1-2017 Käsikirja rakennuksien sähköasennuksista

D1-2017 käsikirja rakennuksien sähköasennuksista on luettavaan muotoon tehty kirjallisuuskatseaus, jonka tiedot pohjaavat kokonaisuudessaan SFS 6000 ja -6002 standardeihin. D1-2017 kirjan tarkoituksena on helpottaa standardien ja lakien soveltamista sähkösuunnittelussa ja -asennuksissa. Kirjassa on esiteltynä tarvittavat laskentakaavat sähköasennuksien mitoittamiselle, sekä yleisesti hyväksytyt turvalliset asennus- ja suunnittelutavat. Kirjaa on julkaistu vuodesta 1995 asti ja kirjasta on vuoden 1995 jälkeen tullut useampi uusi painos normaalisti viiden vuoden välein, kun standardeihin ja sähköturvallisuuslakiin on tullut merkittäviä muutoksia. Kirjasta on tulossa uusi painos vuoden 2022 aikana. Kirjan julkaisijana toimii Sähköinfo Oy. (Sähköinfo 2022.)

Sähköturvallisuuslait

Sähkösuunnittelua varten on oltava tietoinen sähköturvallisuuslaeista ja niihin liittyvistä määräyksistä. Sähköturvallisuuslain tärkeät ja huomioonotettavat säädökset ovat esiteltynä seuraavaksi:

- 1) Sähköturvallisuuslaki 1135/2016
- 2) Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista 1434/2016
- 3) Valtioneuvoston asetus räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimuksenmukaisuudesta 1439/2016
- 4) Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden turvallisuudesta 1437/2016
- 5) Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä 1435/2016

Edellä mainitut säädökset ovat helposti tarkasteltavissa Edita Publishing Oy:n ylläpitämässä Finlex verkkosivustossa. (Finlex 2022.)

Standardit ja ST-kortisto

Sähkösuunnittelun tärkeimpinä tietolähteinä toimii standardisarjat SFS 6000, -6001 ja -6002. SFS toimii suomalaisen standardisoinnin keskusjärjestönä, joka toteuttaa toimialakohtaisten asiantuntijoiden kanssa alakohtaisia standardeja. Standardien tarkoitus on helpottaa ja yhdenmukaistaa kansainvälisesti, sekä valtiollisesti tehtävien sähköasennuksien, tuotteiden valmistamisen, sekä suunnittelun yhtenäisyyttä. Standardit voivat olla pelkästään Suomeen standardisoituja tai yhteisessä kehitystyössä kansainvälisten standardisointi järjestöjen kanssa tehtyjä. Standardisointi on erinäisten tarkkojen prosessien vaihe, jossa tarkastellaan eri alan asiantuntijoiden kanssa esimerkiksi sähköalan muutosvaatimuksia, kun alalle tulee uusia innovaatioita, joihin ei löydy referenssi asennustapaa. (Standardisointi Suomessa ja maailmalla 2022.) Sähkö- ja telealaan liittyvät lyhenneet standardisointi organisaatioiden kohdalla on esitetty seuraavassa taulukossa. (Taulukko 1).

Taulukko 1. Standardisointi järjestöt maailmalla. (Standardisointi Suomessa ja maailmalla 2022.)

	Sähköala	Standardisoinnin keskusjärjestö	Teleala
Kansainvälinen	IEC	ISO	ITU
Eurooppalainen	CENELEC	CEN	ETSI
Kotimainen	SESKO	SFS	TRAFICOM

SFS 6000, -6001 ja -6002 ovat sähköasennuksiin ja -suunnitteluun liittyvät tärkeimmät standardisarjat, jotka tuovat esille tarvittavan informaation, minkä avulla sähköasennukset voidaan toteuttaa turvallisesti ja oikein. Standardisarjat keskittyvät sähköasennuksien ja -turvallisuuden eri osaluoksiin. SFS 6000 standardi keskittyy rakennuksien pienjännite asennuksiin, ja niihin liittyvien termistöjen ulostuomiseen (SFS 6000-1:2017, 5.). SFS 6001 keskittyy keski- ja suurjännite asennuksiin

(SFS 6001:2018, 8.) ja SFS 6002 keskittyy sähköturvallisuuteen, missä käydään yleisesti läpi tärkeitä toimintatapoja sähköasennuksien ja yleisen sähkötyöturvallisuuden varmistamiseksi (SFS 6002:2015 + A1:2018, 5.). Standardit ovat saatavilla SFS organisaation ylläpitämällä verkkosivulla nimeltään SFS Online (SFS Online.). Standardisarjojen uudistusväli on ollut Suomessa 5 vuoden välein, edellinen uudistus on toteutettu vuonna 2017. Uuden standardisarjan päivitetty versio on tulossa saataville vuonna 2022 elokuussa ja se sisältää päivityksiä olemassa oleviin standardeihin ja siihen on lisätty kaksi uutta standardia (SFS 2022.). Seuraavaksi perehdytään tarkemmin kahteen standardisarjaan, sekä ST-kortiston tietokantaan.

SFS 6000

SFS 6000 standardissa käsitellään sähköasennuksia, jotka ovat nimellisjännitteeltään tasajännitteellä enintään 1500 V ja vaihtojännitteellä 1000 V. Standardisarjan tiedot perustuvat eurooppalaisiin standardeihin CENELEC HD 60364, HD 384, sekä kansainväliseen IEC 60364 standardiin. SFS 6000 standardisarjan tarkoituksena on toimia julkaisuna, minkä avulla voidaan toteuttaa sähköasennukset valtioneuvoston asettamien säädösten mukaisesti, ja varsinkin sähköturvallisuuslain 1135/2016 mukaisesti. (SFS 6000-1:2017, 5.)

SFS 6002

SFS 6002 standardi käsittelee sähkötyöturvallisuutta ja siihen liittyviä termistöjä ja toimintatapoja. Standardi on koostettu käyttäen tietoperustana eurooppalaista CENELEC EN 50110 standardisarjaa. Standardisarja asettaa vaatimuksia sähkölaitteistojen käyttämiseen, sekä sähkölaitteistojen läheisyydessä tai sähkölaitteiston työskentelyyn. (SFS 6002:2015 A1:2018, 5.)

ST-Kortisto

ST-kortisto on Sähkötieto ry:n julkaisema laaja tietolähde, joka pitää sisällään standardeista koostetun tiedon, joka on tuotu käyttäjäystävällisempään muotoon. ST-kortistoa voidaan käyttää laajasti apuna sähkösuunnittelua ja -asennuksia tehdessä. ST-kortiston tietokanta sijaitsee Sähköinfo Severi nimisellä verkkosivustolla. (Sähköinfo 2022.).

CADMATIC

CADMATIC Oy on suomalainen ohjelmistoyritys, joka tarjoaa suunnittelualustoja erilaisten teollisuuden alojen tarpeisiin. Sähköalan tarpeisiin on CADMATIC luonut suunnittelualustan nimeltään CADMATIC Electrical, jonka avulla voidaan luoda yleisesti tarvittavat sähkösuunnittelut dokumentaatiot. Se on suunniteltu käytettäväksi niin tietomallipohjaista suunnittelua eli BIM:iä varten, mutta sillä voidaan myös toteuttaa koko suunnitteluelinkaari loppu dokumentointiin asti.

(CADMATIC Electrical 2022.)

2.2 Kaavat ja mitoittaminen

Luvussa esitellään yleisesti sähkösuunnitteluun liittyviä tärkeitä laskentakaavoja, joiden avulla voidaan varmistaa sähkösuunnittelun teoreettinen toimivuus. Sähkösuunnittelussa toteutettava johdinten, suojalaitteiden ja ryhmä- sekä pääkeskusten mitoittaminen, ja valitseminen ovat yksi tärkeimpiä sähkösuunnitteluun kuuluvia toimenpiteitä, jotta voidaan toteuttaa turvalliset, kustannustehokkaat sekä säädöksiä vastaavat sähköasennukset.

Standardin SFS 6000 kohdan 132 mukaisesti on sähkösuunnittelu toteutettava standardin kohdan 131 mukaisesti (D1-2017 2018, 92.). Laskentakaavat ovat jaoteltuina omiin alaotsikoihin ja näissä kappaleissa kerrotaan lyhyesti mihin kyseistä kaavaa käytetään ja miksi.

Suurin sallittu johdinpituus

Suurimman sallitun johdinpituuden laskeminen on tärkeää, jotta voidaan selvittää riittääkö piirin oikosulkuvirta laukaisemaan valittua suojausmenetelmää kyseisessä piirissä, mihin johdin mitoiteetaan. Suurimman johdon pituuden laskemiseksi on tiedettävä joko verkon impedanssi tai verkon oikosulkuvirta. (D1-2017 2018, 96.). Suurin sallittu johdinpituus lasketaan kaavan 1 mukaisesti. Suurimman sallitun johdonpituuteen tarvittava kaava saadaan D1-2017 käsikirjasta (D1-2017 2018, 96.).

$$l = \frac{\frac{(c \cdot U)}{\sqrt{3} \cdot I_k} - Z_v}{2 \cdot z}$$

Jossa U = Pääjännite (V)

c = Kerroin 0,95

l = Johtopituus (km)

I_k = Oikosulkuvirta, joka aiheuttaa automaattisen poiskytkennän (A)

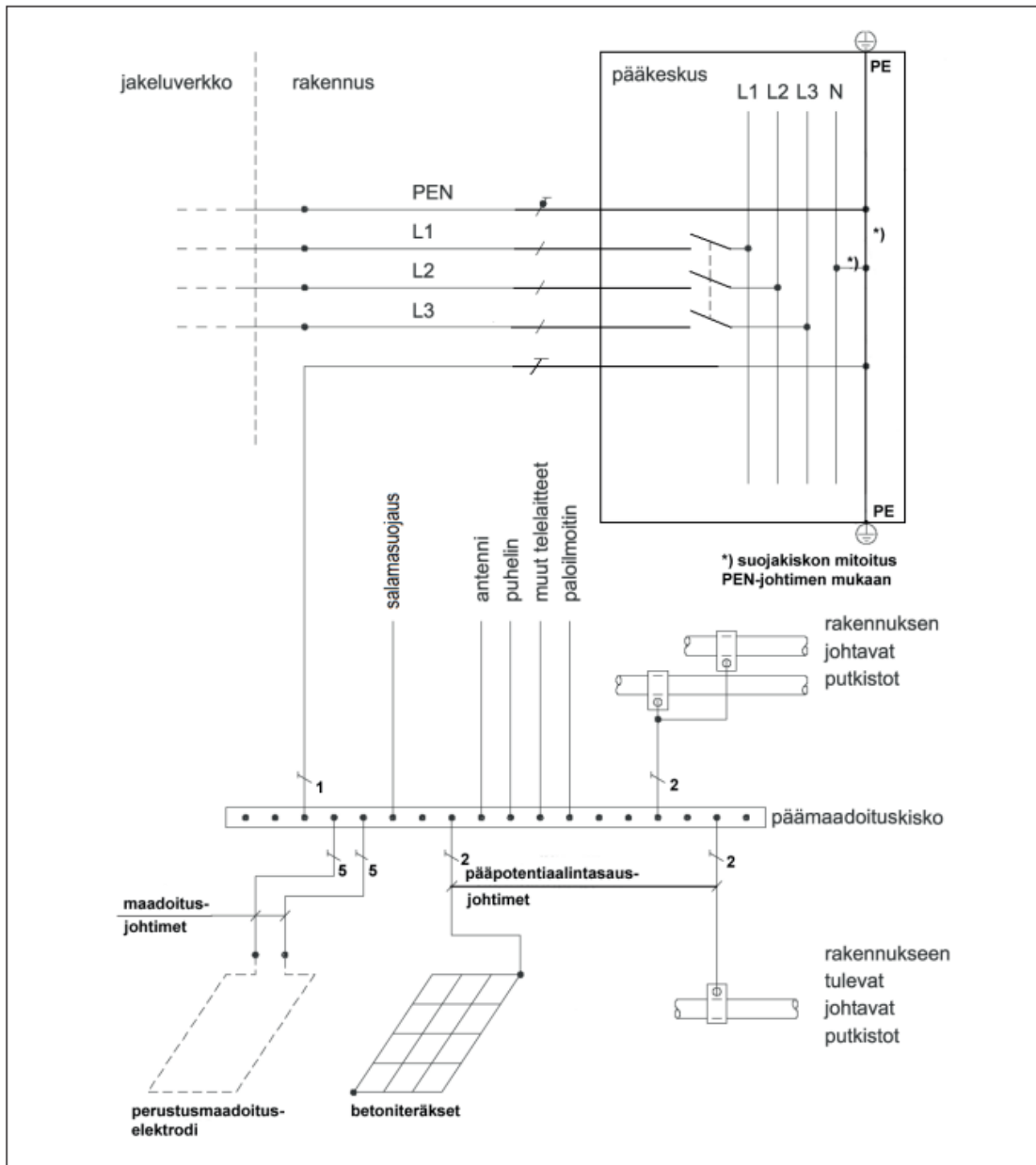
Z_v = Impedanssi ennen suojalaitetta (Ω)

z = Suojattavan johtimen impedanssi (Ω/km)

Maadoitus ja salamasuojaus

Maadoittamisen tarkoituksena on tuottaa maahan johtava yhteys, jonka tehtävänä on sähköiskulta suojaaminen ja tietyissä laitteissa tarvittavan häiriösuojauksen toteuttaminen (ST 53.21 2018, 3.). Maadoituksen mitoittaminen on tästä syystä tärkeää, jotta voidaan varmistaa suojauksen toiminta vian yhteydessä.

Maadoitus tapahtuu asentamalla maadoituselektrodi esimerkiksi maahan tai rakennuksen betonivalun raudoitukseen. Maadoituselektrodi suositellaan asennettavaksi ympyrälenkinä, jolloin maadoituselektrodin katketessa, maadoitus toimii vielä suojaten vialta sähköjärjestelmässä (SFS 6000-5-54:2017, 7–8.). Maadoituselektrodi yhdistetään päämaadoituskiskoon tai -liittimeen maadoitusjohtimella. Maadoitusjohtimen on vastattava standardin SFS 6000 kohdan 543.1.1 tai 543.1.1 vaatimuksia. (SFS 6000-5-54:2017, 9.). Päämaadoituskiskoon yhdistetään maadoitusjohtimet, suojajohtimet, toiminnalliset maadoitusjohtimet ja suojaavat potentiaalintasausjohtimet. Alapuolisessa kuvassa (Kuvio 1.) on esiteltyä ST-kortiston kortista 53.21 otettu periaatteellinen maadoituskuva rakennuksen pienjännite asennuksien maadoituksesta (ST 53.21 2018, 9.).



Kuvio 1. ST 53.21 kortissa oleva maadoituksen periaatteellisuuskuva (ST 53.21 2018, 10.).

Suojajohtimen mitoitukseen käytetään standardissa esitettyä taulukkoa 54.2 tai suojajohtimen mitoittamiseen tarkoitettua kaavaa. Mitoittamiseen tarkoitettu kaava 2 seuraavaksi. (SFS 6000-5-54:2017, 11.)

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$$

Jossa S = Suojajohtimen poikkipinta-ala (mm²)

I = Suojalaitteen kautta kulkevat prospektiivisen vikavirran tehollisarvo (A)

t = Suojalaitteen toiminta-aika (s)

k = Kerroin

Viimeisenä mainittu kerroin k kaavassa 2 lasketaan seuraavaksi esitettävällä kaavalla 3, joka on esitetty standardissa SFS 6000 (SFS 6000-5-54:2017, 18.). Kaavaan 3 tarvittavat tiedot on esitetty useassa eri taulukossa riippuen suojajohtimen asennusmateriaaleista (SFS 6000-5-54:2017, 18–19.).

$$k = \sqrt{\frac{Q_c \cdot (\beta + 20^\circ\text{C})}{P_{20}} \ln\left(\frac{\beta + \theta_f}{\beta + \theta_i}\right)}$$

Jossa Q_c = Johdinmateriaalin volumetrinen (J/°C mm³) lämpökapasiteetti 20 °C lämpötilassa

P_{20} = Johdin materiaalin resistiivisyys 20 °C lämpötilassa (Ω/mm)

β = Resisttiivisyyden lämpötilakertoimen käänteisarvo 0 °C lämpötilassa

θ_f = Johtimen loppulämpötila (°C)

θ_i = Johtimen alkulämpötila (°C)

Salamasuojauksen tarkoituksena on estää ylijännite, jonka salama aiheuttaa rakennukseen tai sen lähistöön osuessaan. Salamasuojaus toteutetaan salaman sieppausrakenteella, joka on rakennuksen korkein osa. (ST 53.16.01 2020, 10–11.). Salama osuessaan salamasuojaukseen, ohjautuu salaman tuottama sähkövirta salamasuojauksen kautta maapotentiaaliin. Salamasuojaus on yleisesti yhdistetty rakennuksen maadoitukseen (ST 53.16.01 2020, 5–6.).

Salamasuojauksen tarpeellisuus arvioidaan riskitason perusteella. Riskitasoon vaikuttaa rakennuksen sijainti eli ympäristökerroin, jakeluverkon rakenne ja salamatiheys. Salamasuojauksen riskitaso saadaan laskettua seuraavaksi esitettävän kaavan 4 perusteella. (ST 53.16 2018, 8.)

$$CRL = f_{env} / (L_p \cdot N_g)$$

Jossa f_{env} = Ympäristökerroin

L_p = Rakennusta edeltävän verkon rakenne

N_g = Salamatiheyttä kuvaava suure

CRL = Riskitaso

Salamasuojaus on asennetta rakennukseen, jos riskitason (CRL) numeerinen arvo on alhaisempi kuin 1000. Ympäristökertoimen arvo määritetään standardissa SFS 6000 esitellyssä taulukossa 443.1 (SFS 6000-4-44:2017, 13.). Kaavassa 4 oleva L_p saadaan laskettua seuraavan kaavan 5 avulla (SFS 6000-4-44:2017, 14.).

$$L_p = 2 \cdot L_{PAL} + L_{PCL} + 0,4 \cdot L_{PAH} + 0,2 \cdot L_{PCH}$$

Jossa L_{PAL} = Pienjänniteilmajohdon pituus (km)

L_{PCL} = Pienjännitemaajohdon pituus (km)

L_{PAH} = Suurjänniteilmajohdon pituus (km)

L_{PCH} = Suurjännitemaajohdon pituus (km)

Jakeluverkon rakennetta tutkitaan edelliseltä 1 kilometrin matkalta kiinteistöstä katsottuna (SFS 6000-4-44:2017, 13–14.).

Kaapelin valitseminen

Kaapelin valitseminen perustuu erilaisten ympäristöolosuhteiden ja sähköntarpeen luomalle summalle. Kaapelin kuormitettavuuden eli soveltuvuuden varmistaminen käyttötarkoitukseensa on tärkeä osa sähkösuunnittelua. Yleisesti ottaen johtimen kuormitettavuuden tarkastamisella varmistetaan kaapelin terminen ja dynaaminen kestävyys eri asennus olosuhteissa. Kuormitettavuus

laskelmien avulla voidaan määrittää sähköiseen ryhmään valittujen vikasuojauksien oikeanlainen toiminta vikatilanteessa. Standardissa 6000–5–52 on määriteltynä tavat oikeanlaisen kaapelin valitsemiseen. (SFS 600-5-52:2017.)

Oikosulkuvirrat ja mitoittaminen

Oikosulku tarkoittaa tilannetta, jolloin sähköisen piirin kaksi tai useampi eri potentiaalissa olevaa pistettä koskevat toisiinsa. Oikosulkuvirtojen avulla lasketaan sähköverkkojen suojausmenetelmien toimiminen vikatilanteessa. Seuraavan kaavan 6 avulla voidaan laskea yksivaiheinen oikosulkuvirta, kun tiedetään suojalaitetta edeltävän verkon impedanssi. (D1-2017 2017, 95.)

$$I_k = \frac{(c \cdot U)}{(\sqrt{3} \cdot Z)}$$

Jossa I_k = Pienin yksivaiheinen oikosulkuvirta (A)

U = Verkon pääjännite, joka tässä tapauksessa 400 V (V)

c = Kerroin 0,95 joka ottaa huomioon jännitteenaleneman

Z = Virtapiirin kokonaisimpedanssi (Ω)

Kaapelista verkkoon aiheutuva impedanssi voidaan laskea seuraavaksi esitetyllä kaavalla 7 (D1-2017 2018, 101.).

$$Z_k = 2 \cdot z \cdot l$$

Jossa Z_k = Johtimen aiheuttama impedanssi (Ω)

z = Suojattava johtimen impedanssi (Ω)

l = Johtimen pituus kilometreinä (km)

3 Projektin eteneminen

3.1 Viikko 1

Ensimmäisen viikon tarkoituksena on aloittaa tietoperustan selvittäminen, sekä selvittää työssä tarvittavien suunnitteluohjelmien ja eri tietokantojen käyttöoikeudet koulutus käytössä ja mahdollisten lisenssien hankinta, jos tälle on tarvetta. Viikon aikana tarkoitukseni on myös hahmottaa aikataulua opinnäytetyön etenemiselle.

Aineistonkeruu ja aikataulut

Viikon aikana sain selvitettyä projektiani varten tarvitsemani tietoperustan. Tietoperusta koostuu ST-korteista, SFS 6000, 6001 ja 6002 standardeista, sekä Suomen lakiin kirjetetuista säädöksistä liittyen sähköasennuksiin ja -laitteisiin. Tietoperustan kirjoittaminen opinnäytetyötä varten eteni selkeästi, kunhan olin saanut selvitettyä työssä tarvitsemani aineiston.

Tietoarkistojen käyttöoikeuksien ja ohjelmien lisenssien osalta sain selvitettyä tarvittavat tiedot helposti palveluiden käyttöoikeus sopimuksista. Kaikkien tietoarkistojen materiaali on sallittu oppilaskäytössä, kunhan noudatetaan tekijänoikeuslakia (SFS Online 2022; Sähköinfo Severi 2022.). CADMATIC ohjelman oppilaslisenssillä saa tehdä opinnäytetyötä, kunhan tekijä ei saa ansiotuloja tekemästään työstään (CADMATIC 2022.).

Tietoperustan kirjoittamisen jälkeen, aloin pohtimaan alustavaa aikataulutusta työni etenemiselle. Aikataulun tarkoituksena on pitää työn eteneminen lineaarisena, jolloin on helpompi seurata projektin edistymistä. Sain suunnilleen aikataulun tehtyä, mutta se vielä tarkentuu ensi viikon aikana, kun tapaan toimeksiantajani.

Viikkoraportti

Ensimmäisen viikon tavoitteet tuli saavutetuksi ja seuraavalla viikolla on tarkoitus aloittaa suunnittelutyö, kunhan kohteeseen on tutustuttu.

3.2 Viikko 2

Viikon kaksi aikana on tarkoitukseni perehtyä suunnittelukohteeseeni ja toimeksiantajaani. Viikon aikana olisi tarkoitus selvittää toimeksiantajaltani mahdolliset piirustukset laajennukseen liittyen, ottaa selvää tämänhetkisten sähköasennuksien tilasta, sopia toimeksiantajani kanssa aikataulus, sekä milloin he tarvitsevat laiteluettelot ja tasokuvat, jotta he voivat aloittaa asennustyöt. Viikon aikana pitäisi saada myös laskettua kiinteistön huipputeho ja selvitettyä oikosulkuvirta tämänhetkisellä pääkeskuksella.

Kohteeseen tutustuminen

Aloitin tutustumalla tulevaan suunnittelukohteeseeni, ja selvittämällä toimeksiantajan kanssa mahdollisen laajennuksen pohjakuvat, joita tarvitsen tasokuvien tekemiseen. Aloitimme kiertämällä kiinteistön rakennukset läpi ja selvittämällä samalla nykyisten pää- ja ryhmäkeskusten sijainnit. Pääkeskus sijaitsee päärakennuksen pohjoispuolella ulkoseinässä ja se on uusittu 2010-luvulla. Pääkeskuksen toisella puolen sisätilassa on päärakennuksen ryhmäkeskus, joka on ajanjaksollisesti asennettu ennen 1990-lukua. Sivurakennuksen eteisessä itäpuolella on kyseisen rakennuksen ryhmäkeskus ja sen asennusajankohtaa ei voida täsmentää. Kiinteistön sähköasennuksista ei ole mitään dokumentteja olemassa, lukuun ottamatta pääkeskuksen dokumentteja.

Kiinteistön tutustumisen aikana otin selvää eri rakennusten käyttöasteista, ja mahdollisista toiveista sähköistyksen suhteen muille kiinteistöllä sijaitseville rakennuksille. Kiinteistöllä on tällä hetkellä vanha päärakennus, jonka yhteyteen on aloitettu laajennusosan perustuksien tekeminen. Kiinteistön muita rakennuksia on eristämätön autotalli, sivurakennus ja ulkosauna. Kiinteistön länsireunalle tulee uusi kotasauna, joka tarvitsee sähköistyksen. Otin tarvittavat tiedot ylös, jonka perusteella voin jälkikäteen käyttää saatuja tietoja suunnittelussa.

Kiinteistöön tutustumisen jälkeen kävimme läpi yleisesti mahdollisia päärakennuksen sähköistyksen tarpeita ja toiveita kalustamisen osalta. Toimeksiantajani mainitsi haluavansa selvityksen kiinteistöllä sijaitsevien rakennusten sähköasennuksien kunnosta, sekä keskus- ja tasokuvat vanhojen rakennuksien sähköasennuksista, jos sähköasennuksille ei tule uusimistarvetta. Päärakennuksen sähköistys on tarkoitus suunnitella kokonaan uudelleen ja vaihtaa vanhat sähköasennukset uusiin. Muiden rakennusten kohdalla sovimme, että teen selvityksen sähköasennuksien tämänhetkisestä

kunnosta, jonka jälkeen arvioidaan, onko muille rakennuksille tarvetta tehdä uudistus projekti sähköasennuksien osalta.

Sovin toimeksiantajani kanssa kalustamisen suhteen, että teen ensin taso- ja johdotuskuvat, joiden perusteella voidaan määrittellä laiteluettelot, joista selviää kaikkien tarvittavien kalusteiden määrä tarvehankinta tilausta varten. Yleisesti suunnittelua tehdessä olisi tärkeää tietää rakennuksessa käytettävä kalustusmalli sähkötuotteille jo ennen tasokuvien piirtämistä, jotta suunnittelun aikana voidaan määrittellä kalusteiden ominaisuudet ja tuotetiedot jo asettelun yhteydessä. Kalusteiden tuotetiedot saadaan myös lisättyä asettelun jälkeen tietokantamuutoksilla, mutta tämä on aina lisätyötä.

Rakennuksien kartoittaminen

Siirryin seuraavaksi kartoittamaan vanhojen rakennuksien mittoja, sekä sähköasennuksien tämänhetkistä tilaa. Aloitin ensin päärakennuksen vieressä sijaitsevasta sivurakennuksesta. Sivurakennuksessa on eteinen, kaksi tupaa ja eteinen missä on varastotila. Eteinen ja varastotila ovat kokonaan eristämättömiä, tuvat ovat eristettyjä ja molempien tupien lämmitys toteutetaan puulla lämmitettävillä takoilla. Sivurakennuksen eteiseen on asennettu ryhmäkeskus, jonka syöttö tulee päärakennuksen ryhmäkeskuksesta maakaapelilla, joka on tyyppiltään MCMK 2x2,5 + 2,5.

Ryhmäkeskukselta lähtevät ryhmät kartoitin avaamalla keskuksen ja seuraamalla kaapelointeja. Ryhmäkeskuksesta lähtee kolme ryhmää, joista yksi on valaisinryhmä ja kaksi niistä on pistorasiaryhmiä, joista toinen on sisätilojen pistorasiaryhmä ja toinen ulkopistorasioiden ryhmä. Ryhmäkeskuksen ryhmien vikasuojaukseen oli käytetty tulppasulakkeita. Valaistusryhmän sulake oli 10 A gG ja pistorasiaryhmien sulakkeet olivat 16 A gG. Ryhmäkeskuksessa ei ole vikavirtasuojia.

Standardissa SFS 6000 on määritelty aistinvaraista tarkistusta varten huomioitavat asiat, joiden avulla tarkistin sivurakennuksen sähköistyksen tilan. Suoritan vielä myöhemmin laskelmien avulla kaapeleiden mitoituksen ja kuormitettavuuden, sekä vikasuojauksien oikean toiminnan. Piirsin vihkooni pohjakuvan sivurakennuksesta ja lisäsin kalusteiden ja rasioiden sijainnit kuvaan, sekä otin tarvittavat mitat rakennuksesta tasokuvia varten. (SFS 6000-6:2017, 6.4.2.)

Siirryin seuraavaksi kartoittamaan autotallia. Autotalli oli mitattuna sivuiltaan 10 metriä pitkä ja leveydeltään 6 metriä. Autotallissa oli asennettuna useampi pistorasia, sekä loisteputkivalaisimia. Autotallin kaapelointi oli toteutettu MCMK 2x2,5+2,5 kaapelilla, joka tuli uusitun pääkeskuksen kautta ja oli kytketty 30 mA vikavirtasuojan ja 16 A C-tyyppin johdonsuojan taakse. Autotallin sähköryhmät haarautuivat pinta asennetussa jakorasiassa, josta erotettiin erikseen valaisimille ja pistorasioille syötöt.

Autotallin kartoittamisen jälkeen aloitin vanhan saunan ja sen vieressä olevaan jätepumppaamoon kartoittamisen. Jätepumppaamo siirtää kiinteistöistä tulevan jäteveden kunnalliseen jätevesilinjaan. Saunarakennus on 1900-luvun alussa rakennettu tasoltaan tyydyttävän kuntoinen rakennus, johon on tuotu syöttökaapeli päärakennuksen ryhmäkeskukselta. Kaapeli oli tyyppiltään MCMK 2x2,5+2,5 ja sen suojana toimii 10 A gG tulppasulake. Saunassa on yksi pistorasia, joka sijaitsee saunarakennuksen pukuhuoneessa, sekä kaksi valaisinta, joista toinen pukuhuoneessa ja toinen saunatilassa yli 1 metrin korkeudella. Saunan sisällä olevan valaisimen tiivisteet olivat jo hapertuneet pitkän käyttöiän takia, sekä valaisimessa ei ollut merkintää mihin ympäristön lämpötilaan asti se on soveltuva, jolloin valaisimen käyttöluokitusta ei voida tarkistaa, onko se soveltuva kyseiseen tilaan (D1-2017 2018, 374.). Syöttökaapeli on tuotu saunan sisällä olevaan jakorasiaan, josta se on jaettu valaistukselle ja pistorasialle. Saunarakennuksen kaapelointi on toteutettu MMJ 3x2,5 ja MMJ 3x1,5 kaapeleilla.

Jätepumppaamo sisältää keräyssäiliön, jonka sisällä on 3-vaiheinen repijäpumppu, joka on teholtaan 2,3 kW kokoinen. Säiliön ulkopuolella on kytkentäkotelo, jonka sisällä on HMI, sekä moottorinohjaus komponentit. HMI:n kautta voidaan pumpun toimintaa muuttaa, asettaa raja-arvoja pintamittauksien toiminnalle, sekä kuitata ja lukea mahdolliset hälytykset, jotka pumppaamo voi aiheuttaa. Yleisenä ongelmana on toimeksiantaja kertonut ylärajahälytyksen laukeamisen, koska alaraja hälytys ei ole toiminut oikein. Repijäpumpun toiminta perustuu alaraja hälytyksen seuraamiseen, kun alaraja on ylitetty käynnistää HMI repijäpumpun, jolloin repijäpumppu pyörii ennalta määritetyn ajan. Alaraja hälytyksen ongelmana on ollut sen jumiutuminen tilaan missä se ei ilmoita logiikalle tarvetta käyttää repijäpumpua, jolloin säiliö pääsee täyttymään ylärajalle asti. Yläraja hälytyksen jälkeen repijäpumppu käynnistyy ennalta määrättyksi ajaksi, jotta säiliö ei tulvi yli. HMI ilmaisee hälytyksen punaisella merkkivalolla ja äänellä, jotka sijaitsevat kytkentäkotelossa. Hälytyksen on aikaisemmin voinut havaita helposti saunaa käyttäessä, mutta uuden kotasaunan

myötä vanha sauna jää pienemmälle käytölle, jolloin hälytyksien seuranta voi unohtua. Tämän takia toimeksiantaja on osaltaan pyytänyt selvittämään hankintakustannukset päärakennukseen asennettavalle taloautomaatio järjestelmälle, jotta hälytys voidaan tuoda ilmi selvästi päärakennukseen, jolloin asukas havaitsee pumppaamossa olevan hälytyksen. Pumppaamon syöttö tulee pääkeskukselta MCMK 4x2,5+2,5 kaapelilla. Syöttö on kytketty 30 mA vikavirtasuojan ja 16 A C-tyyppin johdonsuojien taakse.

Kokous toimeksiantajan kanssa

Pidimme toimeksiantajan kanssa kokouksen kiinteistön muiden rakennusten sähköasennusten kunnosta. Kävimme läpi huomioimani asiat asennuksissa ja mahdolliset muutostarpeet. Sähköasennukset oli tehty muihin rakennuksiin aistinvaraisen tarkastelun perusteella nykyaikaisten säädösten ja lakien mukaisesti, jolloin päärakennuksen sähköistyksen uusinta ja jakelujärjestelmän muuttaminen TN-S järjestelmäksi ei aiheuta tarvetta muiden rakennuksien sähköasennuksien muutoksille vielä, koska vikasuojauksien toiminnot täytyy vielä varmistaa laskemalla, koska päärakennuksen ryhmäkeskus vaihdetaan ja kaapeleiden vikasuojaukset vaihdetaan. (SFS 6000-6:2017, 6.4.2.). Sähköasennuksien puutelistaan kirjasin ylös saunalla olevan valaisimen ja vikavirtasuojien puuttumisen sivurakennuksen ja saunan sähköryhmistä.

Aloitin tekemällä taso- ja kotelokuvan ensin päärakennuksesta ja tämän jälkeen vasta muista rakennuksista, jotta toimeksiantaja saa tarvitsemansa kuvat oikeaan aikaan. Toimeksiantaja ilmoitti myös, että päärakennuksen laajennusosaan on tulossa lattialämmitys, joka on toisen suunnittelijan toimesta suunniteltu. Lattialämmityksen suhteen tehtävänäni on sijoittaa lattialämmitykseen liittyvät komponentit tasokuvaan, sekä mitoittaa johtimet ja vikasuojaukset lattialämmitys ryhmille.

Kiinteistön huipputehon laskenta

Huipputeho laskelman avulla mitoitetaan pääkeskuksen tyyppi, -sulakkeet ja nousujohdon koko. Saneeraustyön tapauksessa varmistetaan pääkeskuksen sulakkeiden ja nousujohdon riittävä koko. Huipputehon laskemiseen tarvittavat kaavat perustuvat ST 13.31 kortissa esitettyyn Sähköenergia-

liitto Sener:in julkaisuun SA 4:92 (ST 13.31 2021, 5.). Huipputehon laskentaan käytetyt laskentamallit ovat erilaisten asuinrakennusten pitkäaikaisten sähkönkäyttö mittauksien avulla tuotettuja laskentamalleja (ST 13.31 2021, 4.). Omakotitalon huipputehon laskentakaavaa määräytyy rakennuksen lämmitetyn alueen pinta-alan ja kiukaan perusteella. Vaikka kiinteistöön ei olisi tulossa sähkökiuasta, on ST-kortissa maininta, että huipputeho kannattaa laskea mallilla missä kiuas on mukana. Tähän laskentaan en ole ottanut mukaan muiden kiinteistöllä sijaitsevien rakennusten kuormia, koska kyseiset rakennukset ovat harvoin käytössä. Seuraavaksi esitetyllä kaavalla 8 lasketaan kiinteistön huipputeho (ST 13.31 2021, 5.)

$$P_h = 7,5 + \frac{64 \cdot A}{1000}$$

Jossa A = Lämmitetyn alueen pinta-ala (m^2)

P_h = Kiinteistön huipputeho (kW)

Kaavaan 8 sijoitetaan päärakennuksesta ja laajennuksesta muodostuva pinta-ala, eli $104,5 m^2$.

$$P_h = 7,5 + \frac{64 \cdot 104,5 m^2}{1000}$$

$$P_h = 14.18 kW$$

Huomioiden kiinteistöllä sijaitsevien ja sinne tulevien sähkölaitteiden tiedot, voidaan huomata laskutavassa olevan kuitenkin suuresti varaa olettamuksiin, joten päätin laskea kaikkien koje- ja sähkölämpökuormien yhtenäisen huipputehon, koska kiinteistöllä sijaitsee jätevesipumppaamo ja kiinteistölle on myös tulossa ulkoporeallas tai uima-allas, joiden lämmityksen ja kiertovesipumpun tehoja ei ole laskettu mukaan. Tässä laskentamallissa lasketaan erikseen peruskuorma, sähkölämpökuorma ja valaistuskuorma. Laskentamalli ottaa myös huomioon eri kojeiden samanaikaisuuskäytön. Samanaikaisuuskäytön kertoimien esimerkki lukuja on saatavilla ST-kortissa, mutta suunnittelijan on itse luotava lopullinen kuva kuormien samanaikaisuuksista. Alapuolella ST 13.31 kortissa esitetty kaava 9. (ST 13.31 2021, 6–18.)

$$P_h = (P_{SLK} \cdot k_1) + (P_{KK} \cdot k_2) + (P_{val} \cdot c_3)$$

Jossa P_{KK} = Peruskuorma (kW)

P_{SLK} = Sähkölämpökuorma, sisältää lämmityskojeiden huipputehon summan (kW)

P_{val} = Valaistuskuorma (kW)

c_1, c_2, c_3 = Samanaikaisuuskertoimet

P_h = Kiinteistön huipputeho (kW)

Kuormien samanaikaisuuskertoimet valitsin hieman korkeammiksi suositelluista, jolloin otan huomioon myös muiden rakennusten aiheuttaman valaisinkuorman. Seuraavaksi sijoitetaan lasketut kuormat ja samanaikaisuuskertoimet kaavaan 9.

$$P_h = (10,30 \text{ kW} \cdot 0,9) + (8,09 \text{ kW} \cdot 0,8) + (0,8 \text{ kW} \cdot 0,9) \quad (9)$$

$$P_h = 16,24 \text{ kW}$$

Voidaan huomata, että huipputeho kasvaa, kun otetaan tarkempaan tarkasteluun erillisten kuormien tuottamat huipputehot. Laskennassa ei ole huomioitu autotallin, vanhan saunan ja sivurakennuksen huipputehoja, koska kyseisten rakennusten peruskuormaa ei ole niiden käyttöasteen vuoksi, eikä niissä ole laitteita, joista voisi tulla huomattavaa laitekuormaa. Kyseisten rakennusten kuorma koostuu valaisimien käytöstä. Olen laskenut erikseen kyseisten rakennusten huipputehot, jotka ovat tarkasteltavissa liitteessä (Liite 20.). Seuraavaksi lasketaan kiinteistön huippuvirta kaavalla 10.

$$I_{max} = \frac{P_h}{\sqrt{3} \cdot U_P \cdot \cos \varphi}$$

Jossa P_h = Huipputeho (kW)

U_P = Verkon pääjännite, joka tässä tapauksessa 400 V (V)

$\cos \varphi$ = Kuormituksen tehokerroin, suositeltu vakio 0,95

I_{max} = Huippuvirta (A)

Seuraavaksi sijoitetaan kaavassa 9 vastaukseksi saatu huipputeho kaavaan 10.

$$I_{max} = \frac{16240 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,95}$$

$$I_{max} = 24,30 \text{ A}$$

Tässä tapauksessa pääsulakkeiksi valitaan seuraava suurempi sulakekoko eli 25 A. Pääkeskuksessa sijaitsevat pääsulakkeet ovat arvoltaan 20 A, joten pääsulakkeiden kokoa täytyy nostaa.

Toimeksiantajalta saatujen tietojen perusteella on liittymän koko 3x25 A, mutta etusulakkeiden koko on vain 3x20 A, joten Carunalle täytyy tehdä asennuspyyntö etusulakkeiden vaihdosta 25 ampeeriseksi. Jos liittymän koko pitäisi muuttua 35 ampeeriseksi aiheutuisi tästä perusmaksun nousua kuukautiseen hintaan lisää 19,20 € (Caruna 2022.). Joten voidaan huomata, kuinka tärkeää on taloudellisuuden takia laskea kiinteistön huipputeho suhteellisen tarkasti, kuitenkin ylimitoittamatta liittymää. Tämän takia on tärkeää arvioida sähkökuormien samanaikaisuuskäytöt ja rakennusten tai huoneistojen käyttöasteet. (ST 13.31 2021, 4.). Seuraavaksi täytyy verkonhaltijalta selvittää liittymän oikosulkuvirta.

Verkonhaltijana toimii kyseisellä alueella Caruna Oy. Caruna ilmoittaa verkkosivuillaan yksivaiheiseksi oikosulkuvirraksi 250 A, mitä voidaan käyttää mitoituksessa. Päätin kuitenkin selvittää vielä Carunalta erikseen liittymälle lasketun oikosulkuvirran, jotta voidaan saada tarkemmat laskelmat vikasuojauksien toiminnalle ja kaapeleiden kuormitettavuudelle. Carunalta saa tilattua suunnittelua varten tiedot lomakkeella. Lomakkeen avulla pyysin tarvittavat tiedot liittymästä, kuten ennen pääkeskusta olevan verkon oikosulkuvirran yksi- ja kolmivaiheisena, sekä nousujohdon tyyppin. (Caruna 2022.)

Viikkoraportti

Toinen viikko meni kokonaisuudessaan suunnitelmien mukaisesti, ja sain tarvittavat asiat hoidettua ja selvitettyä toimeksiantajan ja minun välilläni. Viikosta jäi hyvä maku ja olen tyytyväinen oman työni etenemiseen. Juhannuksen jälkeen on tarkoitus aloittaa päärakennuksen taso- ja kotelokuvien suunnittelu ja piirtäminen.

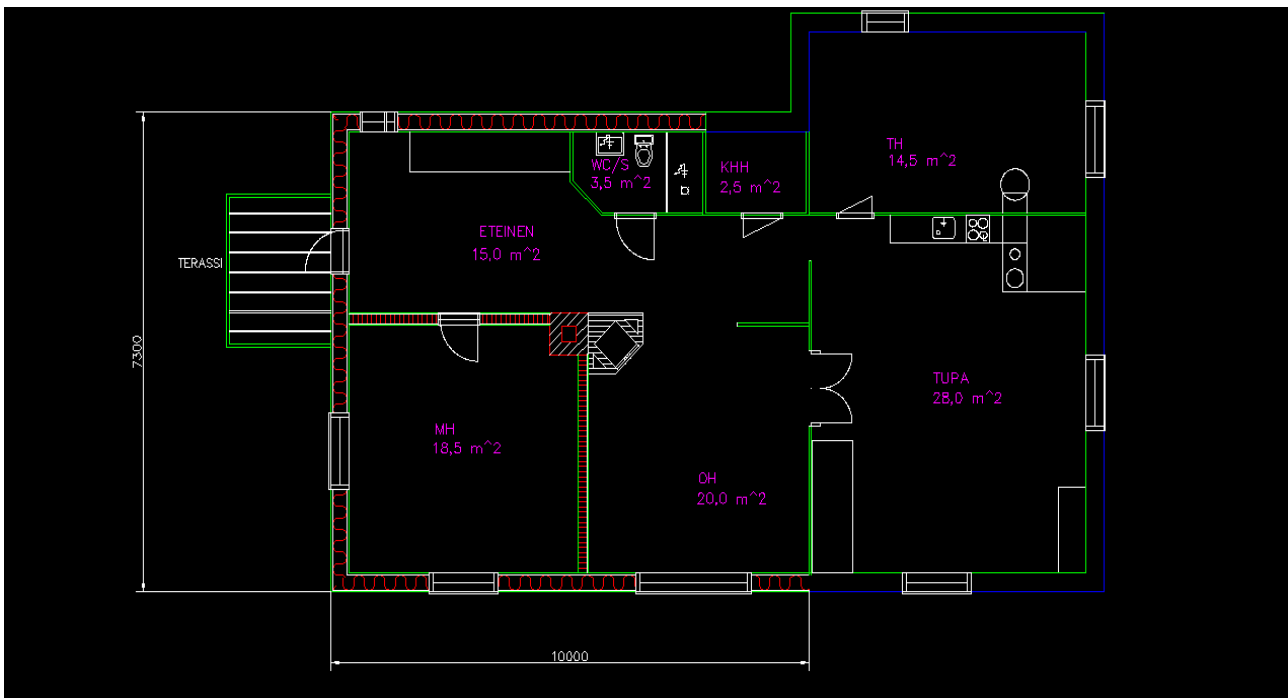
3.3 Viikko 3

Viikon 3 tavoitteina on saada päärakennuksen taso- ja keskuskuvat sekä maadoituskaavio valmiiksi. Maadoituskaaviota tehdessä, joudun myös tekemään tarkastelun mahdollisen salama-suojauksen asentamisesta. Jos loppuviikosta jää aikaa niin pyrin aloittamaan ryhmien johdonsuojien ja kaapeleiden mitoittamisen.

Päärakennuksen taso- ja keskuskuvat

Aloitin tasokuvien tekemisen luomalla CADMATIC:ssa projekti tietokannan, johon loin valmiiksi kaikkien tarvittavien kuvien tiedostot. Projektipuun luomisen jälkeen aloitin tekemään pohjakuvaa päärakennuksesta.

Arkkitehti oli suunnitellut pohjapiirustuksen paperille, ja tässä tapauksessa jouduin piirtämään paperilla olevasta kuvasta digitaalisen version. Pohjakuvan piirtäminen tuotti alkuun hankaluuksia, koska piti tutustua kokonaan CADMATIC Building ohjelman toimintoihin. Building ohjelmaa käytetään rakennuksien pohjakuvien, sekä asemapiirustuksien tekemiseen (CADMATIC 2022.). Rakennuksen pohjakuvan luonti lopulta onnistui hyvin. Alapuolella on kuva (Kuvio 2.) piirtämästäni päärakennuksen pohjakuvasta, johon alan seuraavaksi sijoittamaan sähköpisteitä.



Kuvio 2. Pohjakuva päärakennuksesta.

Edellisen viikon kokouksessa toimeksiantajan kanssa kävimme yleisesti läpi, mihin ja miten hän haluaisi valaisimet, pistorasiat, kytkimet, sekä kävimme läpi kodinkoneiden sijainnit. Näiden tietojen perusteella aloitin sijoittamaan tasokuvaan sähköpisteitä. Käytin kalusteiden, kuten kytkimien ja pistorasioiden sijoittamisessa apuna ST-kortin 51.22 tietoja, mikä kertoo yleiset asennuskorkeudet sähkökalusteille (ST 51.22 2013.). Rakennuksen sähköisen varustetason määrittämisen apuna käytin ST-korttia 25.21, josta ilmenee, miten kalusteet olisivat suotavaa sijoitella, ja sen kuinka paljon niitä olisi hyvä olla (ST 25.21 2016.). Sähköpistekuvaan merkitsin sähkölaitteet, heikkovirtasymbolit ja palovaroittimet.

Palovaroittimien on pitänyt vuoden 2009 jälkeen olla verkkovirtavarmennettuja. Palovaroittimien sijoittelun avuksi on luotu selkeät ohjeet, minkä avulla varmistetaan palovaroittimien häiriötön toiminta. Palovaroittimet on tarkoitus ketjuttaa toisiinsa, jolloin yhden alkaessa hälyttämään alkaa myös muut hälyttimet varoittamaan mahdollisesta tulipalosta. (E1 SRMK, 34.). Palovaroittimien valinnassa otan huomioon sen mahdollisen liittämisen kotiautomaatiojärjestelmään.

Symbolien sijoituksen jälkeen, lähetin toimeksiantajalleni sähköpistekuvan sijoituksineen ja vahvistin näin, että olimme yhteisymmärryksessä kuvien suunnittelun suhteen. Toimeksiantajani hyväksyi sähköpistekuvan, jonka jälkeen aloin suunnittelemaan sähköryhmiä johdotustietoja ja keskustukua varten.

Aloitin seuraavaksi sähköryhmien suunnittelun jakamalla arvioitujen vaihekuormien perusteella sähkölaitteita eri ryhmiin, jotta vaihekuormat pysyisivät tasaisina. Otin huomioon jo olemassa olevat vaihekuormat, jotka tulevat kiinteistön toisista rakennuksista ja pumppaamosta. Excelillä tehtäessä tämän tekeminen oli hyvin selkeää, ja samalla sain jaettua kaikki kuormat tasaisesti eri vaiheille. Merkitsin jokaisen ryhmän perään alustavasti sen tarvitseman johdonsuojan koon ja tyyppin, sekä mahdollisen vikavirtasuojauksen tarpeellisuuden. Ryhmittelyn valmistuttua aloin seuraavaksi etsimään uutta ryhmäkeskusta päärakennukseen.

Tutkittuani paljon erilaisia vaihtoehtoja, päädyin valitsemaan Enston Walteri sarjan ryhmäkeskukseen tyyppinumerolla: ESSV 345.36. Valintaani johti Enston ryhmäkeskuksessa olevien valmiiden johdonsuojien ja vikavirtasuojien riittävyys, sekä tarjoten laajasti varamoduuli paikkoja mahdollisia laajennuksia varten. Ryhmäkeskuksessa olisi hyvä olla n. 20–30 % laajennus mahdollisuus, koska ryhmäkeskukseen hinnat ja vaihtotyö on aina laaja ja kallis operaatio, joten on hyvien suunnittelutapojen mukaista varautua tulevaisuutta varten jättämällä laajennustilaa keskukseen.

Ensto tarjosi ryhmäkeskuksellensa valmiit DRW tiedostomuotoiset kuvat keskuksesta, jotka pystyin helposti lisäämään projektitietokantaan ja aloittamaan keskuskaavion täyttämisen sähköryhmillä. Tässä kohtaa Excelin pohjaan tehty mallinnus sujuvoitti työtäni suuresti. Lopulta sain täytettyä myös keskuskaavioon ryhmät, jotka ovat tarkasteltavissa liitteessä (Liite 15.). Alapuolella Exceliin tekemäni mallinnus sähköryhmistä. (Taulukko 2.)

Taulukko 2. Sähköryhmien mallinnus Excelissä.

RK 1							
Vaihe	Nimi	Sulake		Vaihe	Nimi	Sulake	
L1	APK	16 A / C	x	L1	TH + Tupa valaistus	10 A / C	
L2	PK	16 A / C		L2	Eteinen + Ullakko valaistus	10 A / C	
L3	Kuivuri	16 A / C		L3	MH + OH valaistus	10 A / C	
L1	Jäspi	10 A / B	x	L1	WC/S + KHH valaistus	10 A / C	
L2	Jäspi	10 A / B	x	L2	Ulkovalot	10 A / C	
L3	Jäspi	10 A / B	x	L3	Palovaroitimet	10 A / C	
L1	JK/PK	16 A / C	x	L1	OH + MH PR	16 A / C	
L2	Mikro/yhdistelmäuuni	16 A / C	x	L2	Eteinen + Ullakko PR	16 A / C	
L3	Iimalämpöpumppu	16 A / C		L3	KHH + WC PR	16 A / C	
L1	RK 3	16 A / C		L1	Tupa + TH PR	16 A / C	
L2	RK 3	16 A / C		L2	Uiko PR	16 A / C	
L3	RK 3	16 A / C		L3			
L1	RK 2	16 A / C		L1	LL OH	10 A / C	
L2	Vanha sauna	16 A / C		L2	LL MH + Eteinen	10 A / C	
L3				L3	LL WC	10 A / C	
L1				L1			
L2				L2			
L3				L3			

Päärakennuksen kaapeleiden mitoitus ja johdotuskuva

Aloitin päivän lisäämällä johdotustiedot sähköpistekuvaan. Kaapelien valintaan käytin standardia SFS 6000-5-52, mihin on koostettu tarvittavat tiedot kaapelien valintaa varten, kuten kaapelointi reitin varrella olevat erilaiset asennus- ja ympäristöolosuhteet (SFS 6000-5-52.). Olin saanut Ca-runalta vastauksen kyselyyni, jossa kysyin verkon oikosulkuvirtaa ja nousujohdon tyyppiä. Ca-runalta saatujen tietojen mukaan pääkeskusta edeltävän verkon oikosulkuvirta oli yksivaiheisena 287 A ja kolmivaiheisena 568 A. Näiden tietojen perusteella sain laskettua kaikkien ryhmien oikosulkuvirrat, ennen vikasuojausta. Loin nousujohtokaavion keskuksista laskentaa varten. Yksivaiheiset oikosulkuvirrat saadaan laskettua D1-käsikirjassa esitetyllä seuraavalla kaavalla 11 (D1-2017 2018, 95.). Kaava 6 johdetaan muotoon, jossa ratkaistavana on virtapiirin kokonaisimpedanssi. Johdetun kaavan avulla lasken esimerkkinä kotasaunalle sijoitettavan ryhmäkeskuksen oikosulkuvirran ennen suojalaitetta.

$$Z = \frac{(c \cdot U)}{(\sqrt{3} \cdot I_k)}$$

Lasketaan ensin pääkeskuksen oikosulkuimpedanssi sijoittamalla kaavaan 11 arvot.

$$Z = \frac{(0,95 \cdot 400 \text{ V})}{(\sqrt{3} \cdot 287 \text{ A})}$$

$$Z = 0,764 \Omega$$

Seuraavaksi lasketaan päärakennuksen ryhmäkeskuksen (RK1) oikosulkuvirta. Laskennassa täytyy ottaa huomioon kaapelin aiheuttama impedanssi. Kaapelin aiheuttama impedanssi lasketaan kaavalla 7. Kaapelin likimääräinen impedanssi saadaan selvitettyä D1-käsikirjassa olevasta taulukosta 41.6 (D1-2017 2018, 96.). Pääkeskukselta menevä syöttö ryhmäkeskukselle toteutetaan MMJ 5x6 tyyppisellä kaapelilla, jonka pituus on 6 metriä. Seuraavaksi sijoitetaan kaavaan 7 pääkeskuksen oikosulkuimpedanssi ja kaapelista muodostuva impedanssi, jonka vastauksena saadaan ryhmäkeskuksen (RK1) oikosulkuimpedanssi.

$$Z_1 = 0,764 \Omega + 2 \cdot 3,660 \Omega/km \cdot 0,006 km$$

$$Z_1 = 0,808 \Omega$$

Päärakennuksen ryhmäkeskuksen oikosulkuimpedanssin ollessa tiedossa saadaan laskettua sen oikosulkuvirta kaavalla 6.

$$I_{k1} = \frac{(0,95 \cdot 400 \text{ V})}{(\sqrt{3} \cdot 0,808 \Omega)}$$

$$I_{k1} = 272 \text{ A}$$

Seuraavaksi lasketaan kotasaunalle menevän syöttö kaapelin aiheuttama impedanssi. Kotasaunan syöttö on suunniteltu MCMK 4x6+6 kaapelilla ja kotasaunalle menevän syötön pituus on 45 metriä.

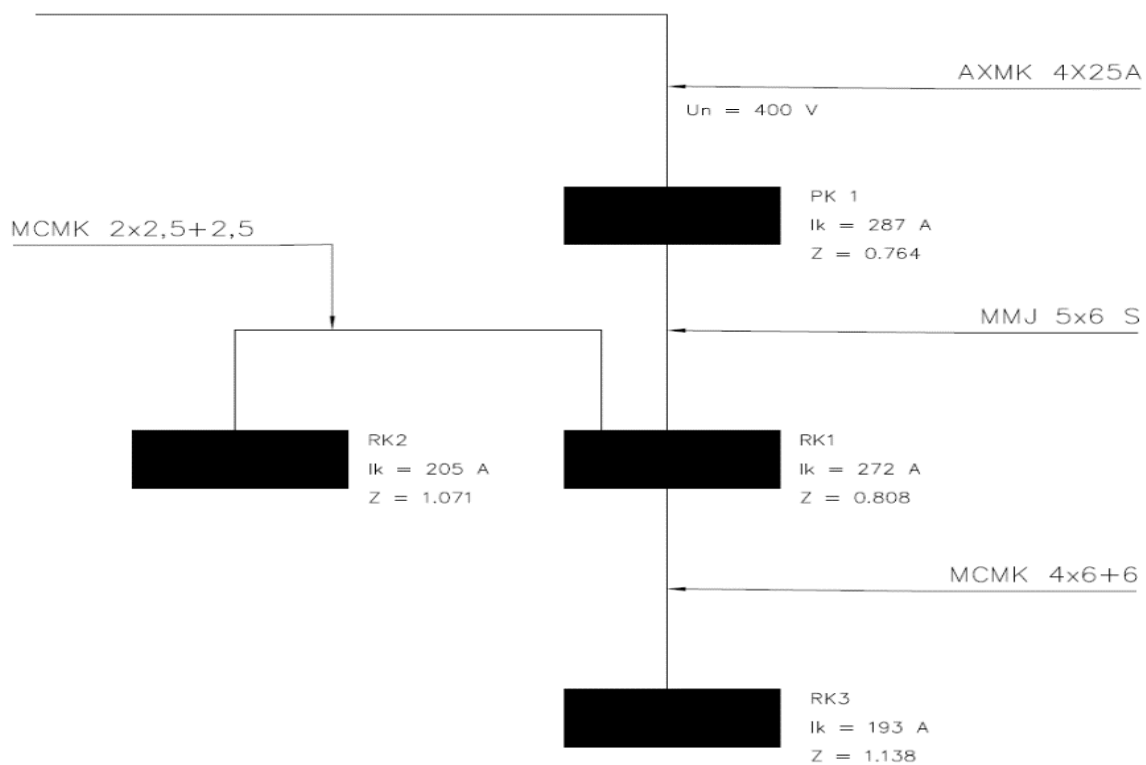
$$Z_3 = Z_1 + 2 \cdot 3,660 \Omega/km \cdot 0,045 km$$

$$Z_3 = 1,138 \Omega$$

Kotasaunan ryhmäkeskuksen oikosulkuimpedanssin ollessa tiedossa voidaan seuraavaksi laskea sen oikosulkuvirta. Laskelman jälkeen on kuva (Kuvio 3.), jossa on nousujohtokaavio ja oikosulkuvirrat laskettuna keskuksille.

$$I_{k3} = \frac{(0,95 \cdot 400 V)}{(\sqrt{3} \cdot 1,138 \Omega)}$$

$$I_{k3} = 192 A$$



Kuvio 3. Nousujohtokaavio.

Oikosulkuvirtojen laskennan jälkeen voin laskennallisesti tarkistaa vikasuojauksien toiminnan. Standardissa SFS 6000-5-52 esitettyjen taulukoiden mukaan voidaan selvittää kaapelien kuormitettavuus eri asennusolosuhteissa (SFS 6000-5-52:2017). Kaavan 1 perusteella voidaan laskea kaapelin enimmäispituus, milloin johdonsuojan automaattinen poiskytkentä toimii lasketussa ajassa (D1-2017 2018, 96.). Laskin jokaisen ryhmän olosuhteiden osalta vaativimman reitityksen vaikutuksen kaapelin kuormitettavuuteen ja jokaisen ryhmän pisimmän kaapelointi etäisyyden. Laskelmien avulla varmistetaan, että valittu kaapeli kestää olosuhteista johtuvan kuormituksen, ja että vikasuojaus toimisi oikein vikatilanteessa (SFS 6000-5-52:2017). Aloitetaan laskemalla päärakennuksen ryhmäkeskuksen suurin sallittu johdinpituus MCMK 4x6+6 kaapelille kaavalla 1, kun johdonsuojakatkaisija on 16 A C-tyyppi, jonka pienin toimintavirta on 160 A.

$$l = \frac{\left(\frac{0,95 \cdot 400 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 160 \text{ A}} - 0,808 \Omega \right)}{(2 \cdot 3,660 \Omega/\text{km})}$$

$$l = 0,076 \text{ km}$$

Kotasaunalle menevän kaapelin enimmäismitta ei ylitä, joten poiskytkentäehto toimii kyseisessä piirissä. Kotasaunan kaapelointipituus ryhmäkeskukselta toiselle (RK1 → RK3) on 45 metriä, josta se kulkee välikatossa 20 metriä ja kulkeutuu 100 mm eristyksen läpi putkeen talon länsireunalla, mistä se jatkaa 25 metriä maan alla putkessa, josta se nousee kotasaunan seinustalla olevaan ryhmäkeskukseen (RK 3). Kaapelin johdonsuojana on 16 A C-tyyppi ja se on 30 mA vikavirtasuojan takana. Näiden tietojen avulla voidaan valita asennustapa standardin SFS 6000-5-52 taulukosta A.52.3 (SFS 6000-5-52:2017, 30.). Asennustavaksi maahan tulee D1 ja sisäosaan B2. Standardin taulukosta B.52.4 voidaan tarkistaa valitun kaapelin kuormitettavuus edellä mainituille asennustavoille. Kaapelin kuormitettavuus D1 asennustavassa on 38 A ja B2 tavassa 34 A (SFS 6000-5-52:2017, 40.).

Seuraavaksi huomioidaan molempien osuuksien kaapelin kuormitettavuuteen vaikuttavat korjauskertoimet. D1 asennustavassa korjauskertoimet tulevat maan materiaalista ja ympäristölämpötilasta (SFS 6000-5-52:2017, 51.). Tässä tapauksessa asennustavan D1 kaapelin korjauskertoimien summa on 1 eli ympäristöolosuhteet eivät vaikuta kaapelin kuormitettavuuteen. B1 asennustavassa täytyy ottaa huomioon kaapelin kulkeutuminen eristeen läpi 100 mm matkalta. Taulukosta 52.X voidaan katsoa kaapelin kuormitettavuuden korjauskertoimeksi 0,81 (SFS 6000-5-52:2017,

16.). Seuraavaksi kerrotaan korjauskertoimilla asennustavan kuormitettavuus, jolloin huomataan, että D1 asennustavassa kuormitettavuus ei muutu, mutta B1 asennustavan kaapelin kuormitettavuus laski 27,54 ampeeriin.

Tarkistetaan paljonko 16 A C-tyyppin johdonsuojan vaadittu vähimmäiskuormitettavuus kaapeleille D1-käsikirjan taulukosta 43.1 ja sieltä saatu vastaus kaapelin vähimmäiskuormitettavuudelle on 18 ampeeria (D1-2017 2018, 138.). Eli kaapelille johdonsuojan asettamat vähimmäiskuormitettavuuden kriteerit täyttyvät. Tarkistetaan vielä kotasaunan ryhmäkeskuksen kauimmaisen ryhmän suurin sallittu kaapelointi pituus MMJ 5x2,5 kaapelille kaavalla 1.

$$l = \frac{\left(\frac{(0,95 \cdot 400 \text{ V})}{(\sqrt{3} \cdot 80 \text{ A})} - 1,138 \Omega \right)}{(2 \cdot 8,770 \Omega/\text{km})}$$

$$l = 0,091 \text{ km}$$

Kauimmaisen ryhmän kaapelin MMJ 5x2,5 S kaapelointipituus on 10 metriä ja suurin sallittu johdonpituus oli 91 metriä, joten vikasuojaus toimii myös kauimmaisessa pisteessä. Kaapelin asennustapa on standardin taulukosta A.52.3 valittuna C, ja taulukon B.52.4 taulukon mukaan kyseisen asennustavan kaapelin kuormitettavuus on 24 ampeeria. (SFS 6000-5-52:2017, 36–40.). Ryhmän johdonsuojana on 16 A B-tyyppin suoja, missä on kaapelin vähimmäiskuormitettavuus oltava 18 ampeeria, joten kyseisen ryhmän vikasuojaus ja kaapeli on mitoitettu oikein (D1-2017 2018, 138.).

Seuraavaksi aloin tekemään heikkovirtasymboleiden ja palovaroittimien johdotuksia. Palovaroittimien johdotus toteutetaan MMJ 3x1,5 S kaapelilla. Antenniryhmän kaapelointi tulee COAX kaapelilla ja Ethernet rasioiden kaapelointi toteutetaan RJ45 S/FTP Cat 6 kaapelilla. Antenni- ja ethernet rasioita ei sijoitettu muualle kuin työhuoneeseen ja olohuoneeseen toimeksiantajan tarpeet huomioiden.

Internet liittymässä tarjoaa Telia Oy parhaimman yhteysnopeuden kiinteistölle. Alustavan keskustelun perusteella on Telialta tulossa asentaja tarkistamaan parhaimman asennuspaikan yhteyksien perusteella mobiiliverkko kytkimelle.

Maadoituskaavio ja salamasuojaus

Kiinteistölle 2010-luvulla suoritettun pääkeskuksen vaihdon yhteydessä on kiinteistölle asennettu 3-vaiheinen syöttö pääkeskukselle. Kiinteistön jakelujärjestelmä on tyypiltään TN-C-S, mutta se muutetaan laajennuksen yhteydessä TN-S järjestelmäksi. Yleisesti ei TN-C-S järjestelmää saa saaneerauskohteissa muuttaa TN-S järjestelmäksi, jos kiinteistön rakennuksissa sijaitsee paljon tietotekniikan laitteistoja tai järjestelmiä. Tämänkaltaisessa tilanteessa olisi vaarana kuormitus- ja vikavirtojen siirtyminen metallisiin rakenteisiin ja putkistoihin (SFS 6000-4-44:2017, 20.).

Päärakennuksen sähkötyöt kuitenkin uusitaan kokonaan ja muiden rakennusten sähköasennukset on kytketty jo TN-S järjestelmän mukaisesti, niin tässä tapauksessa voidaan kyseinen muutostyö tehdä.

Maadoituselektrodi viedään laajennuksen perustuksessa olevaan raudoitukseen ympyrälentkinä ja sidotaan siihen kiinni, jolloin maadoituksen pituudeksi tulee n. 40 metriä (SFS 6000-5-54:2017, 25.). Ympyrälentkin tarkoituksena on estää maadoituksen katkeaminen, vaikka maadoituselektrodi katkeaisi. Maadoitukseen käytetään HK 25/7 kaapelia, joka viedään MK 25 kaapelilla perustuksen vierestä päämaadoituskiskoon (SFS 6000-5-54:2017, 8.). Maadoituselektrodi viedään pääkeskukseen sijoitettavaan päämaadoituskiskoon. Päämaadoituskiskosta viedään MKEM 16 kaapelilla potentiaalitasaukset eri pisteisiin, kuten johtaviin putkistoihin, antenniin, pääkeskukseen, salamasuojauksiin ja vesimittarille. Potentiaali tasauksessa käytettävien kaapeleiden minimi poikkipinta saa olla puolet asennuksen suurimmasta maadoitusjohtimesta, sekä vähintään 6 mm² kuparia, 16 mm² alumiinia tai 50 mm² terästä (SFS 6000-5-54:2017, 17.). Maadoitusjärjestelmän kaapelin poikkipinnan riittävyys voidaan varmistaa kaavalla 2. Lasketaan esimerkkinä pääkeskukselle kulkevan maadoituselektrodin riittävyys. Kaavaan 2 sijoitettava johdinkerroin voidaan laskea kaavalla 3. Aloitetaan johdinkertoimen laskemisella.

$$k = \sqrt{\frac{3,45 \cdot 10^{-3} \cdot (234,5 + 20^{\circ}C)}{17,241 \cdot 10^{-6}} \ln\left(\frac{160}{30}\right)}$$

$$k = 292$$

Kolmivaiheinen oikosulkuvirta oli Carunan ilmoittamana oli 568 A. Seuraavaksi sijoitetaan arvot kaavaan 2.

$$S = \frac{\sqrt{568^2 A \cdot 5,0 s}}{292}$$

$$S \approx 4,5 \text{ mm}^2$$

Kuten tuloksesta huomataan, on maadoituskaapelin poikkipinta-ala riittävä.

Kiinteistön sähköverkkoa varten on selvitettävä, tarvitseeko se ylijännitesuojat mahdollisen salamaniskun muodostaman uhan takia. Kiinteistön salamasuojauksen tarpeellisuus selvitetään kaavalla 4, jonka avulla määritetään onko kiinteistön sijaitseva maantieteellinen sijainti sellainen, missä salamaniskutiheys on huomattava, jolloin on tarpeellista asentaa salamasuojaus kiinteistön rakennuksien suojaksi (SFS 6000-4-44:2017, 13.).

Kaavaa varten täytyy selvittää ennen kiinteistöä olevan verkon rakenne L_p , salamaniskutiheys N_g ja ympäristökerroin f_{env} . Salamaniskutiheys saadaan selville ilmatieteenlaitoksen verkkosivulla olevasta kartasta (Liite 18.) ja verkon rakenne voidaan käydä tutkimassa itse tai selvittää verkon rakentajalta (Ilmatieteenlaitos 2022.). Ympäristökertoimen valinta perustuu standardin SFS 6000-4-44 olevaan taulukkoon (Taulukko 2.). Taulukossa oleva kerroin F riippuu rakennuksen tyypistä. Jos rakennus on vapaa-ajan asunto tai yksittäinen asunto, käytetään kertoimen lukuna arvoa 3.

Taulukko 3. Ympäristökertoimen arvot. (SFS 6000-4-44:2017, 13.)

Ympäristö	F_{env}
Maaseutu ja taajamaympäristö	85 x F
Kaupunkiympäristöh	850 x F

Syöttävä verkko saapuu kiinteistölle 600 metriä suurjännitemaakaapelina, 350 metriä pienjänniteilmakaapelina ja 50 metriä pienjännitemaakaapelina. Seuraavaksi sijoitetaan tarvittavat tiedot kaavaan 5.

$$L_p = 2 \cdot 0,600 \text{ km} + 0,050 \text{ km} + 0,4 \cdot 0 \text{ km} + 0,2 \cdot 0,300 \text{ km}$$

$$L_p = 1,31$$

Seuraavaksi saatu tulos sijoitetaan kaavaan 4. Kaavassa oleva salamaniskutiheyden arvo kiinteistön sijainnilla on 0,4.

$$CRL = \frac{85 \cdot 3}{(1,31 \cdot 0,4)}$$

$$CRL = 487$$

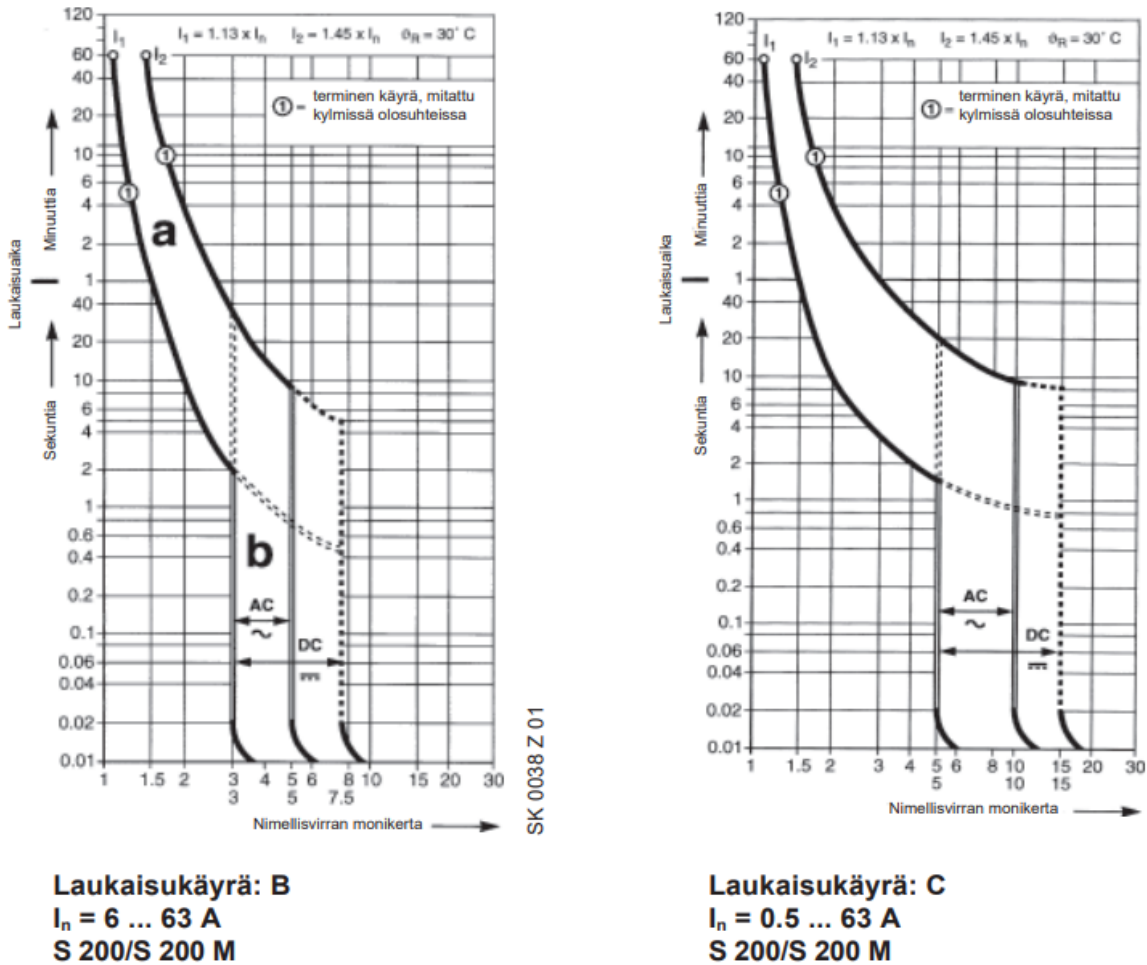
Tuloksesta voidaan päätellä, että ylijännitesuojauks on pakollinen kiinteistölle. Ylijännitesuojauksen suhteen on selvitys Carunan kanssa siitä, onko kiinteistöä ennen olevassa verkossa jo asennettuna ylijännitesuojat, jolloin ei tarvitse lisätä kuin pääkeskukseen C1 tasoinen ylijännitesuojauks, sekä päärakennuksen katolle sijoitettava salamasieppari, joka yhdistetään maadoitusjärjestelmään (SFS 6000-4-44:2017, 13–16.).

Kotasaunan keskus-, taso- ja johdotuskuvat

Lisäsin edellisenä päivänä valitsemani kaapelit keskuskaavioihin ja aloitin tekemään kotasaunan sähköpistekuvia. Keskuskaaviokuvat ovat liitteessä (Liite 13.). Kotasaunalle tuleva syöttö toteutetaan MCMK 4x6+6 kaapelilla. Kaapeli tulee päärakennuksen ryhmäkeskuksesta sisätiloja pitkin rakenteissa rakennuksen länsinurkalle, josta se kulkeutuu putkeen, joka kulkee kotasaunalle. Putki on asennettu standardin mukaisesti suositussyvyyteen 0,7 m, josta se nousee kotasaunan nurkalle (SFS 6000-8-814:2017, 6.). Kuormitettavuuslaskelmat on jo laskettu päärakennuksen ryhmäkeskuksen kaaviokuvien yhteydessä.

Kotasaunalle sijoitetaan toinen ryhmäkeskus, jonka tarkoituksena on suojata siellä olevien piirien turvallinen käyttö mahdollisessa vikatilanteessa. Valitsin kotasaunalle tulevaksi ryhmäkeskukseksi Enston ryhmäkeskuksen malliltaan Esteri ja tyyppinumeroltaan: EVS245.09P. Esterin kokoluokka oli varustukseltaan juuri sopiva ja IP luokituksestaan riittävä, koska sen asennuspaikka on kotasaunan oven vieressä räystäään alla.

Johdonsuojien selektiivisyyden tarkastelussa, päädyin tutkimaan C- ja B-tyyppin johdonsuojakatkaisijoiden laukaisukäyriä, sekä minimitoimintavirtoja. Tutkiskelun perusteella päätin sijoittaa kotasaunan piirit B-tyyppin johdonsuojakatkaisijoiden taakse, koska B-tyyppin laukaisu vaatii pienemmän toimintavirran, sekä toimii nopeammin termisessä, että magneettisessa laukaisussa, kuin C-tyyppin johdonsuoja. Alapuolisessa kuvassa (Kuvio 5.) C- ja B-tyyppin laukaisukäyrät. (ABB Pienjännitekojeet 2022.)



Kuvio 4. B- ja C-tyyppin johdonsuojakatkaisijoiden laukaisukäyrät. (ABB Pienjännitekojeet 2022.)

Selektiivisyyttä tarvitsee tarkastella sen takia, että vikasuojaus toimii vain kotasaunan ryhmäkeskuksella, kun sen ryhmään tulee vika. Tarkoituksena on estää päärakennuksen johdonsuojan laukeaminen, ellei kaapeli kotasaunalle vaurioidu. Johdonsuojien selektiivisyyden toimiessa oikein, estetään haitalliset kerrannaisvaikutukset muualle verkkoon (ST 53.13 2017, 1.).

Kotasaunalle on tulossa pistorasioita, valaisimia ja 3-vaihe pistorasia ulkotilaan kotasaunan seinälle. Kotasaunan viereen on tehty tilavaraus poreammeelle tai uima-altaalle, tämän takia ulkoseinään tuodaan 3-vaihepistorasia ja 2-osainen IP44 pistorasia, joista voidaan taata syöttö poreammeen tai uima-altaan lämmitys- ja kiertovesipumpuille.

Kotasaunan tasokuvaa varten hain kotasaunan toimittajan pohjakuvan, jonka avulla sain tehtyä oikeanalaisen tasokuvan kotasaunasta. Kotasaunan sähköpiste-, sekä johdotuskuvan sain tehtyä vielä viikon päätteeksi.

Viikkoanalyysi

Sain viikon aikana tehtyä kaiken suunnittelemani ja tällä hetkellä suunnittelutyöni etenee aikataulutetusti. Viikon aikana suoritettut selvitykset salamasuojauksesta yllättivät, koska en olisi uskonut salamasuojauksen olevan tarpeellinen kyseiselle kiinteistölle. Ensi viikon tavoitteena olisi saada luotua vanhojen sähköasennuksien dokumentaatiot.

3.4 Viikko 4

Tämän viikon tavoitteena olisi luoda kiinteistön lopuista rakennuksista taso- ja johdotuskuvat, sekä keskuskaavio sivurakennuksen ryhmäkeskuksesta. Loppuviikosta on sovittu toimeksiantajan kanssa palaveri, jonka aikana olisi tarkoitus sopia sähkökalusteiden valinnoista, jotta saisin luotua laite- ja valalainluettelot, minkä perusteella voidaan toteuttaa sähkötarvikkeiden kilpailutus eri toimittajilta.

Vanhan saunan ja jäteveden pumppaamon taso- ja johdotuskuvat

Aloin tekemään vanhasta saunasta ja jäteveden pumppaamosta seuraavaksi tasokuvia. Piirsin saamaan tasokuvaan saunan ja jäteveden pumppaamon. Tasokuvat valmistuivat nopeaa vauhtia piirien vähyyden, sekä huolellisin alkukartoituksen ansiosta. Tasokuva on tarkasteltavissa liitteessä (Liite 9.). Saunan syöttökaapelin kohdalla tarkistin johdonsuojien automaattisen poiskytkennän toimivuuden laskemalla, koska ryhmäkeskus tulee vaihtumaan uuteen ja syötön johdonsuoja vaihtuu 10 A tulppasulakemallista 10 A C-tyyppin johdonsuojaan, jonka piiri on 30 mA vikavirtasuojan

takana. Syöttökaapeli on asennettu putkeen maahan 0,7 m syvyyteen, putken vieressä kulkee jätevedenpumppaamon syöttö omassa putkessaan. Pumppaamon syöttökaapeli on MCMK 4x2,5+2,5. Pumppaamon johdonsuojat sijaitsevat pääkeskuksessa ja ne ovat C-typin 16 A johdonsuojia, piiri on myös 30 mA vikavirtasuojan takana.

Asennustavat on esitetty SFS 6000-5-52 standardissa. Standardin taulukkoa A.52.3 tarkastellessa havaitaan kaapelin asennustavaksi D1 (SFS 6000-5-52:2017, 30.). Asennustavan selvittämisen jälkeen voidaan taulukosta B.52.2 katsoa molempien syöttökaapeleiden laskettu kuormitettavuus kyseisellä asennustavalla D1. Taulukon mukaan MCMK 2x2,5+2,5 kaapelin kuormitettavuus on 29 A ja MCMK 4x2,5+2,5 kaapelin kuormitettavuus on 24 A (SFS 6000-5-52:2017, 38.). Seuraavaksi tarkistetaan 10 A ja 16 A johdonsuojien vaatimat vähimmäiskuormitettavuudet kaapeleille D1-käsittekirjan taulukosta 43.1 ja sieltä saatu vastaus kaapelin vähimmäiskuormitettavuudelle 10 A kohdalla on 13,5 A ja 16 A kohdalla 18 A (D1-2017 2018, 138.). Huomataan, että tämän osalta kaapelointi olisi oikean kaltainen. Tarkistetaan vielä mahdollisten korjauskertoimien vaikutus kaapelin kuormitettavuuteen standardista.

Edellä mainittujen tietojen avulla valitaan standardin taulukosta B.52.19 kahden vierekkäin kulkevan putken korjauskertoimeksi 0,85. Laskelmien jälkeen saunan syöttökaapelin kuormitettavuus on 24,65 A ja pumppaamon 20,4 A. Molempien kaapeleiden tapauksessa voidaan todeta kaapelien kuormitettavuuden riittävän valituilla johdonsuojilla. (SFS 6000-5-52:2017, 54.). Viimeisenä laskin vielä automaattisten johdonsuojien toimivuuden valituissa piireissä kaavalla 1. Molemmissa tapauksissa valitut johdonsuojat toimivat ja kaapelien pituudet eivät olleet liian pitkiä.

Autotallin ja sivurakennuksen taso- ja keskuskuvat

Seuraavaksi aloitin autotallin ja sivurakennuksen tasokuvien piirtämisen, sekä sivurakennuksen keskuskaavioiden tekeminen. Aloitin tekemällä autotallin tasokuvat, jotka valmistuivat suhteellisen nopeasti. Autotallin tasokuva on liitteessä (Liite 10.). Tasokuvien piirtämisen jälkeen päätin vielä varmistaa autotallin syöttökaapelin kuormitettavuuden ja johdonsuojien oikeanlaisen mitoittamisen. Autotallin syöttö tulee pääkeskukselta 16 A C-typin johdonsuojan takaa MCMK 2x2,5+2,5 kaapelilla. Kaapeli on koko matkaltansa omassa putkessa 0,7 m syvyydessä. 16 A C-typin johdonsuojan vähimmäiskuormitettavuus on 18 A. (D1-2017 2018, 138.)

Kaapelin kuormitettavuus asennusolosuhteiden mukaan on 29 A, ja koska muita kaapeleita ei kulje vieressä ja lämpötilakerroin on maa-aineksen johdosta 1,0 voidaan täten todeta kaapeli oikeanlaiseksi (SFS 6000-5-52:2017.). Laskin vielä kaapelin enimmäisjohdonpituuden kaavalla 1 ja varmistin, että johdonsuojien automaattinen poiskytkentä toimii suunnitellusti (D1-2017 2018, 96.). Seuraavaksi siirryin sivurakennuksen keskuskaavion tekemiseen.

Sivurakennuksen ryhmäkeskuksen tyyppikilvestä ottamien tietojen avulla, pystyin etsimään valmistajan keskuskaaviokuvat. Keskuksen valmistaja oli ARSA Oy ja malli A-LC 625+KA. Kotelon sisällä on kuusi tulppavaroke kantaa, jotka tulevat normaalisti 25 A varokeannoilla. Tässä keskuksessa kannat on muutettu sisältämään 3 kappaletta 16 A kantaa ja 3 kappaletta 10 A kantaa. Nykypäivänä tämänkaltaisista muutostöistä täytyy olla muutospöytäkirja olemassa (SFS 6000-5-1, 9–10.).

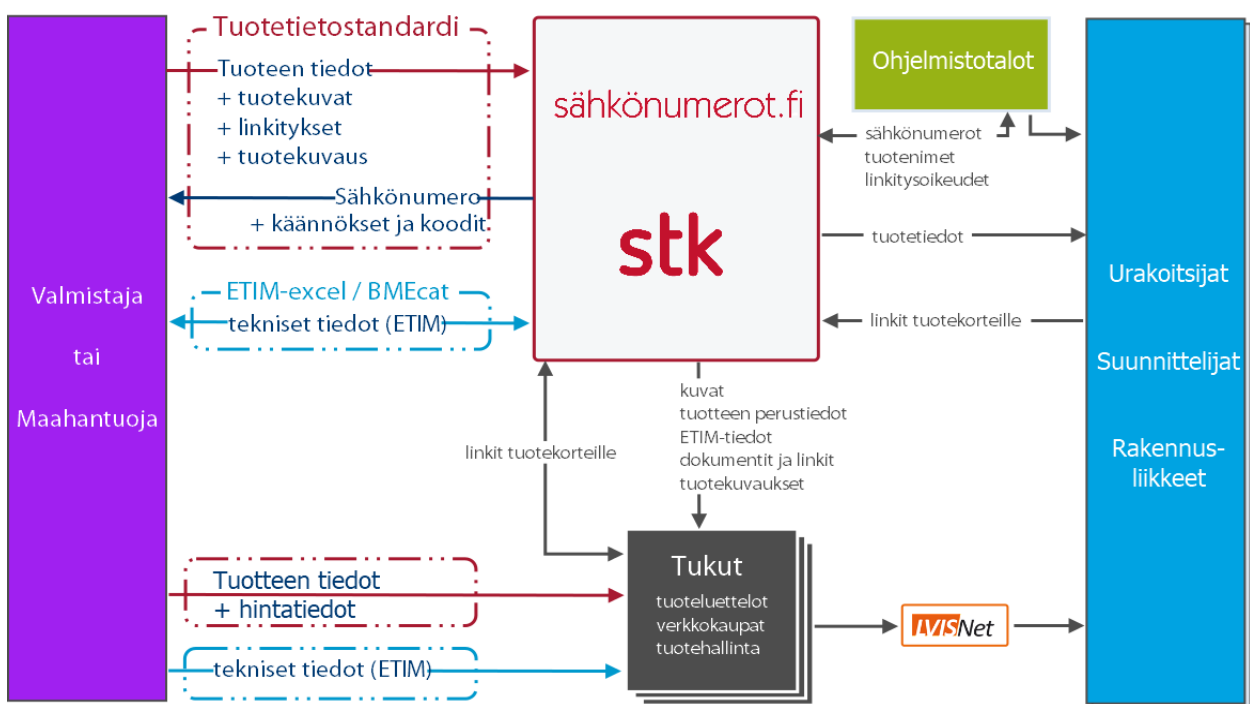
Keskuskaavion tekeminen eteni suunnitellusti ja on tarkasteltavissa liitteessä (Liite 13.). Keskuskaavion tekemisen jälkeen aloitin sivurakennuksen tasokuvan tekemisen. Suoritin laskelmat vielä sivurakennuksen sähköryhmille, jonka perusteella totesin vikasuojauksien ja kaapelien olevan oikein mitoitettuja päärakennuksen ryhmäkeskuksen (RK1) muutoksien jälkeen. Sivurakennuksen ainut muutos on sen syöttökaapelin MCMK 2x2,5+2,5 vikasuojauksen muuttuminen 16 A gG tulppasulakkeesta 16 A C-tyyppin johdonsuojaan ja 30 mA vikavirtasuojaan.

Sivurakennuksen osalta ei ollut tarvetta tehdä muutoksia tämänhetkisiin sähköasennuksiin, koska sivurakennus toimii kokonaisuudessaan vierasrakennuksena ja siellä olevat sähköasennukset riittävät hyvin tämänkaltaiseen käyttöön.

Sähkökalustetietojen lisäys

Viikon päätteeksi kävimme toimeksiantajan kanssa läpi kaikki suunnittelu kuvat. Toimeksiantajani oli tässä kohtaa tehnyt päätöksen käytettävistä sähkökalusteista. Rakennuksen sähkökalusteiksi valittiin ABB:n Jussi sarja, olohuoneen valaisimet ovat malliltaan Airam Cosmo tilt ja päärakennuksen ulkovalaisimet ovat Airam Alppila XL sarjaa. Vessaan tulevat valaisimet eivät olleet vielä tiedossa, joten niitä ei lisätä valaisinluetteloon vielä.

CADMATIC:ssa tietokanta muutoksilla voidaan helposti lisätä sijoitetuille symboleille tuotetiedot, jos projektin alussa ei ole kalustustietoja selvillä. Tietokannassa voidaan käyttää sähkönumerot nimen palvelun tietokantaa, mikä kattaa lähes kaikki yleisesti valmistetut CE hyväksytyt merkin saaneet tuotteet. Sähkönumerot verkkopalvelu on STK:n eli sähköteknisen kaupan liiton ylläpitämä tuoterekisteri. Tuoterekisterissä olevat tuotteet sisältävät yleisesti myös käyttö- ja turvallisuusohjeet tuotteelle, sekä tuotteen kokotiedot. Seuraavassa kuvassa (Kuvio 6.) on esitetty sähkönumerot palvelun toimintaprosessi- ja toimitusketjun tuotetietovirtojen toiminta. (Sähkönumerot 2022.)



Kuvio 5. Sähkönumeroiden toimintaprosessi tuotetietovirtojen suhteen (Sähkönumerot 2022.).

Käyttämällä sähkönumeroita tuotetiedoissa varmistetaan oikeanlaisen tuotteen saamisesta ja suunnittelutyökaluja käyttäessä saadaan suunnitteluohjelmaan yleisesti suoraan oikeat kokotiedot tuotteille. Sähkönumeroilla luodut tuotetiedot voidaan helposti kääntää CADMATIC:ssa laite-, lämmitys- ja valaisinluetteloiksi, jonka avulla saadaan tarvittavien kalusteiden määrät minkä avulla voidaan tarjouskyselyitä tai urakanlaskentaa helpottaa.

Hain kalusteiden sähkönumerot suoraan ABB tuotekatalogin kautta ja varmistin samalla sähkönumerot verkkosivun kautta, että tuote näyttää siltä kuin sen tarkoitus olisi. (ABB asennus ja pienjännitetuotteet 2022.). Valaisimien tiedoille löytyi sähkönumero tietokannasta, vaikka tiettyjen tuotteiden varsinkin valaisimien kohdalla ei aina välttämättä ole sähkönumeroa olemassa. Lisättyäni tuotetiedot sähköpisteille tulostin laite- ja valaisinluettelot. Luettelot ovat tarkasteltavissa liitteissä (Liitteet 16–17.).

Viikkoraportti

Viikko meni vauhdikkaasti eteenpäin ja suunnittelutyö siinä samassa. Tällä viikolla olin tyytyväinen suunnittelun pääosion valmistumiseen, mikä sisälsi tarvittavat kuvat projektin etenemiselle käytännön tasolla. Seuraavan viikon kohteen on taloautomaatio järjestelmien vertaileminen.

3.5 Viikko 5

Viikon tarkoituksena olisi ottaa selvää erilaisista taloautomaatio ja älykoti ratkaisuksista ja selvittää löytyisikö tarkoitukseen sopivaa edukasta järjestelmää. Aion käyttää apuna tuotevertailuita ja eri toimittajien katalogeja, sekä esitteitä, joiden avulla voin perehtyä heidän tarjoamiin taloautomaatio kautta älykoti järjestelmiin.

Taloautomaatio valmistajat

Aloitin etsimään eri valmistajien tuottamia taloautomaatio ratkaisuita. Löysin hyvin tietoa eri valmistajista, sekä tuotevertailuista valmistajien välillä. Valintaani varten tarvitsen taloautomaatio ratkaisun, johon voitaisiin liittää seuraavia järjestelmiä: lattialämmitys, palovaroittimet, jakeluveden virtaus- ja painetiedot, jäteveden pumppaamon hälytys ja toimintatiedot, sekä ulkolämpömittari. Tuotteen pitäisi olla helposti lisättävissä nykyiseen järjestelmään ja siinä pitäisi olla helposti lisättävät laajennusmahdollisuudet tulevaisuutta ajatellen. Seuraavaksi esittelen eri valmistajien tarjoamia älykoti järjestelmiä yleistasolla.

ABB

ABB on sveitsiläinen teollisuuskonserni yritys, jonka valmistama taloautomaatio ratkaisu on nimeltään ABB-free@home. Tämä taloautomaatio ratkaisu tuo erillisen käyttöpaneelin, joka on muokattavissa suunnittelijan osilta asiakkaan haluamaksi. Käyttöpaneelin ja ohjauskytkinten välinen kommunikointi tapahtuu väylässä tai langattomasti, jos asennuksessa käytetään langattomia laitteita, niin laite ei tarvitse kuin 230 V sähkösyötön, muussa tapauksessa laite tarvitsee väyläkaapelin ja sähkösyötön laitteelle. Toimilaitteet voidaan asentaa ryhmäkeskukseen tai integroituna käyttökytkimiin asennuksen yhteydessä, tällä helpotetaan varsinkin saneerauskohteeseen tuotavien toimilaitteiden asennustyötä. (ABB-free@home 2022.)

ABB:n järjestelmä on käytettävissä ohjauspaneelilta, verkosta tai mobiililaitteelta ABB sovelluksen kautta. Järjestelmä on myös hyvin muokattavissa juuri niihin tarpeisiin, miten on tarvetta. Yksi järjestelmä voi sisältää 64 väyläkaapeloitua sekä 64 langatonta laitetta, jolloin järjestelmässä on myös hyvin laajentamisen varaa tulevaisuuteen. Järjestelmän käyttäminen ja omien asetusten tekeminen on tehty helpoksi kuluttajaa varten esimerkiksi tilanteisiin, jossa kuluttaja haluaa valojen himmentyvän ja sälekaihtimien laskeutuvan automaattisesti, kun ilta tulee. (ABB-free@home 2022.)

Fibaro

Fibaro on alun perin puolalainen älykotijärjestelmä, jonka omistaa nykypäivänä italialainen Nice s.P.a yhtiö. Fibaro tarjoaa erilaisia älykoti portaaleita eli hubeja. Fibaron tarjoama portaali hoitaa tiedonsiirron portaalin ja laitteiden välillä Z-wave teknologialla, joka toimii langattomasti. Järjestelmän etuna saadaan helposti jälkikäteen asennettava täysin langattomasti toimiva älykotijärjestelmä, jossa voidaan sijoittaa laite, jopa 150 metrin päähän portaalista. Fibaron portaalit ovat käyttäjän itse ohjelmoitavissa, ja sen jälkeen käytettävissä älypuhelin sovelluksen tai verkkosivun kautta. Laitteiksi voidaan valita, minkä tahansa valmistajan tuote, joka on yhteensopiva Z-wave teknologian kanssa. Tuotteita on tarjolla laajasti erilaisiin käyttötarkoituksiin, ja laitteiden sähkösyöttö voidaan toteuttaa laitteesta riippuen, paristoilla, akuilla tai fyysisellä kaapeloinnilla. (Fibaro 2022.)

Fibaron tarjoama Home center 3 on ominaisuuksiltaan paras ratkaisu, heidän tarjoamistaan tuotteista laajennettavuuden ja tietoliikenne protokollien kattavuuden takia.

Cozify

Cozify on suomalainen älykoti portaalien valmistaja. Cozify tarjoaa markkinoille kuluttajalle ja ammattilaisille suunniteltuja erillisiä malleja. Cozify ION on kuluttajille tarkoitettu portaali, joka käyttää tiedonsiirrossa laitteiden välillä Z-wave ja Zigbee verkkoja. Järjestelmän käyttöönotto on yksinkertainen ja kuluttaja voi helposti lisätä ja muokata erilaisia toimintatiloja puhelimestaan sovelluksen kautta. Järjestelmään on mahdollista lisätä laaja määrä erilaisia tuotteita, jotka käyttävät edellä mainittuja tiedonsiirtoväyliä, mutta järjestelmän valmistaja ei lupaa kaikkien laitteiden toimintaa, ellei tuotetta löydy soveltuvuus taulukosta valmistajan sivuilta. Cozify soveltuu varsinkin saneerauskohteisiin. (Cozify 2022.)

Homey

Homey on alankomaalaisen Athom B.V yrityksen älykoti portaali. Homey tarjoaa laajimmat tiedonsiirtoväylät verrattuna muihin edellä mainittuihin valmistajiin. Homey:llä on myös täten kattavin määrä siihen liitettäville laitteille. Laitteiden liittämiseen ja portaalin käyttöönottoon on laadittu kattavat ja selkeät ohjeet. Järjestelmää käytetään puhelimesta sovelluksen kautta. Järjestelmään voidaan asettaa erilaisia toimintatiloja, kuten valojen päälle laitto samalla, kun ovikello soi. Järjestelmää voidaan myös ohjelmoida OpenSource alustalla. Järjestelmä sopii saneerauskohteisiin. (Homey 2022.)

Vertailu

Aloitetaan ABB-free@home järjestelmästä. Kyseinen järjestelmä on todella kattava järjestelmä, jonka avulla voidaan luoda uniikki älykoti kiinteillä ratkaisuilla, jossa halutaan suurin osa kodin sähkölaitteista siirtää logiikan perään. Järjestelmä suunnittelussa on tärkeää ottaa huomioon tulevaisuuden laajennukset ja asiakkaan mielipidettä täytyy kuunnella tarkasti, jotta älykodista saadaan onnistunut projekti. Järjestelmän asennus on laaja-alainen, sekä tarvittavat sähkökalusteet ja logiikat ovat mittava kustannuserä varsinkin laajennustyöhön suhteutettuna. Etuna tämänkaltaisessa

järjestelmässä on niin sanottu avaimet käteen paketti, jolloin toimeksiantaja kertoo vaatimuksensa järjestelmälle ja loput hoitaa urakoitsija. Uudisrakentamiseen kyseisen järjestelmän asentaminen on kannattavaa, ellei jopa suotavaa, koska tällöin voidaan helposti luoda juuri asiakkaan haluama koti, jonka avulla parannetaan talon energiatehokkuutta ja mukavuutta. (ABB-free@home 2022.)

Fibaron Homecenter 3, Homey Pro ja Cozify ION ovat kaiken kattavia älykoti portaaleita, joihin on mahdollisuus lisätä kattavasti markkinoilla olevia älylaitteita toimimaan keskenään yhtä sovellusta käyttäen. Portaalin etuna on sen käyttöönotto laitteiden kanssa, jolloin ei välttämättä vaadita lainkaan sähköurakoitsijaa, ellei kuluttaja esimerkiksi halua lisätä releohjauksia ryhmäkeskukseen tai kytkimien taakse, johtuen tästä on portaalin laajennusmahdollisuudet huomattavasti helpommin toteutettavissa tulevaisuudessa toimeksiantajani näkökulmasta. Portaalien kokonaishankintakustannukset ovat edullisemmat, sekä joustavammat, johtuen markkinoiden kattavasta tuote tarjonnasta. (Fibaro 2022; Homey 2022; Cozify 2022.)

Loppujen lopuksi portaalien välillä ei ollut suuria eroja ja päädyin valitsemaan Cozify ION portaalin suositeltavaksi älykotijärjestelmäksi. Pääasiallisena valinta perusteena toimi toimeksiantajan vaatimukset laitteelle ja sen laajennettavuudelle, mutta olen myös tehnyt subjektiivisen valinnan liittyen järjestelmiin ja siihen minkä itse voisin kyseisessä tilanteessa valita älykotijärjestelmäksi. Otin huomioon myös valinnassani ST-kortissa mainittuja suosituksia ja ohjeistuksia taloautomatiojärjestelmälle (ST 701.31 2018.). Lopullinen ratkaisu eri portaali valmistajien välillä johtui Cozifyn lupaamista ohjelmistopäivityksistä, sekä sovelluksen oleminen suomenkielisenä. Liitteessä (Liite 19.) on taulukko, jossa on vertailtu älykoti järjestelmiä ja näiden hankintakustannuksia.

Viikkoraportti

Viikon tavoitteet onnistuivat hyvin. Sain mielestäni valittua juuri oikeanlaisen älykoti ratkaisun, jolla voidaan kustannustehokkaasti toteuttaa kiinteistöön älykoti järjestelmä.

4 Pohdinta ja johtopäätökset

Työn tavoitteena oli luoda kiinteistölle tulevan laajennuksen sähkö- ja automaatio suunnittelu, sekä kiinteistöllä sijaitsevien muiden rakennusten sähköasennuksien kartoittaminen, dokumentointi ja niiden mahdollisten sähkösuunnitelmien tekeminen tarvittaessa. Työn tuloksena saavutettiin onnistuneet sähkösuunnittelu dokumentaatiot ja taloautomaatio järjestelmien vertailu, joista käy selkeästi esille jokaisen erillisen järjestelmän hyvät ja huonot puolet, sekä niiden hankintakustannukset.

Päärakennuksen ja kotasaunan sähkösuunnitelmat onnistuivat suunnitellusti ja toimeksiantajani oli niihin tyytyväinen. Muiden rakennusten sähköasennuksien kartoittamisessa otettiin selvää, onko vanhojen rakennuksien sähköasennuksien kunto riittävä, sekä mahdollista käyttää TN-S järjestelmässä. Kartoittamisen lopputuloksena on kaikki kiinteistöllä olevat sähköasennukset saatu kartoitettua ja dokumentoitua. Vanhojen sähköasennuksien dokumentoinnilla ja tarkistamisella on varmistettu sähköasennuksien kunto tulevaisuutta ajatellen, sekä varmistettu vanhojen sähköasennuksien yhteensopivuus TN-S järjestelmän kanssa.

Opinnäytetyössä suoritettujen komponenttien ja johdinten mitoitus on suoritettu standardisajoissa esitettyjen laskentakaavojen ja vaatimusten mukaisesti. Raporttiin on tuotu ilmi selkeästi jokainen käytetty menetelmä millä on toteutettu laskentoja tai suunnitteluvalintoja. Suunnittelu työn lopputulokset on tarkistanut noin 19 vuotta alalla työkseen toiminut sähkö- ja automaatio alan työnjohtaja, jolta löytyy kokemusta laaja-alaisesti teollisuuden ja kotitalouksien sähkö- ja automaatioasennuksista.

Taloautomaation kohdalla toimeksiantajani päätti kaapeloida alustavasti jätepumppaamon hälytyksen merkkivalon vanhan saunan kulmalle, josta hän voi sen helpommin havaita. Taloautomaatio järjestelmien tarjoamista ominaisuuksista oli toimeksiantajani kiinnostunut, mutta ei kokenut tällä hetkellä mittavaa tarvetta hankintakustannusten takia hommata älykoti- tai taloautomaatio järjestelmää.

Sähkösuunnittelua vaikeutti osaltaan saneerauskohteen aiheuttamat selvitystyöt, koska se tuotti enemmän tarvetta selvittää ja kartoittaa olemassa olevien sähköasennuksien tilaa, jotta pystytään

varmistamaan vikasuojauksien toimivuudesta, toisinkuin uudiskohteen kohdalla, jossa kaikki suunnittelu toteutettaisiin uutena suunnittelutyönä. Sähkösuunnittelua varten Excelillä tekemäni laskentapohjat helpottivat suuresti laskelmointityötä. Raportin kirjoittamisen aikana on julkaistu uudet versiot standardisarjoista, joten sähkösuunnittelu on toteutettu vanhojen standardien mukaisesti. Uusiin standardisarjoihin on lisätty kaksi uutta standardia ja siinä on myös korjauksia ja lisäyksiä vanhoihin standardeihin. Suunnittelutyön aikana minulla ei ole ollut mahdollisuutta perehtyä uusiin standardeihin lisenssien puuttumisen takia.

Päiväkirjamainen opinnäytetyö tämänkaltaisessa projektissa tuotti hetkittäin ongelmia aiheiden rajaamisen suhteen, sekä viitteiden tuomisen kanssa tekstiin. Rajaamisen vaikeus korostui, kun työselostukseen piti tuoda yksiselitteistä ja tiivistettyä tekstiä, kuitenkin huomioiden tieteellinen pohja, jolloin oli vaikea rajata tekemiänsä asioita selkeästi. Tämänkaltaisen suunnittelutyön raportointi sopisi paremmin perinteisillä opinnäytetyö pohjilla kirjoitettavaksi, jolloin työn raportoinnin pystyisi selkeämmin rajaamaan tiettyihin osa-alueisiin, jolloin alueiden tiivistäminen olisi helpompaa.

Opinnäytetyön tekemisen aikana opin paljon huomioitavia asioita, joita tämänkaltaisessa suunnittelutyössä tarvitaan. Työn aikana huomiomani asiat liittyivät omiin toimintatapoihin ja oletuksiin, jotka havaitsin varsinkin, kun varmistin käyttämieni tietojen todistettavuutta. Tämän johdosta kehityin tiedonhaussa ja esimerkiksi erilaisten vaatimusten ja määräysten tulkinnessa.

Lähteet

Tiainen, E. (toim.) 2018. D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo: Sähköinfo Oy. Viitattu 29.5.2022.

SFS 6000-5-52:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5–52: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Johtojärjestelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 17.6.2022 <https://janet.finna.fi/> , SFS-Online

SFS 6000-5-51:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5–51: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Yleiset säännöt. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 17.6.2022 <https://janet.finna.fi/> , SFS-Online

SFS 6000-5-54:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5–54: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen ja suojaohjaimet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 28.6.2022 <https://janet.finna.fi/> , SFS-Online

SFS 6000-6:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 6: Tarkastukset Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 4.7.2022 <https://janet.finna.fi/> , SFS-Online

SFS 6000-8-814:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 8–814: Täydentävät vaatimukset. Kaapelien asentaminen maahan tai veteen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 29.5.2022 <https://janet.finna.fi/> , SFS-Online

SFS 6002:2015 + A1:2018. Sähkötyöturvallisuus. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 15.6.2022 <https://janet.finna.fi/> , SFS-Online

SFS 6001:2018. Suurjännitesähköasennukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 15.6.2022 <https://janet.finna.fi/> , SFS-Online

SFS 6000-1:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: Peruseriaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 16.6.2022 <https://janet.finna.fi/> , SFS-Online

SFS 6000-4-44:2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 4–44: Suojausmenetelmät. Suojaus jännitehäiriöiltä ja sähkömagneettisilta häiriöiltä. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 16.6.2022 <https://janet.finna.fi/> , SFS-Online

Pekka, K. 2018 ST 53.21 Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset. Viitattu 4.7.2022 <https://severi.sahkoinfo.fi/item/580?search=53.21>

Antti, L. 2018 ST 701.31 Kotiautomaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutusperiaatteet. Viitattu 18.7.2022 <https://severi.sahkoinfo.fi/item/4748?search=701.31>

Kari, N. 2016 ST 25.20 Sähköinen varustetaso omakotitalossa. Viitattu 4.7.2022 <https://severi.sahkoinfo.fi/item/445?search=varustetaso>

Sähkötieto Oy. 2013 ST 51.22 Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus. Viitattu 5.7.2022 <https://severi.sahkoinfo.fi/item/529?search=51.22>

Pasi, P. 2017 ST 53.13 Sähköverkon suojauksen selektiivisyys. Viitattu 11.7.2022 <https://severi.sahkoinfo.fi/item/529?search=53.13>

Finni, Hietaniemi ja Karppinen. 2021 ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Viitattu 28.6.2022 <https://severi.sahkoinfo.fi/item/529?search=51.22>

Martti, A. 2017 ST 53.16.01 Rakennusten salamasuojaukset. Viitattu 10.7.2022 <https://severi.sahkoinfo.fi/item/580?search=53.16.01>

CADMATIC Electrical ohjelman esittely www-sivuilla 15.6.2022. Viitattu 15.6.2022.

<https://www.cadmatic.com/fi/construction/ohjelmistoratkaisut/cadmatic-electrical/>

1135/2016 Sähköturvallisuuslaki. Viitattu 14.6.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>

1434/2016 Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. Viitattu 14.6.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161434?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1434>

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161434?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1434>

1439/2016 Valtioneuvoston asetus räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettäväksi tarkoitettujen laitteiden ja suojausjärjestelmien vaatimuksenmukaisuudesta. Viitattu 14.6.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161439?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1439%2F2016>

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161439?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1439%2F2016>

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161439?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1439%2F2016>

1437/2016 Valtioneuvoston asetus sähkölaitteiden turvallisuudesta. Viitattu 14.6.2022.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161437?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1437%2F2016>

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161437?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1437%2F2016>

1435/2016 Valtioneuvoston asetus sähkötyöstä ja käyttötyöstä. Viitattu 14.6.2022.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161435?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1435%2F2016>

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161435?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=1435%2F2016>

Standardisointi Suomessa ja maailmalla uutinen www-sivuilla 16.6.2022. Viitattu 16.6.2022.

<https://sfs.fi/osallistu-ja-vaikuta/standardisointi-suomessa-ja-maailmalla/>

Standardien asema vaatimustenmukaisuuden osoittamisessa www-sivuilla 16.6.2022. Viitattu

16.6.2022. <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/vaatimustenmukaisuus/standardien-asema-vaatimustenmukaisuuden-osoittamisessa>

<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/vaatimustenmukaisuus/standardien-asema-vaatimustenmukaisuuden-osoittamisessa>

3/11 Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta. Viitattu 29.6.2022.

https://www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf

ABB Ratkaisut kodin ja kiinteistön sähköistykseen E-katalogi 18.7.2022. Viitattu 18.7.2022.

[https://www.expressmag-net.eu/pub/177/ABB Tuoteluettelo kodin ja kiinteiston sahkoistus/#p=1](https://www.expressmag-net.eu/pub/177/ABB_Tuoteluettelo_kodin_ja_kiinteiston_sahkoistus/#p=1)

D1-2017 käsikirjan esittely www-sivuilla 10.6.2022. Viitattu 10.6.2022

<https://www.sahkoinfo.fi/product/1400>

ABB Pienjännitekojeet E-katalogi 18.7.2022. Viitattu 18.7.2022. <https://library.e.abb.com/public/6b2e3b61cdc65b49c2256e7e0026aeb4/1SCC400004C1801.pdf>

Fibaro tuote esittely ja tekninen dokumentaatio www-sivulta 19.7.2022. Viitattu 19.2022.

<https://www.fibaro.com/en/>

Cozify tuote esittely ja tekninen dokumentaatio www-sivulta 19.7.2022. Viitattu 19.2022.

<https://www.cozify.fi/>

Homey tuote esittely ja tekninen dokumentaatio www-sivulta 19.7.2022. Viitattu 19.2022.

<https://homey.app/en-us/homey-pro/>

ABB free@home tuote esittely ja tekninen dokumentaatio www-sivulta 19.7.2022. Viitattu 19.7.2022. https://new.abb.com/low-voltage/fi/tuotteet/kiinteistoautomaatio-kotiautomaatio/ratkaisut/freeathome?gclid=Cj0KCQjwgO2XBhCaARIsANrW2X2Au-FRmM7Oe6eruVWHF0m3pkBM9XTHRI66rQfhtQ5_bXohXmGCZBUaAnH3EALw_wcB

SFS tietoa uudistetuista standardeista www-sivuilla 12.8.2022. Viitattu 12.8.2022. https://sfs.fi/sfs-ry/?gclid=CjwKCAjwo_KXBhAaEiwA2RZ8hNAxZxLLCBjOFx0Y8iYfXPkjoy0MizbdxF3ysY3rQJrpR1ir593AXhoCM2AQAvD_BwE

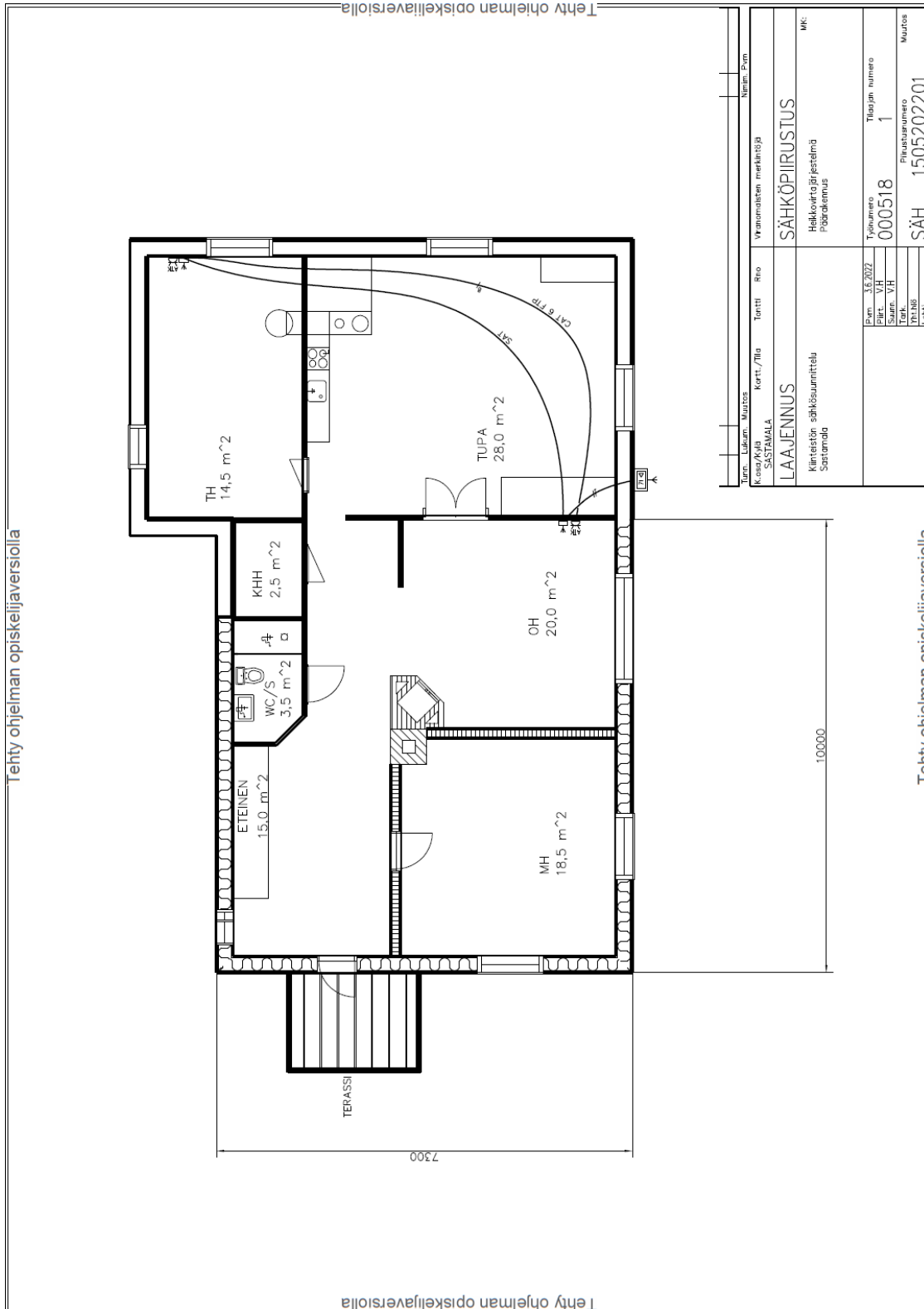
Sähköinfo Severi käyttöoikeussopimukset tietoarkiston käytölle www-sivulla 18.6.2022. Viitattu

19.6.2022. <https://severi.sahkoinfo.fi/>

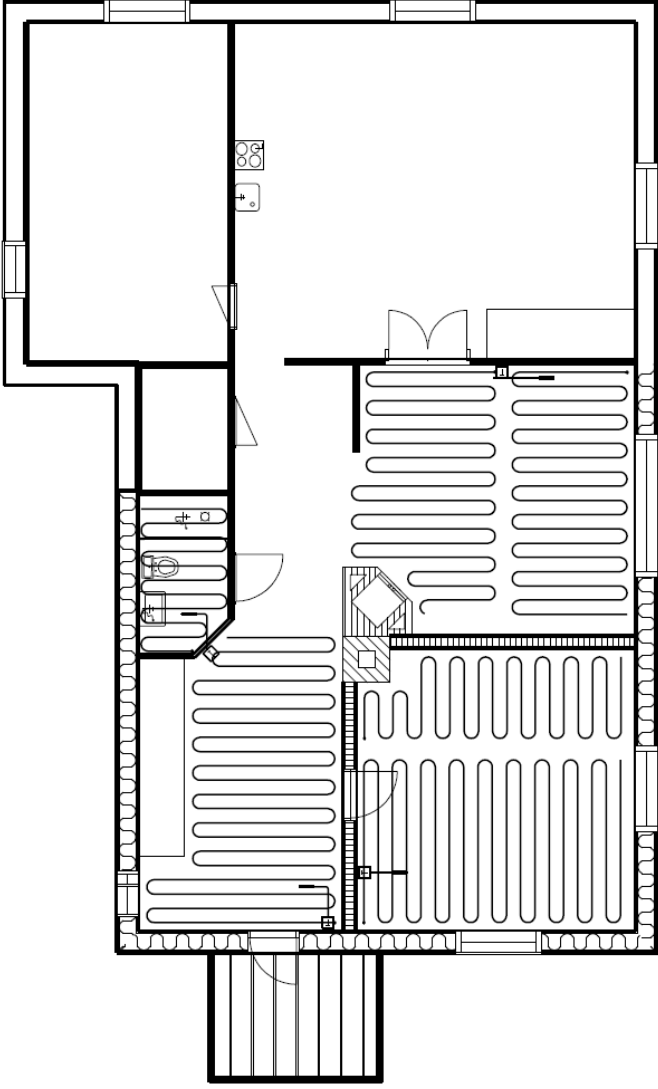
SFS Online esittely www-sivulla 18.6.2022. Viitattu 18.6.2022. <https://online.sfs.fi/fi/index.html.stx>

Liitteet

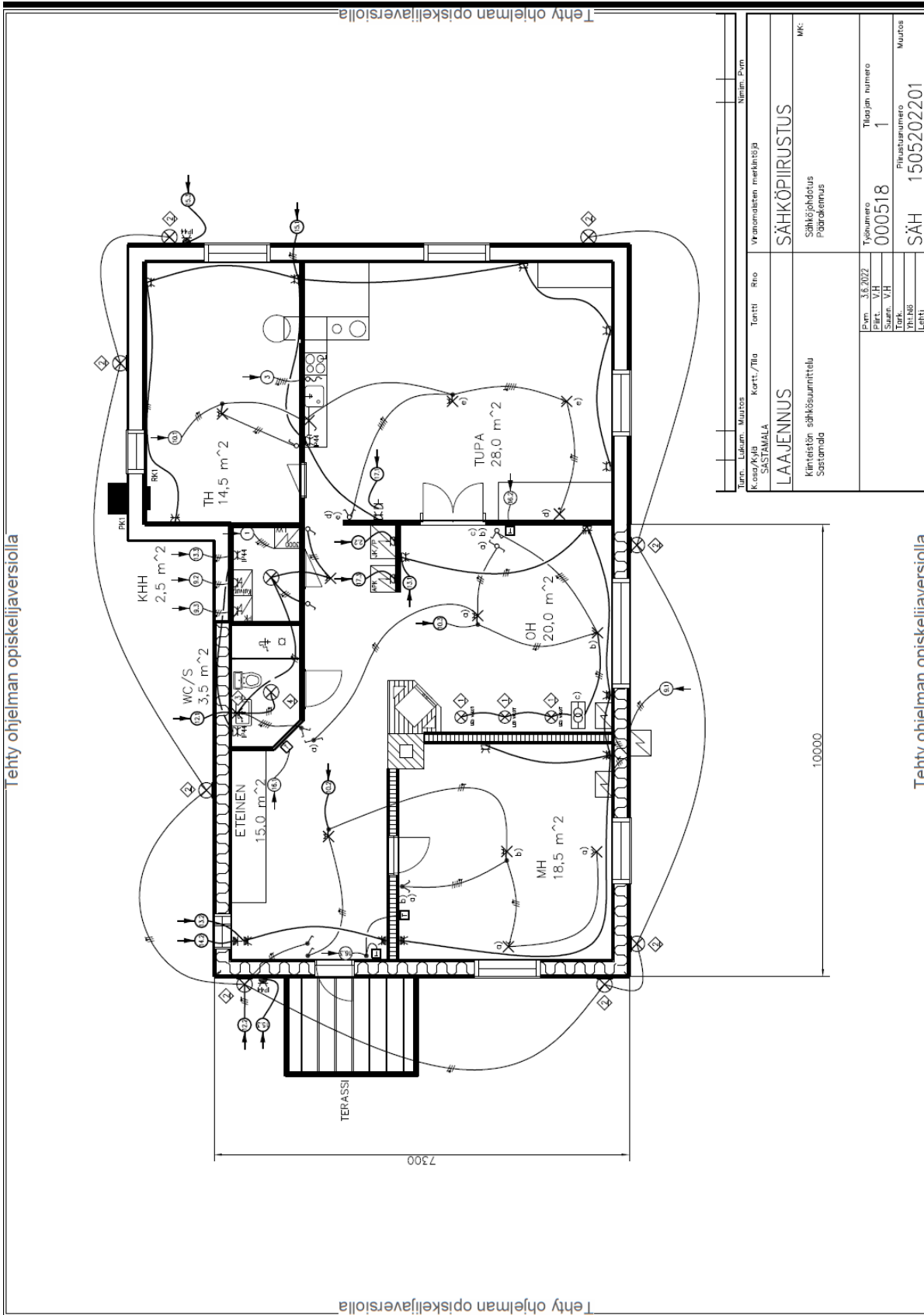
Liite 1. Päärakennus heikkovirtapiirros



Liite 2. Päärakennus lattialämmitys

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla		Tehty ohjelman opiskelijaversiolla	
		Tehty ohjelman opiskelijaversiolla	
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimi, Pvm
Kosa/Kyla	Kortt./Tila	Riio	Vrantaisten merkintä
SASTAMALA	LAAJENNUS		SÄHKÖIIRUSTUS
Kilteisten sähkösuunnittelu		Lattialämmitys	
Sastamala		Pöytäkirja	
Pvm.	3.6.2022	Työnumero	Tilauksen numero
Piirt.	VH	000518	1
Suunn.	VH		
Tark.			
TH:RIG			
Lehti		SÄH	Piustanumero
			1505202201
			Muutos

Liite 4. Päärakennus taso- ja johdotuskuva



Tarv. Lukum. Muutos	Kortt./Tila	Tontti	Rio	Viipomusten merkintöjä	Nimi	Pvm
	Kosa/Kyla SASTAMALA					
LAAJENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
Käsitöiden sähkösuunnittelu Sastamala				Sähkösuunnittelu Päärakennus	MK:	
Pvm.	3.6.2022	Työnumero	000518	Tilauksen numero	1	
Piirt.	VH	Suunn.	VH			
Tark.						
Yhtymä						
Lehti						
				SÄH	1505202201	Muutos

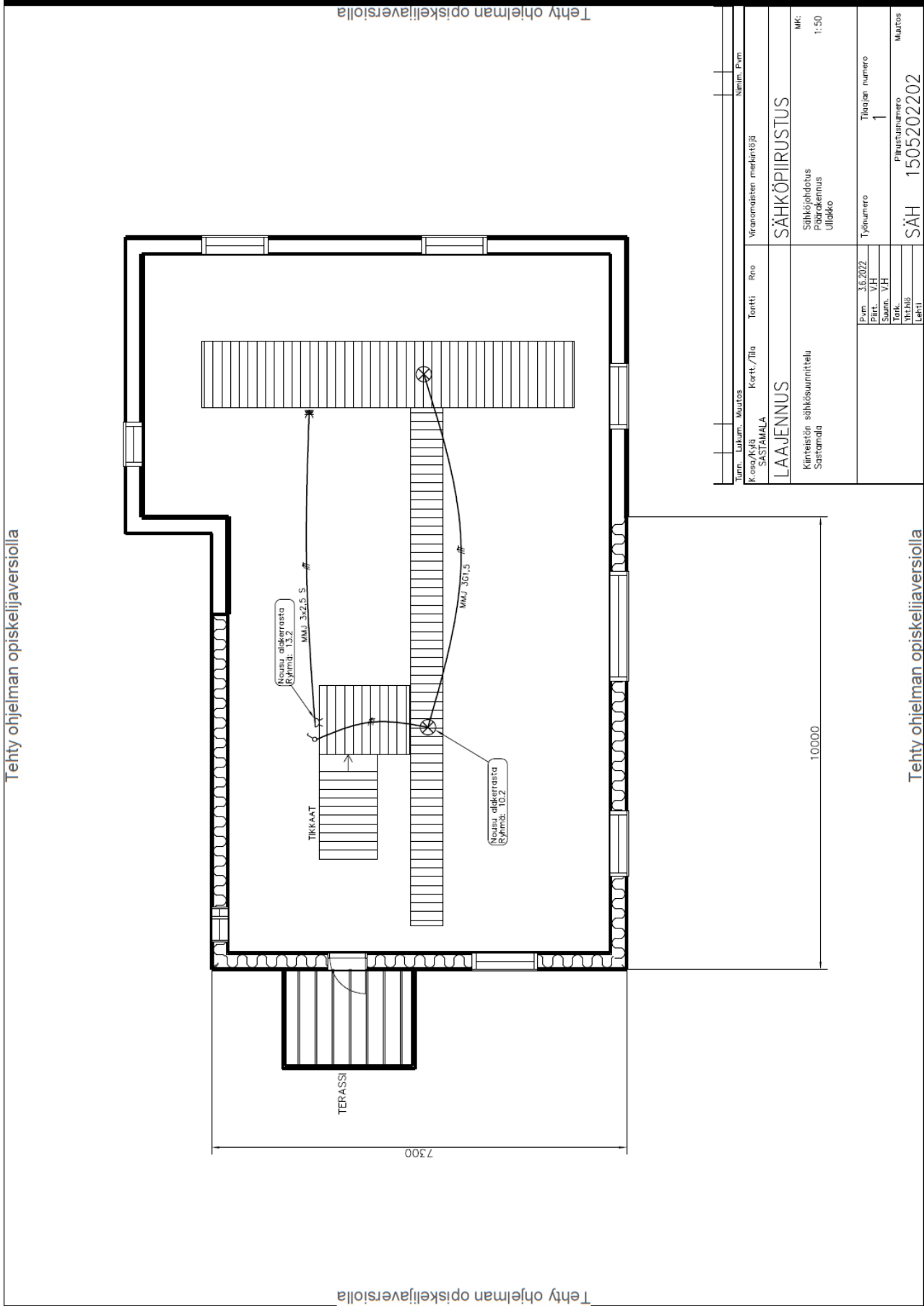
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Liite 5. Päärakennus ullakko taso- ja johdotuskuva



Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

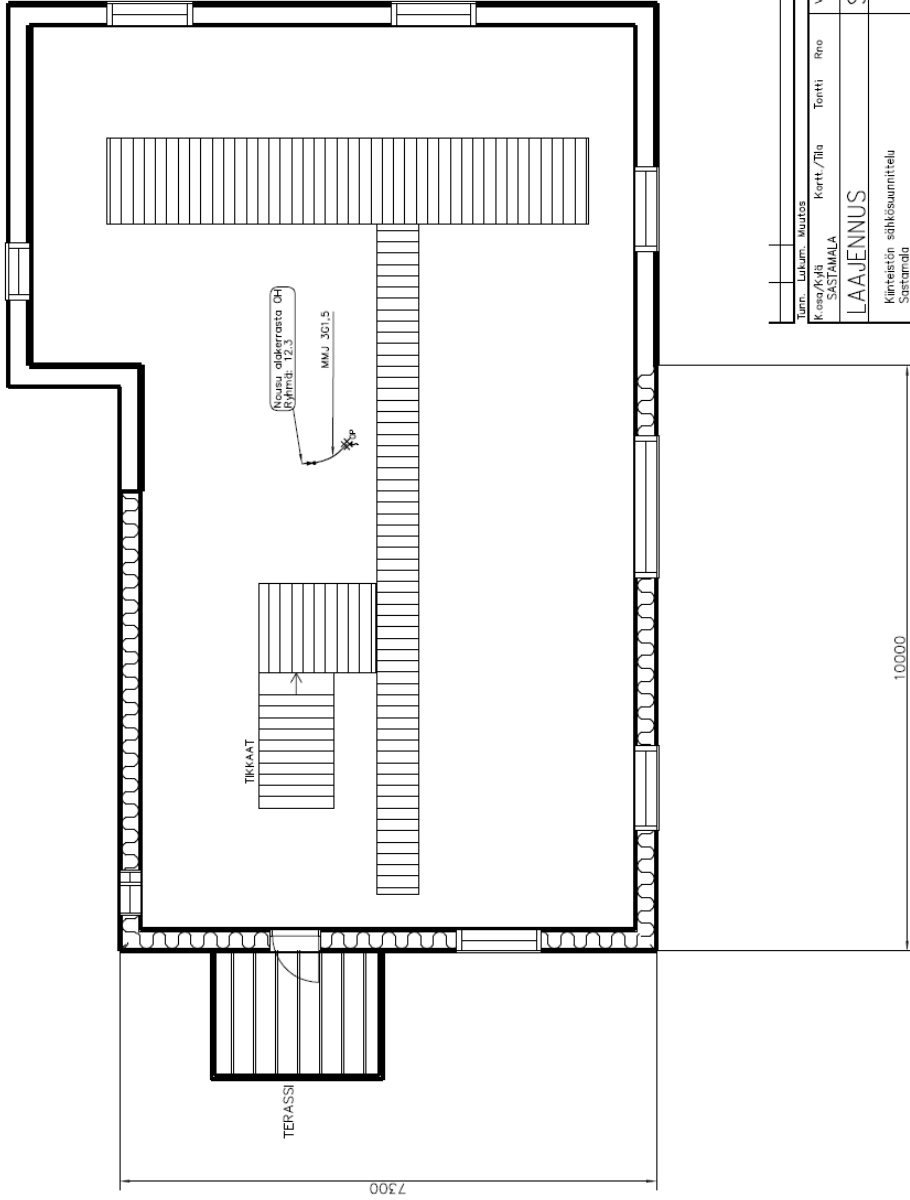
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Liite 6. Päärakennus ullakko palovaroitin

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



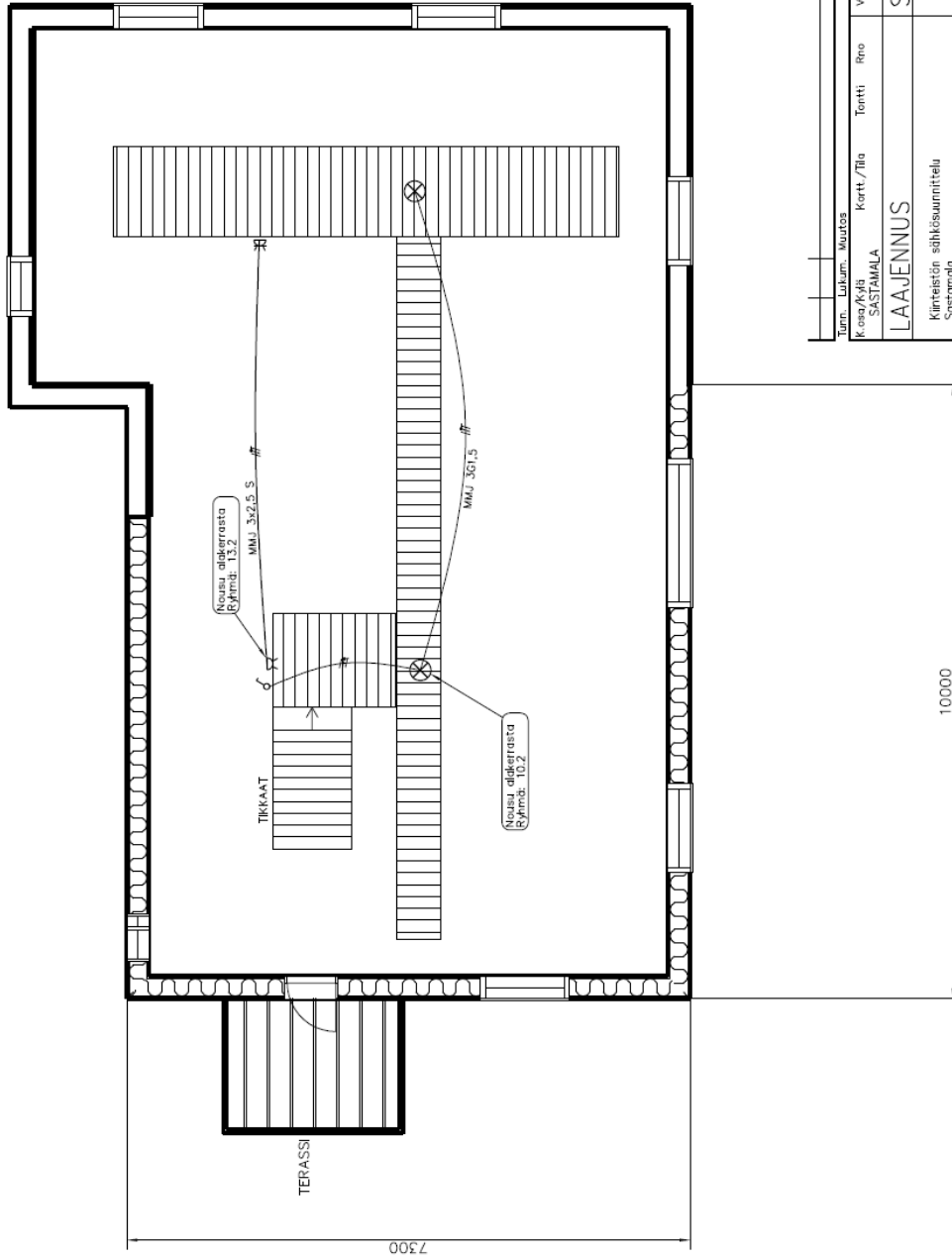
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Luon.	Luok.	Muutos	Kortti / Tila	Torhti	Reno	Varausten merkintä	Nim.	Pvm
			3A37/ALULA			SÄHKÖPIIRUSTUS		
LAAJENNUS							MK:	
Kilteiston sähkösuunnittelu							Päärakennus	
Sastamala							Ullakko	
							MK: 1:50	
							Työnnumero	
							1	
							Tilauksen numero	
							1	
							Pilausnumero	
							SÄH 1505202202	
							Muutos	

Liite 7. Päärakennus ullakko taso- ja johdotuskuva

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



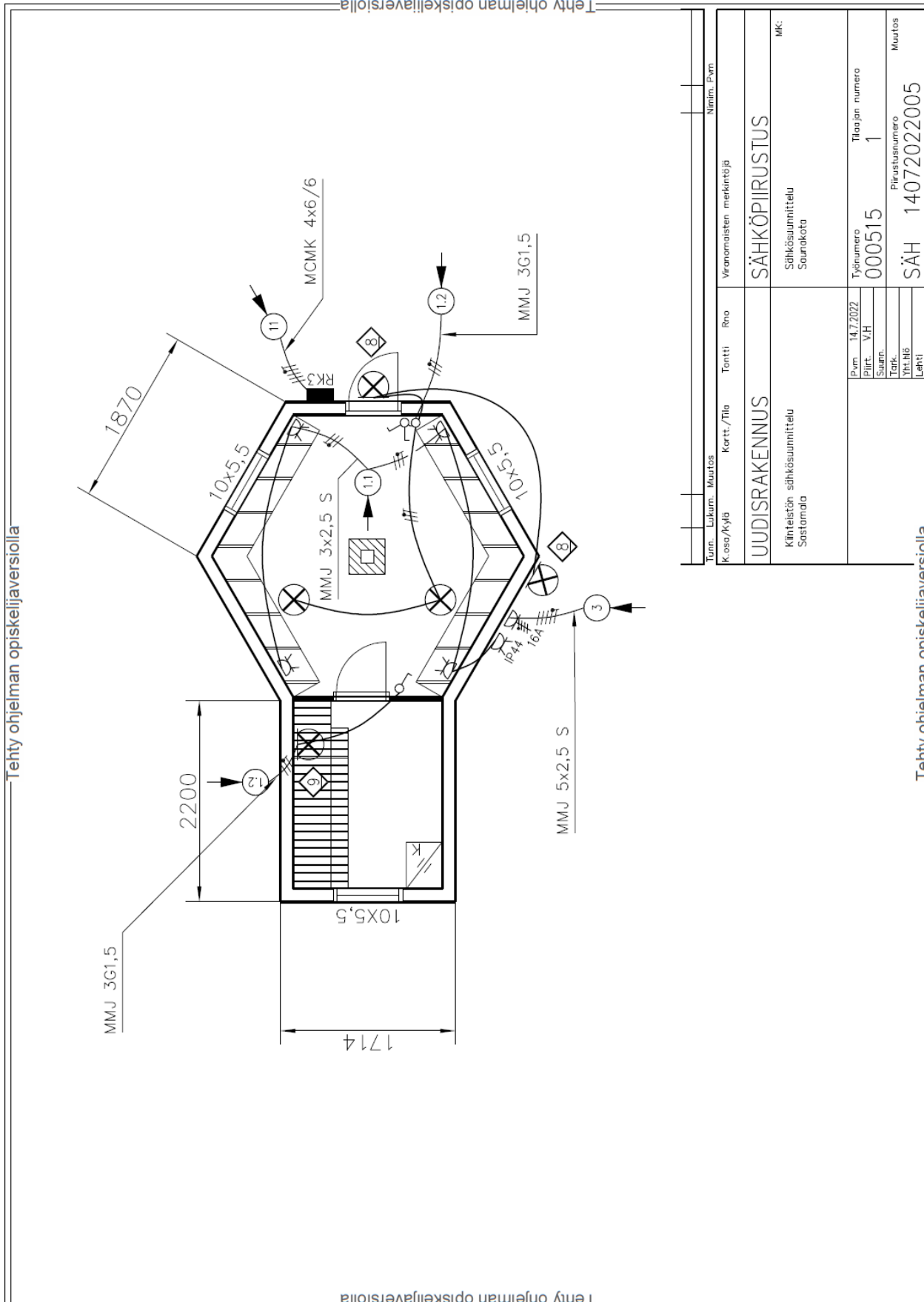
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tunnus	Lohkonumero	Kortti / Tila	Tontti	Reno	Viranomaisen merkintä	Suunn. Pvm
		SASTAMALA				
LAAJENNUS		Käsitteellisen sähkösuunnittelu		SÄHKÖPIIRUSTUS		Mk:
		Suunnitella		Päärakennus		1:50
				Ullakko		
Pvm.	3.6.2022	Työnumero	Tilauksen numero			
Piirt.	V.H	Suunn.	V.H	1		
Tonk.		Yht.His		Pilausnumero		
Lehti		SÄH		1505202202		Muutos

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Liite 8. Saunakota taso- ja johdotuskuva

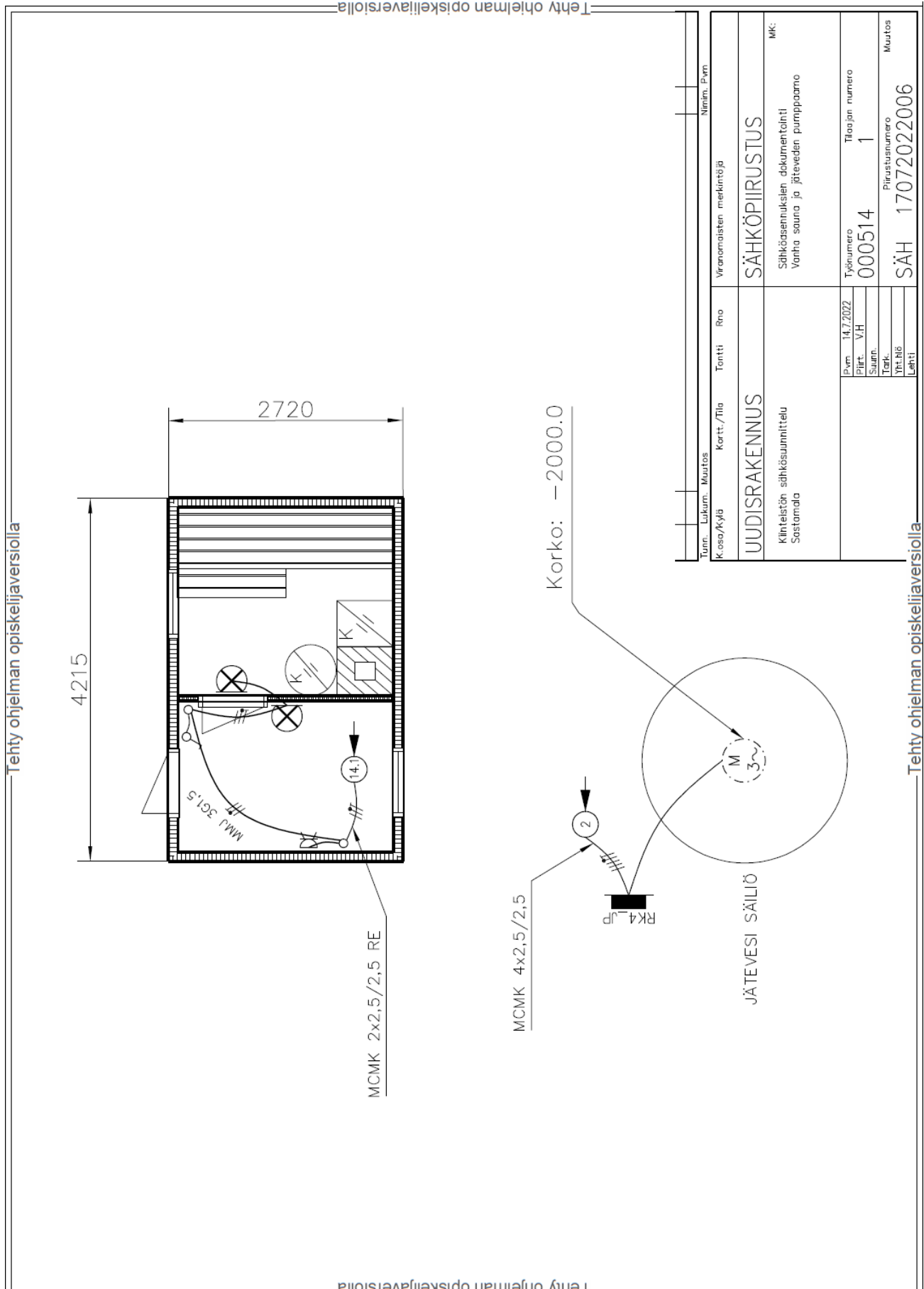


Tunn.	Lukum.	Muutos	Kortti./Tila	Tontti	Rno	Vranomaisen merkintä	Nimi, Pvm
						SÄHKÖPIIRUSTUS	
UUDISRAKENNUS			Käsitöiden sähkösuunnittelu Sastamala				
Pvm: 14.7.2022			Työnnumero				
Eliitt: V/H			000515				
Suunn.			Tilaajan numero				
Yht. hit			1				
Lehti			Pirustanumero				
			SÄH 14072022005				
			Muutos				

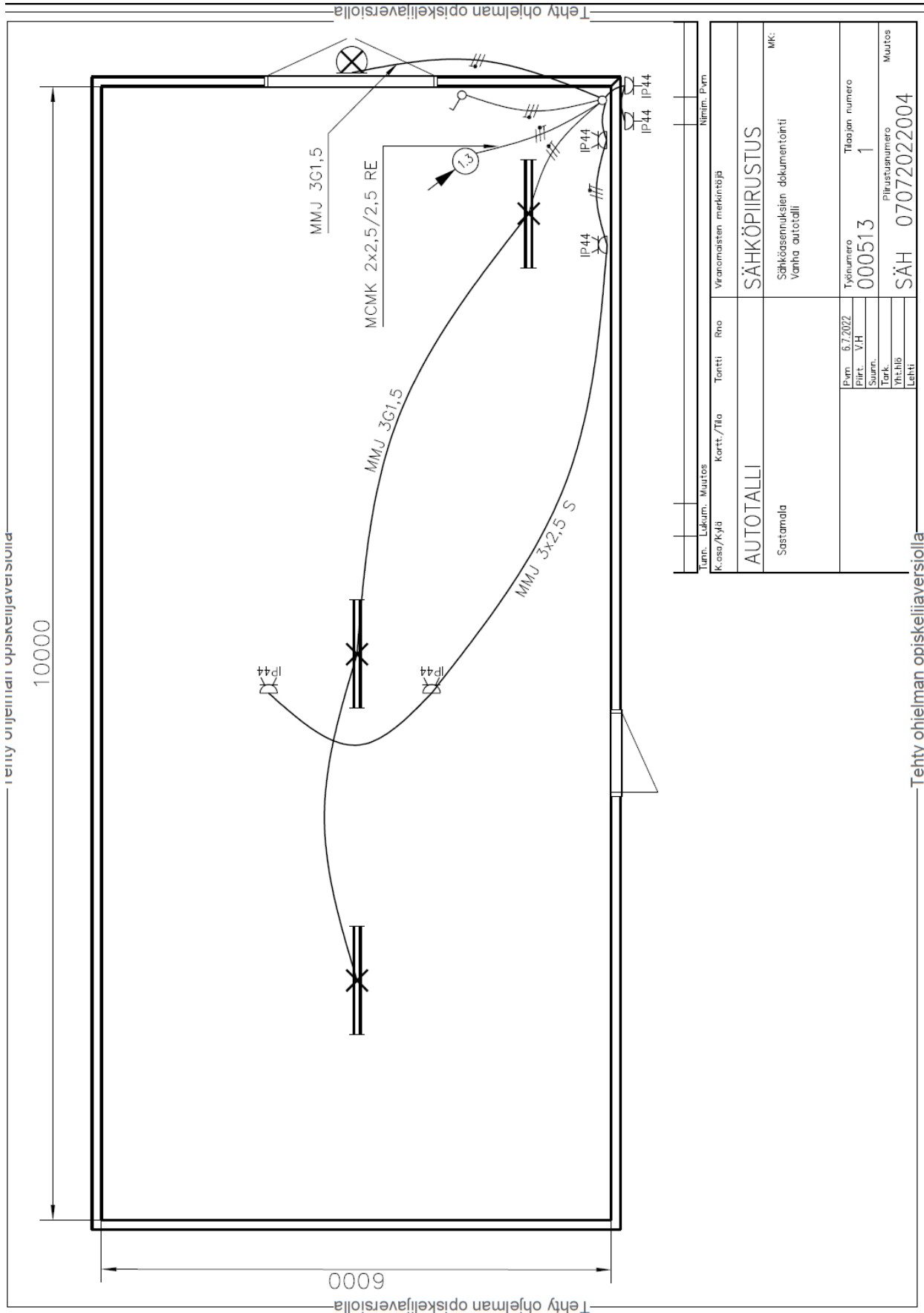
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

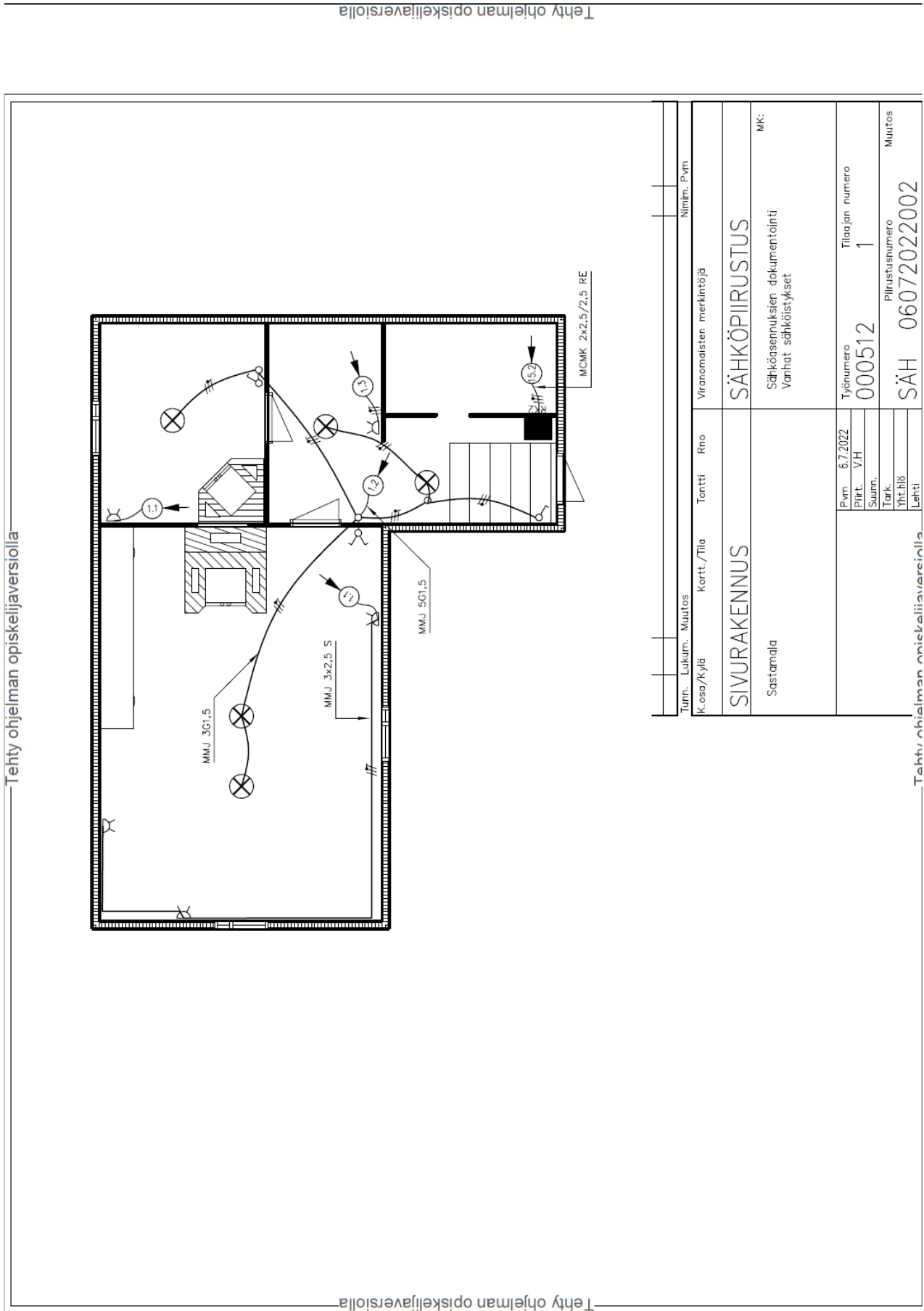
Liite 9. Tasokuva vanha sauna ja jätepumppaamo sähköistyksen dokumentointi



Liite 10. Tasokuva autotalli sähköistyksen dokumentointi



Liite 11. Tasokuva sivurakennus sähköistyksen dokumentointi

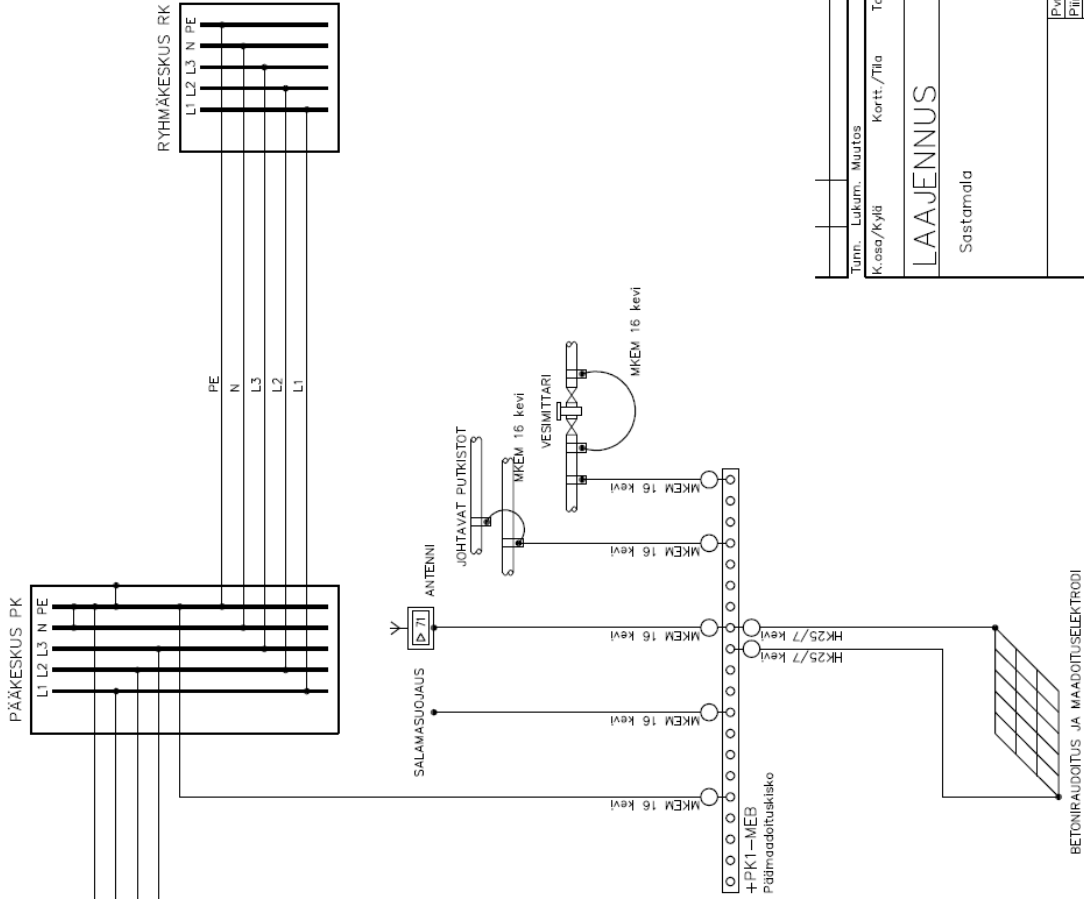


Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Liite 12. Maadoitskaavio

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



Tunnus:	Lukum.	Muutos	Kortti / Tila	Tontti	Rno	Viranomaisen merkintä	Nimim.	Pvm
			LAAJENNUS		SÄHKÖPIIRUSTUS			MK: 1:1
			Sastamala					MAADOITUSKAAVIO TN-S JÄRJESTELMÄ 4-JOHTIMINEN LIITTYMISJOHTO
Pvm	11.8.2022	Työnumero	000517	Tilaajan numero				
Piirt.	V.H	Suunn.		Piirustenumero		SÄH 110820229		
Tark.		Yht.hö		Muutos				
Lehti								

Liite 15. Keskuskaavio päärakennus ryhmäkeskus 1

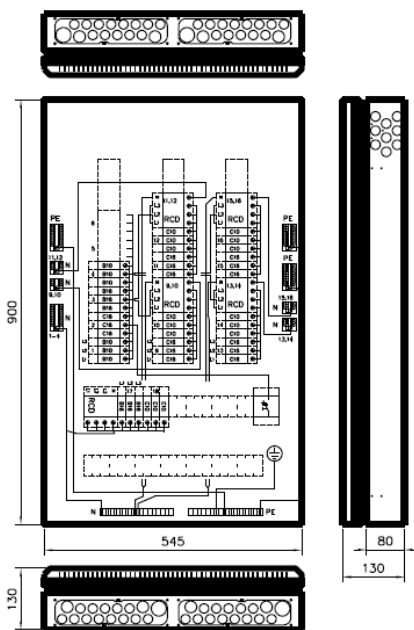
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Rakennuskohteen nimi ja osate	Keskuksen mitollisarvot
	EN 61 439-1 ja EN 61 439-3
	Typi ESSV 345.36
	SSN ero 3307010
	EAN ero 6418677666780
	Nimellisvirta I_{NA} 50 A
	Nimellisjännite U_n ($=U_i$) 400 V
	Koteloinsuulaallo IP20C
	Liityntäteho kW
	Massa 21,5 kg
	I_{nc} Nimellisvirta-piiri: ...25 A max.
	I_{cw} Ohonulohkestoisuus < 10 BA Is

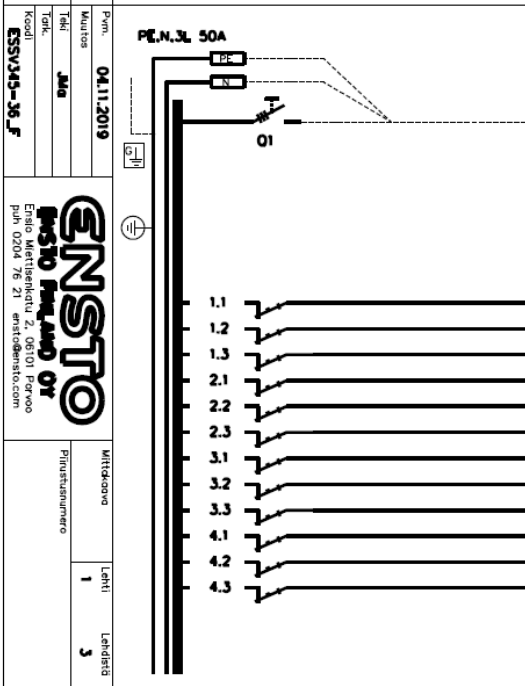
Rakennuksen sijainti RHÄÄKESKUS RK	Muutos D 03.05.2013
	Kuvan tiedot päivitetty normien EN61439-1 ja -3 mukaisiksi
	Muutos E 30.12.2014
	Lisätty väkivirtasuojajärjestelmä ja johdon-suojien johdo muutettu

Rakennusnumeron	Muutos F 12.04.2018
	N= ja PE=tilinmuutos

Muom.!
Ennen keskuksen käyttöönottoa pitää kaikki pölyvirtapiirin ruuvitukset jälkikieristää
Keskus alitistuu kuljetusten aikana tärinälle ja siksi ruuvitusten kiireys pitää tarkistaa.



Ryhmäkeskus johdonsuoja-automateilla ja väkivirtasuojajärjestelmällä. Pinto- ja uppoasennukseen. Ovi vakiona



Kaavio	Näimitys	A/A	Kaapeli mm ²
	Syöttö PK: lto	25	MMJ 5x6
1.1	L1 Lämm-vesivaraaja	B10	
1.2	L2 Lämm-vesivaraaja	B10	MMJ 5G1,5
1.3	L3 Lämm-vesivaraaja	B10	
2.1	L1	C16	
2.2	L2 Jääkaappi/Pakastin	C16	MMJ 3x2,5 S
2.3	L3	C16	
3.1	L1 Liesi	C16	MMJ 5x2,5 S
3.2	L2 Liesi varous	C16	
3.3	L3 Liesi varous	C16	
4.1	L1	B10	
4.2	L2	B10	
4.3	L3	B10	

Pvm.	Muutos	04.11.2019
Tekijä	JAA	
Koodi	ESSV345-36_F	
Rakennusnumeron	1	
Lehti	3	



Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Liite 16. Valaisinluettelo

Valaisinluettelo

Positio	Valmistaja	Tyyppi	Teho	Lamppu	Asennustapa	Kompensointi	Liitäntäyksikkö	Määrä
1	Airam	IP20 5,8W/830 DIM WH	5,8		UP			3
2	Airam Pro	IP44 2XGU10 GLC ANT		GU10	P			8
3		Peilikkaappi			P			1
4		Alasvalo			P			1
8	Airam Pro	IP65 IK10 20W/840 PCO ANT			P			2
9	Airam Pro	IP65 8W/827 DIM PCO TRL			P			1

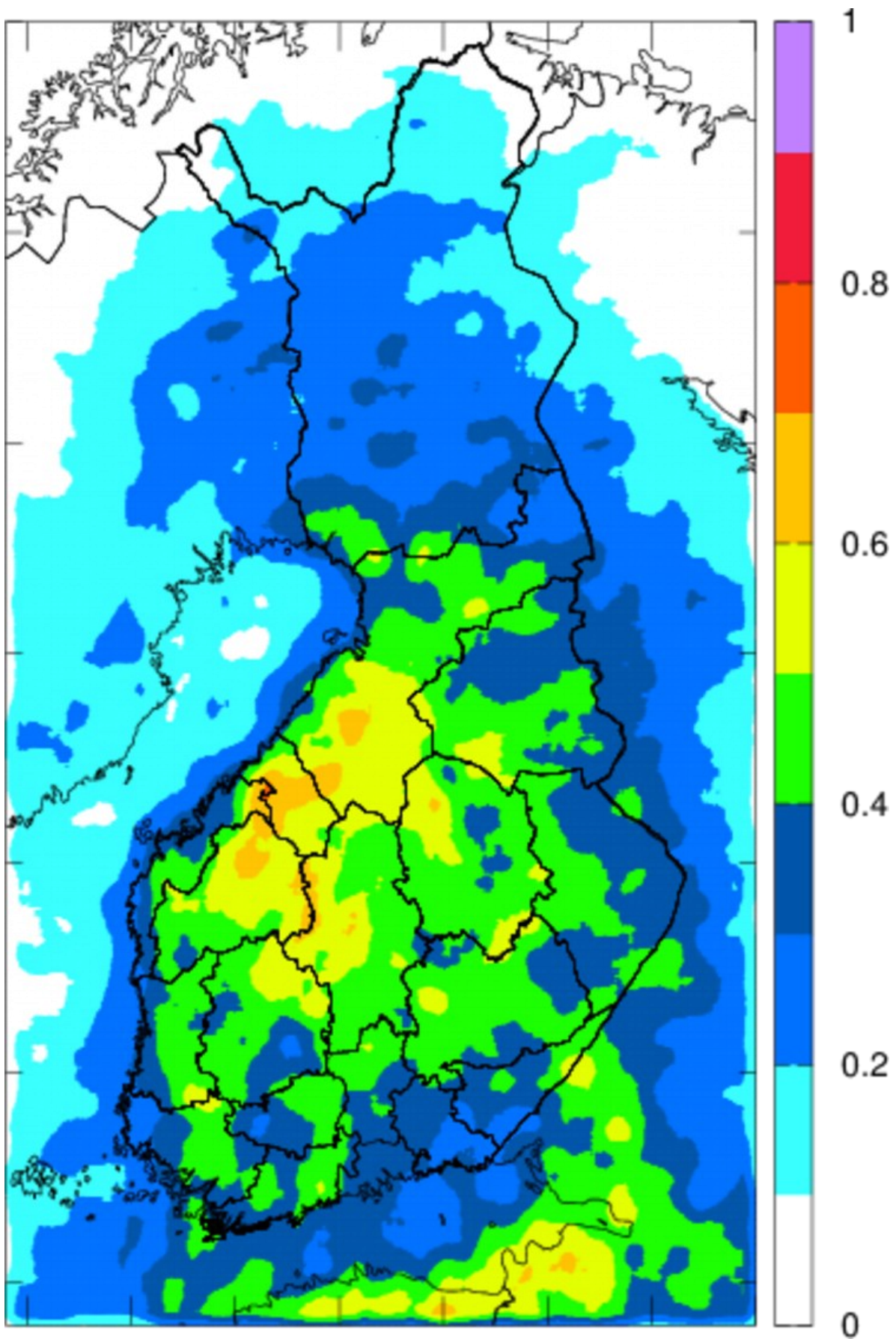
Liite 17. Laiteluettelo

16.8.2022

1/1

Laiteluettelo tuotteittain

Sähkönumero	Nimi	Tekniset tiedot	Valmistaja	Tyyppi	A-hinta	Määrä	Summa
1152364	Kojerasia nysätön		ABB Oy Wiring	AU3.2	2,05 €	28	57,40 €
2006524	Kruunukytkin 5, Jussi, Pinta		ABB Oy Wiring	1065A4	10,00 €	5	50,00 €
2006525	Kytkin 6, Jussi, Pinta		ABB Oy Wiring	1066A4	9,00 €	6	54,00 €
1152372	Kojerasia levyseinä	Kojerasia levyseinäin reikä Ø74	ABB Smart	Levyseinäkojerasia Ø74 mm	3,20 €	18	57,60 €
2106017	Vaihtokytkin 7, Jussi, Uppo		ABB Oy Wiring	1067U	17,00 €	1	17,00 €
1152512	Valaisinpistorasia		ABB Oy Wiring	AKK13	8,70 €	10	87,00 €
2406578	Pistorasia 2-osai. Pinta		ABB Oy Wiring	402EA	10,90 €	14	152,60 €
2506421	Socket outlet Jussi		ABB Oy Wiring	232EUJ	17,40 €	6	104,40 €
2406131	Pistorasia 1-osai. Pinta, Jussi		ABB Oy Wiring	20EAKS	8,00 €	3	24,00 €
2406579	Pistorasia 4-osai. Pinta, Jussi	Pistorasia, Jussi, 4-osainen,	ABB Smart	4S/16A/IP21 PPJ HL VAL	28,00 €	1	28,00 €
2406577	Pistorasia 2-osai. Pinta, Kosti, IP55		ABB Oy Wiring	402ESW	20,00 €	5	100,00 €
2406576	Pistorasia 1-osai. Pinta, Kosti, IP55		ABB Oy Wiring	20ESW	15,00 €	2	30,00 €
2506431	Pistorasia 1-osai. Uppo, Jussi		ABB Oy Wiring	20EUKS-212	14,00 €	1	14,00 €
2106011	Kytkin 1, Jussi, Uppo		ABB Oy Wiring	1061U	8,00 €	2	16,00 €
2166112	Peitelevy Jussi, 2-osai.		ABB Oy Wiring	2512	10,00 €	2	20,00 €
2106065	Kruunukytkin 5, Jussi, Uppo		ABB Oy Wiring	1065U.1	15,00 €	4	60,00 €
2166111	Peitelevy Jussi, 1-osai.		ABB Oy Wiring	2511	10,00 €	3	30,00 €
1612517	Jakorasia AP7		ABB Oy Wiring	AP7	15,30 €	1	15,30 €
1612510	Jakorasia AP10		ABB Oy Wiring	AP10	8,12 €	5	40,60 €
1612509	Jakorasia AP9		ABB Oy Wiring	AP9	3,60 €	1	3,60 €
3440362	Ryhmäkeskus		Ensto	Esteri, EYS245.09P	230,00	1	230,00
3307010	Ryhmäkeskus		Ensto	Walteri, ESSV345.36	990,00	1	990,00
				Yht			4 271,50 €

Liite 18. Salamaniskujen tiheys (Ilmatieteenlaitos 2022)

Liite 19. IoT vertailu

		ABB-free@home	Fibaro Homecenter 3	Cozify ION	Homey Pro
Järjestelmien ohjaaminen	Lämmitys	Voidaan ohjata erikseen, jokaista yhdistettyä tilaa	Voidaan ohjata	Voidaan ohjata	Voidaan ohjata
	Jäähdytys		Ilmalämpöpumpun käyttäminen ja ohjaus	Ilmalämpöpumpun käyttäminen ja ohjaus	Ilmalämpöpumpun käyttäminen ja ohjaus
	Kodinturva	Hälytys- ja turvalaitteet yhdistettävissä käyttöpaneeliin	Hälytys- ja turvalaitteet yhdistettävissä portaaliin	Hälytys- ja turvalaitteet yhdistettävissä portaaliin	Hälytys- ja turvalaitteet yhdistettävissä portaaliin
	Valaistus	Ohjaus tehtävissä DALI tai ABB:n oman väyläohjaimen kautta	Kattava valikoima ohjattavia valaisimia	Kattava valikoima ohjattavia valaisimia, voidaan ohjata myös Dali ja KNX järjestelmiä	Kattava valikoima ohjattavia valaisimia
	Ilmanvaihto	Ohjattavissa	Ohjattavissa	Ohjattavissa	Ohjattavissa
	Ohjaaminen	Käyttöpaneeli, verkkosivu tai applikaatio	Applikaatio tai verkkosivu	Applikaatio	Applikaatio ja verkkosivu
Asennus	Asentaminen	Sähköurakoitsija	Kuluttaja tai sähköurakoitsija, riippuen kalustus tuotteista	Kuluttaja tai sähköurakoitsija, riippuen kalustus tuotteista	Kuluttaja tai sähköurakoitsija, riippuen kalustus tuotteista
	Käyttöönotto	Sähköurakoitsija / -suunnittelija	Kuluttaja / sähköurakoitsija	Kuluttaja / sähköurakoitsija	Kuluttaja / sähköurakoitsija
	Käyttö- ja asennusohjeet	Selkeät ja helposti luettavat suomenkieliset ohjeet	Selkeät ja helposti luettavat	Selkeät ja helposti luettavat suomenkieliset ohjeet	Selkeät ja helposti luettavat
	Suunnittelu	Sähkösuunnittelija	Sähkösuunnittelija tai kuluttaja riippuen kuluttajan osaamisesta	Sähkösuunnittelija tai kuluttaja riippuen kuluttajan osaamisesta	Sähkösuunnittelija tai kuluttaja riippuen kuluttajan osaamisesta
	Laitteiden lisäys	Sähköurakoitsija	Kuluttaja / sähköurakoitsija	Kuluttaja / sähköurakoitsija	Kuluttaja / sähköurakoitsija
Komponentit ja yhdistettävyyt	Tietoliikennejärjestelmät	Väyläohjattu	Z-wave, Wi-Fi, 868-/433 MHz, Nice FLOR, -OPERA, -PLN2+ ja Elero PLN2	Wi-Fi, Z-wave, Zigbee 3.0, 868-/433 MHz ja Bluetooth LE	Wi-Fi, Z-wave, Zigbee 3.0, 868-/433 MHz, Infrapuna ja Bluetooth LE
	Yhteensopivuus muiden järjestelmien kanssa	Suuret älykotilaittevalmistajat, kuten Philips HUE ja Samsung Smart	Suuret älykotilaittevalmistajat, kuten Philips HUE ja Samsung Smart	Suuret älykotilaittevalmistajat, kuten Philips HUE ja Samsung Smart	Suuret älykotilaittevalmistajat, kuten Philips HUE ja Samsung Smart
	Kaapelointi	Väyläkaapelointi ja sähkönsyöttö	Langaton / sähköryhmään asennettava	Langaton / sähköryhmään asennettava	Langaton / sähköryhmään asennettava
	Keskuskomponentit	Ohjainpaneeli + tarvittavat kalusteet pää-/ryhmäkeskukseen	Portaali	Portaali	Portaali
	Kalusteet	Valmistajan valitsemat omat tuotteet	Tiedonsiirtoväyliä tukevat laitteet	Tiedonsiirtoväyliä tukevat laitteet	Tiedonsiirtoväyliä tukevat laitteet
	Täysin langattomia laitteet	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Hankintakustannukset		n. 2000-3000€	Portaali 490€ + laitteet n. 800€	Portaali 300€ + laitteet n. 800€	Portaali 380€ + laitteet n. 800€

Liite 20. Kiinteistön muiden rakennuksien huipputehot

Rakennus	Huipputeho	Sulake	Sulake max kuorma
Sivurakennus	270 W	16 A gG	3680 W
Autotalli	360 W	16 A C	3680 W
Vanha sauna	180 W	10 A gG	2300 W

Laskenta suoritettu valaisinkuormaan laskentaan tarkoitetulla kaavalla:

Jossa A_h = Rakennuksen pinta-ala $P_{VAL} = \left(\frac{6 \cdot A_h}{1000}\right)$