



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

JULIUS LEPPÄNEN

# **Saunarakennuksen sähkösuunnittelu**

SÄHKÖ- JA AUTOMAATIOTEKNIikka  
2022

Tekijä Leppänen Julius	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 5/2022
	Sivumäärä 27 + 14	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi <b>Saunarakennuksen sähkösuunnittelu</b>		
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutusohjelma		
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella asiakkaan toivomusten mukaiset ja toimivat sähköpiirustukset valmisselementti saunarakennukseen. Suunniteltava rakennus oli yksi-kerroksinen n. 60 m<sup>2</sup>, joka sisälsi myös harmaavesipumppaamon.</p> <p>Opinnäytetyössä suunnittelun apuvälineenä käytettiin CADMATIC Electrical- ja DIALux evo suunnittelu ohjelmistoja. Näiden ohjelmistojen avulla saatiin havainnollistettua asiakkaalle sähköpisteet ja valaistuksen tehokkuuden. Valmiit piirustukset lähetettiin myös talopaketti valmistajalle.</p> <p>Työhön kerättiin tietoja asiakkaalta, standardeista, www-sivuilta ja sekä suunniteltavan kohteen kunnalta. Opinnäytetyö toteutettiin piensähköasennusten standardien mukaisesti.</p> <p>Työn tuloksena syntyi asiakkaan toiveiden mukainen kokonaisuus, joilla pystytään toteuttamaan kohteen sähköistys.</p>		
Avainsanat: Sähkösuunnittelu, CADMATIC, Saunarakennus		

Author Leppänen Julius	Type of Publication Bachelor's thesis	Date 5/2022
	Number of pages 27 + 14	Language of publication: Finnish
Title of publication <b>Electrical planning of a sauna building</b>		
Degree program Electrical and automation engineering		
<p>The purpose of this thesis was to implement the customer's wishes and create functional electrical plan to a prefabricated building. The building to be planned was single-floor approx. 60 m<sup>2</sup>, which also included a grey water pumping station.</p> <p>CADMATIC Electrical and DIALux evo design software's were used as auxiliary means in this thesis. These software's were used to illustrate electric equipment and lighting efficiency for the customer. Finished drawings were also sent to the building manufacturer.</p> <p>Information to this thesis were collected from the customer, standards, internet and from the municipality. This thesis was planned out according to the standards of small electrical installations.</p> <p>The result was a functional electric plan to customer's needs, with which the building can be built.</p>		
Keywords Electrical engineering, CADMATIC, Sauna building		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 SÄHKÖSUUNNITTELU .....	7
2.1 Valaistus .....	7
2.1.1 Sisätilat .....	7
2.1.2 Ulkotilat .....	8
2.2 Kytkimet ja pistorasiat .....	8
2.3 Harmaavesi pumppu.....	9
2.3.1 Pumpun valinta .....	9
2.3.2 Pintakytkin.....	11
2.4 Palovaroittimet .....	11
3 MÄRKÄTILOJEN SUUNNITTELU .....	13
3.1 Kylpy- ja suihkutilat.....	13
3.2 Sauna .....	15
4 YLEISKAPELOINTI.....	17
5 MITOITUS.....	18
5.1 Liittymä.....	18
5.2 huipputeho.....	18
5.3 Sulakevalinta .....	19
5.4 Syöttökaapeli.....	19
5.5 Syötön automaattinen poiskytkentä .....	21
5.6 Ryhmäkeskus .....	25
6 YHTEENVETO .....	27
LÄHTEET	
LIITTEET	

## SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Impedanssi	Kuvaa virtapiirin vaihevirralle aiheuttamaa vastusta
IP-luokitus	Sähkölaitteiden ja laitekoteloiden tiiveyden määrittäminen
Lx	Valaistusvoimakkuuden mittayksikkö
Pintakytkin	Nesteen pinnankorkeuden määrittämiseen käytetty laite
SFS	Suomen Standardisoimisliitto
Shuco	Nimitys suojamaadoitetulle sähköpistokkeelle
T568A/B	Standardisoitu parikaapeleiden johdotusmalli

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä käydään läpi saunarakennuksen sähkösuunnittelua. Suunniteltava kohde oli valmistalopaketti, joka oli kooltaan n.60 m<sup>2</sup>. Rakennuksen lämmönlähteenä toimii maalämpö ja kohteeseen suunniteltiin myös harmaavesi pumppaamo. Tasopii- rustuksiin suunniteltiin myös kaiutinjärjestelmä asiakkaan toivomuksesta. Työn tilaaja oli yksityishenkilö.

Tämän työn tarkoituksena on perehtyä pienrakennusten sähkösuunnitteluun. Työssä perehdytään myös saunan ja suihkutilojen suunnitteluun/vaatimuksiin. Näiden tilojen standardeja ja vaatimuksia tullaan käymään lävitse opinnäytetyön eri osa-alueissa. Tarkoitus oli myös dokumentoida sähkösuunnitelma kattavasti, koska kuvat luovute- taan myös talopaketti valmistajalle.

Opinnäytetyön kokonaisuus on toteutettu CADMATIC Electrical- ja DIALux evo suunnittelu ohjelmistoja käyttäen, sekä Microsoft Office 365 ohjelmia hyödyntäen.

## 2 SÄHKÖSUUNNITTELU

Ensimmäisessä palaverissa käytiin asiakkaan kanssa lävitse kohteen perustietoja ja toivomuksia. Pohjapiirustukset olivat piirrettyinä valmiiksi, vain sähkösuunnittelu puuttui. Kohteen jätevesi hoidetaan säiliöin, ensimmäiseen säiliöön tuodaan käymälä vesi ja toiseen säiliöön tulee harmaavesi. Saunarakennuksen harmaavesi tulee pumpata pääarakennuksen harmaaveteen ja jätevesisäiliön tyhjennys tapahtuu tyhjennysauton avulla.

Sähkölaitteiden sijoitus pisteet, toiminnot ja ohjaustavat käytiin asiakkaan kanssa läpi toisessa palaverissa. Asiakkaalle esitettiin erilaisia sähköasennuskaluste mallistoja, joista asiakas valitsi käytettäväksi Schneider Electric Exxact tuotesarjan. Liitteessä 3 on projektissa käytetyt tuotteet ja niiden sähkönumerot löytyvät nimike sarakkeesta. Yhtenä asiakkaan toivomuksena oli myös, että tasokuviin suunniteltaisiin kaiutinjärjestelmä. Kaiutin järjestelmän ideana oli tuoda olo- ja makuuhuoneeseen musiikillista tunnelmaa.

### 2.1 Valaistus

Kotien ja loma-asuntojen valaistukseen ei ole erikseen standardoituja vaatimuksia, mutta avuksi voidaan käyttää esimerkiksi työtilojen vaatimuksia. Olohuone ja makuuhuoneisiin suositellaan 100–200 lx voimakkuutta. kylpyhuoneeseen suositellaan 100-lx ja saunaan tunnelmavalaitusta. (Saarelainen, 2019)

Rantasaunalla valaistuksen haluttiin olevan yksinkertainen ja riittävä. Suunnittelussa täytyi ottaa huomioon, että valaistus ei ole niin sanotusti yliampuva tai häikäisevä.

#### 2.1.1 Sisätilat

Sisätiloihin käytettiin apuna DIALux evo valaistussuunnittelu ohjelmaa, jolla pystyttiin toteamaan riittävän valaistuksen määrän ja myös valaisimien paikoituksen. Valaisimiksi valittiin Ensto Velox LED-paneelit, jotka soveltuvat hyvin tämänkaltaiseen kohteeseen. Sama valaisin voidaan sijoittaa myös pesutiloihin IP44-luokituksen ja

vaihdeettavan värisävyn ansiosta. Saunaan valittiin kuitusarja, joka sisälsi kiuaskuidun. Sarjassa on yhteensä 7 kuitu päätä, joista 6 asennetaan lauteiden selkänojaan. Kuitujen tarkoitus on luoda saunaan tunnelmaa ja mukavuutta. Lauteiden alle on sijoitettu myös perinteinen sauna valaisin tuomaan lisävaloa siivousta varten.

### 2.1.2 Ulkotilat

Ulkovalaistus suunniteltiin siten, että saadaan ulos riittävästi valoa hämääriin iltoihin, sekä valaisemaan rakennuksen julkisivu tyylikkäällä tavalla. Standardien mukaan ulkotiloissa pistorasiat sijoitetaan 1,5 m korkeudelle ja valaisimet 1,7 m korkeuteen. Ulkovalaisimet nostettiin 2,2 m, koska muuten korkeus ero valaisimilla ja pistorasioilla olisi vain 20 cm. Ulkovalaisimien korkeudet katsottiin sopiviksi DIALux ohjelmistoa käyttäen. Itäinen puoli jätettiin huomioimatta suunnittelussa, koska se on lähellä naapurin metsän reunaan. Sauna rakennuksen ulkovalot syttyvät sivuittain ja kytkimet ovat sijoitettu ulko-ovien viereen. Ulos suunniteltiin myös varaus tulevalle terassin valaistukselle.

### 2.2 Kytkimet ja pistorasiat

Olo- ja makuuhuoneen valaistus on suunniteltu himmennettäväksi painonappi himmennin toiminnolla yksinkertaisuutensa vuoksi. Painonappia painattaessa valaisimet syttyvät ja sammuvat, sekä himmentyvät pitkään painattaessa. Kytkimien sijoitus korko on suunniteltu ST kortiston 51.22 mukaisesti. Kytkimien korkeus alkaa yhdestä metrillä, jos useampi asennetaan nämä päällekkäin. Makuuhuoneeseen sijoitettiin kytkimet myös yöpöytien päälle, että saadaan helposti valaisimet sammutettua nukkumaan mentäessä. Pesuhuoneen ja saunan valaisimet ovat perinteisen himmennin ohjauksella, koska on kyseessä pienemmät tilat, joita ei tarvitse ohjata useammasta paikasta. Kaikki kohteen muut valaisimet ohjautuvat normaaleilla kytkimillä. Valaisimien ohjauksien selkeyttämiseksi kytkimien ja valaisimien viereen on sijoitettu kirjaimet. Kirjaimilla nähdään mitä valaisinta kukin kytkin ohjaa. Tarkempaa valaisimen ohjauksesta on sähköpiirustuksessa, joka löytyy liitteestä 9.



Yöpöytien päälle sijoitettiin pistorasiat kytkimien yhteyteen, että saadaan älylaitteita ladattua. Pistorasioiden sijoitus korkeus ulkotiloissa haluttiin rinnankorkeudelle, eli 1,5 metriin. Muut kohteen pistorasiat ovat standardien määrittämässä normaali korkeuksissa. Tasokuviin on merkattu sähkökojeiden sijoituskorkeuksien poikkeavuudet, kuten jääkaapin, mikron ja liesituulettimen korkeudet.

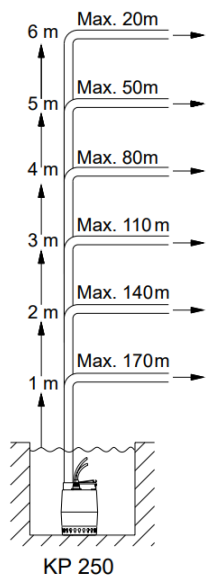
### 2.3 Harmaa- ja vesipumppu

Sauna rakennukselta on noin 30 metrin matka päärakennuksen kaivoon, johon saunan harmaa- ja vesipumpataan. Alueen maasto nousee rannasta päärakennukselle noin 4 metrin verran. Saunan harmaa- ja vesikaivoon tulee kahden suihkun, käsipesualtaan ja lattia-kaivojen vedet. Ympäristöministeriön laatimista asetuksista voidaan ottaa osviittaa viemäreiden normivirtaamista, joilla voidaan laskea kohteen yhteenlaskettu normivirtaama. (Ympäristöministeriö: D1 kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot -Määräykset ja ohjeet, 2007, s. 47). Näiden kriteerien avulla voidaan valita pumppu, joka toimii parhaiten kohteessa. Suunnittelussa tulee myös huomioida, että kaikkia veden lähteitä ei käytetä samaan aikaan jatkuvalla syötöllä.

#### 2.3.1 Pumpun valinta

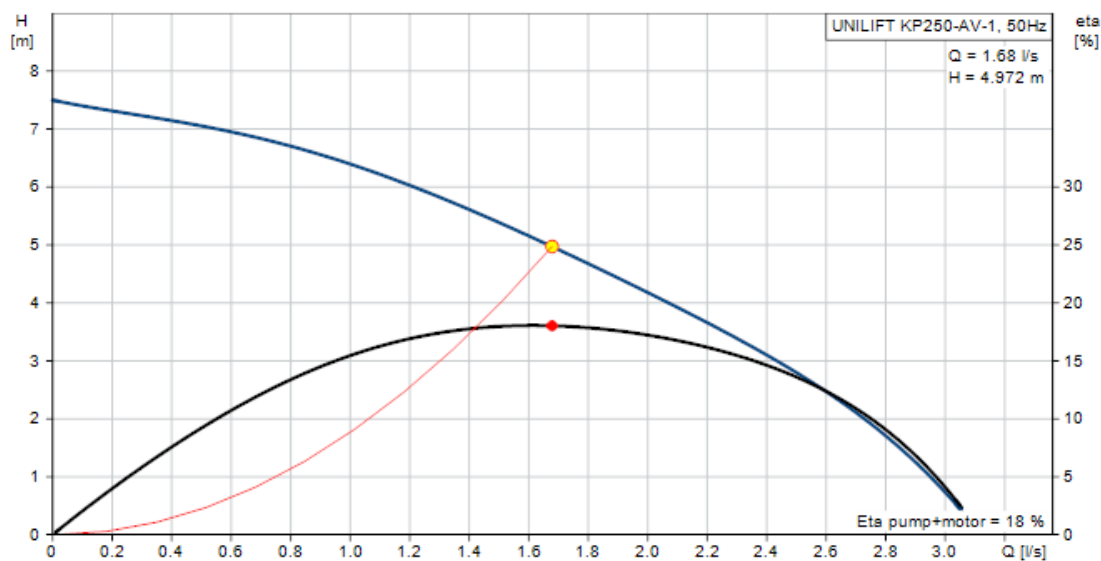
Valinnassa päädyttiin Grundfos KP250-AV-1 malliin, joka soveltuu harmaaveden tyhjennykseen. Pumpun kyljessä on putki vipa, joka tunnistaan pumpattavan nesteen korkeuden kaivossa. Putkivipallinen malli käynnistyy, kun nesteen pinta on saavuttanut 180 mm korkeuden ja pysähtyy 100 mm korkeudessa. Pumppu sisältää integroituna moottorisuojan ja on varustettu Schuko-pistoke liitännällä. Valmistajan ohjeissa lukee myös, että pumppu on varustettava vikavirtasuojakytkimellä, jonka laukaisuvirta on <30 mA. (Grundfos, 2022)

Pumpun valmistajan ohjeissa on osviittaa antava kuva nostokyvystä ja pituuksista, johon pumppua voidaan käyttää. Kuvassa 1 nähdään suuntaa antavat pituudet ja korkeudet.



Kuva 1. Pumpun nostokyky (Grundfos, 2022)

Grundfosin sivuilla on pumpun toimintakyvystä kaavio, johon voidaan asettaa haluttu nostokorkeus. Kaavio näyttää oikeassa yläkulmassa, miten pumpu käyttäytyy asetuissa arvoissa. Kuvassa 2 näkyy kaavio, missä pumpulle on asetettu 5 m nostokorkeus. Pumpu pystyy nostamaan 5 m korkeuteen n.1,6 l/s jätevettä ja rantasaunan yhteenlaskettu vesipisteiden normivirtaama on 2,4 l/s. Huomioitavaa on myös, että pumpulle on asetettu vakio putkitus arvot. Pumpu sopii rantasaunalle ottaen huomioon myös sen, että vesipisteitä ei käytetä samaan aikaan jatkuvalla syötöllä. (Grundfos, 2022)

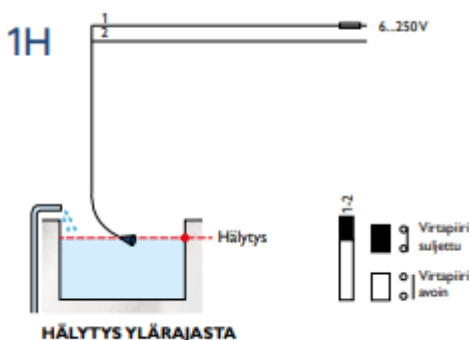


Kuva 2. Pumpun suorituskyky (Grundfos, 2022)

### 2.3.2 Pintakytkin

KARI-pintakytkin on tarkoitettu tyhjennys- ja täyttöpumppujen ohjauksiin ja hälytyksiin. Kari-pintakytkimen kellukkeen koko on 170 mm ja tämän ansiosta sillä on suuri noste. (Kari www-sivut, 2022)

SFS-EN 12050-1:2015 kohdan 4.4 standardissa mainitaan, että jätevesipumppaamoihin on asennettava automaattisen käytön mahdollistava ohjauslaite ja hälytysyksikkö. Kaivoon suunniteltiin yläraja hälytys, joka laukaisee punaisen merkkivalon rakennuksen ulkoseinällä. Pintakytkimen toimintaperiaate näkyy kuvassa 3.



Kuva 3. Pintakytkimen toimintaperiaate (Kari www-sivut, 2022)

### 2.4 Palovaroittimet

Sähköverkkoon kytketty palovaroitin tulee sisältää pariston tai akun, että palovaroitin pystyy toimimaan sähkökatkon sattuessa. Asunnon jokainen kerros on varustettava vähintään yhdellä palovaroittimella mukaan lukien kellarit ja ullakot. Jokaista 60m<sup>2</sup> alkaa tasoa tai kerrosta kohden on varustettava vähintään yhdellä palovaroittimella. Palovaroittimien positioni on suunniteltava siten, että se reagoi tulipalon savuun mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. suunnittelussa on otettava myös huomioon tilan muoto ja mahdollisesti savua estävät/haittaavat rakenteet. (Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta 239/2009, 3 §)

Rantasaunan pinta-ala on yhteensä 63,75m<sup>2</sup>, joten kohteeseen sijoitettiin kaksi palovaroitinta. Palovaroittimet ovat suunniteltu ketjutettavaksi, palon syttyessä molemmat

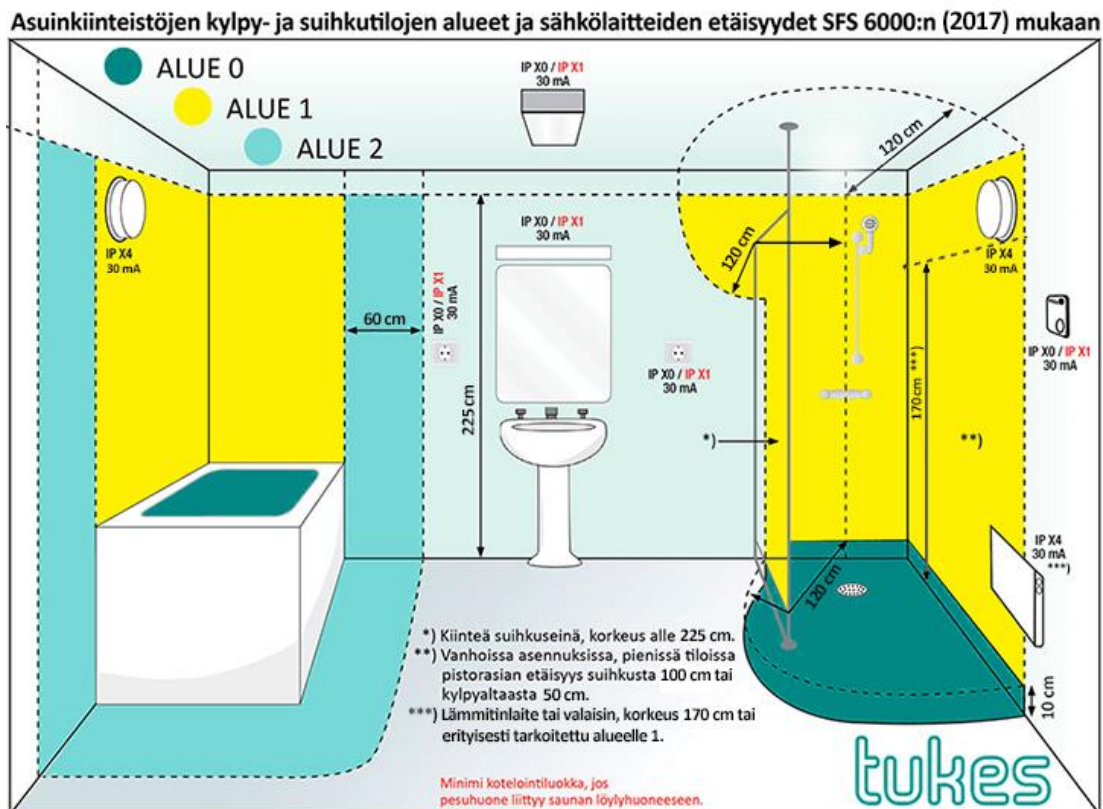
varoittimet hälyttävät samanaikaisesti. Saunarakennuksessa ei ole savua estäviä muotoja tai rakenteita muita kuin tiloja erottavat ovet. Palovaroittimet sijoitettiin kohteen makuu- ja olohuoneen tiloihin, että hälytys kuuluisi kaikkiin tiloihin mahdollisimman hyvin. Palovaroittimien sijainnit löytyvät liitteestä 10.

## 3 MÄRKÄTILOJEN SUUNNITTELU

### 3.1 Kylpy- ja suihkutilat

Vuoden 2007 jälkeen rakennettuihin kylpy- ja suihkutilojen sähköasennukset on varustettava yhdellä tai useammalla vikavirtasuojakytkimellä, joka on mitoitusvirraltaan enintään 30mA. Tämän lisäksi sähkölaitteille on laadittu asennusalueet ja tiiveys luokitukset, joita tulee ottaa asennuksissa huomioon. Kuvassa 4 näkyy alueet ja etäisyydet sähköasennuksille. Alueet ovat määritelty 0, 1 ja 2 numeroiden avulla. (Tukes www-sivut, 2022)

Alue 0 on suihkun tai kylpyaltaan sisäpuolinen tila. Alue 1 on mitattu 120 cm (seinässä tai katossa olevan) kiinteän vesipisteen keskikohdasta, jos on suihku ilman allasta. Kylpyammeen ja suihkualtaan alapuolinen tila kuuluu alueeseen 1. Kun on suihkutila ilman allasta 2 aluetta ei ole, mutta alue 1 ulottuu 120 cm kiinteän vesipisteen keskikohdasta. Pistorasiaa ei saa asentaa alueelle 0, 1 tai 2. Peilikaapin pistorasian on oltava vähintään 120 cm kiinteästä vesipisteestä ja 60 cm ammeen ulkoreunasta. Sähkölaitteiden IP-luokitus tulee olla alueeseen sopiva. IP-luokituksen vähimmäisarvon tulee olla alueella 0 IPX7, alueella 1 IPX4 ja alueella 2 IPX4. (SFS 6000-7-701:2017, 2017, s. 6–9)



Kuva 4. Kylpy- ja suihkutilojen alueet ja etäisyydet (Tukes www-sivut, 2022)

Alueelle 0 ei saa asentaa kytkinlaitteita, mutta muita sähkölaitteita saa asentaa edellyttäen seuraavia vaatimuksia. Laite on standardin mukainen ja soveltuu käytettäväksi kyseisellä alueella laitteen valmistajan käyttö- ja asennusohjeen mukaan. Laite on oltava pysyvästi kiinnitetty ja liitetty. Laite on suojattu SELV-järjestelmällä, jonka mitoitusjännite ei ylitä 12 V vaihtojännitteellä tai 30 V tasajännitteellä. (SFS 6000-7-701:2017, 2017, s. 6–9)

Alueelle 1 saa asentaa pysyvästi kiinnitettyjä ja liitettyjä sähkölaitteita. Laitteen on sovittava valmistajan käyttö- ja asennusohjeen mukaan alueelle 1. Laite on suojattu SELV-järjestelmällä, jonka mitoitusjännite ei ylitä 12 V vaihtojännitteellä tai 30 V tasajännitteellä. Alueelle 1 voidaan asentaa myös kotelointiluokaltaan sopivia valaisimia, mutta vähintään 170 cm korkeudelle lattiapinnasta. Esimerkiksi peilikaapin korkeuden mitoitus on mitattava kalusteen valaisin osaan, jos peilikaappi on varustettu valolla. Valaisimen rikkoutumisvaara on merkittävä huomioon, jos valaisin asennetaan suihkutilaan. (SFS 6000-7-701:2017, 2017, s. 6–9)

Alueelle 2 voidaan seuraavilla vaatimuksilla asentaa kytkinlaitteita ja tarvikkeita. Standardin SFS-EN 61558-2-5 suojaerotettu partakonepistorasia. Muut asennustarvikkeet kuin pistorasiat. Merkinanto- ja tietoliikennelaitteisiin liittyvät tarvikkeet mukaan lukien pistorasiat edellyttäen, että laitteet ovat suojattu SELV- tai PELV järjestelmällä. SELV- ja PELV-järjestelmän tarvikkeet mukaan lukien pistorasiat. Piiriin kuuluvaa tehonlähdettä ei voida asentaa alueelle 0 tai 1. (SFS 6000-7-701:2017, 2017, s. 6–9)

### 3.2 Sauna

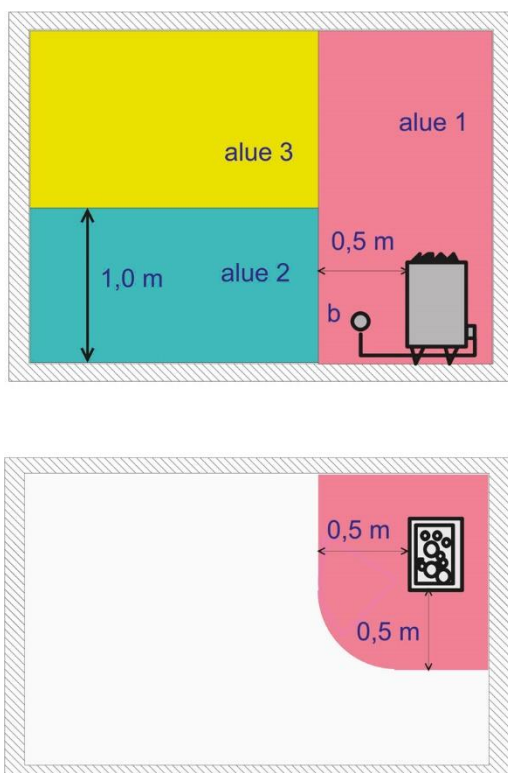
Saunaan asennettavien 230 V sähkölaitteiden tulee suojata enintään 30 mA vikavirtasuojalla lukuun ottamatta sähkökiuasta. Saunan kiukaan valintaan käytetään standardia SFS-EN 60335-2-53. Sauna huoneessa on määritetty myös alueet, joihin saa asentaa muita sähkölaitteita. Saunassa alueet ovat jaettu kolmeen osaan, alueeseen 1, 2 ja 3. Kuvassa 5 näkyy tarkemmat alue rajaukset. (D1, 2017, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, luku 7, kohta 703 Saunat)

Alueeseen 1 saa asentaa vain kiukaan ja sen kytkentärasian sekä muita kiukaaseen liittyviä laitteita. Kytkentärasian tulee olla enintään 0,5 m korkeudella lattianpinnasta ja kiuas kytketään lämmönkestävällä kumikaapelilla. (D1, 2017, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, luku 7, kohta 703 Saunat)

Alueelle 2 ei voida asentaa kytkinlaitteita, pistorasioita tai metallivaippaisia johtimia. Myös laitteisiin kuuluvien erillisten kytkimien/käyttökytkimien asentaminen ei ole sallittua. Alueelle 2 voidaan asentaa mm. vesipumpun, lämminvesivaraajan, lämmittimen tai muun kiinteästi asennettavan sähkölaitteen, mutta näiden laitteiden täytyy olla vähintään IP24 luokituksen omaavia laitteita. Esimerkiksi lämminvesivaraajan rakenteessa oleva termostaatti ja lämpöteho säätimet sallitaan alueella 2. (D1, 2017, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, luku 7, kohta 703 Saunat)

Alue 3 alkaa 1 m saunatilan lattiapinnasta. Sähköasennukset, jotka ylittävät 1 m korkeuden on kestettävä vähintään 125°C lämpötilaa, sekä laitteen on oltava vähintään IP-24 luokituksellinen. Kaapelointi, joka ylittää yli 1 m korkeuden on käytettävä SSJ

kaapelointia tai vastaavanlaista ympäristön kuumuutta kestävää kaapelointia. Saunan lämpötilasta johtuen on käytettävä läpivienneissä sähköasennuksiin kuuluvaa metalliputkea ja lämmönkestävää asennus kaapelia (SSJ). Asennuksille alle 1 m ei ole annettu erityisvaatimuksia lämmönkestävyydelle, vaikka erityisvaatimuksia ei ole, on esimerkiksi valaisimen sopivuus katsottava alueelle aiheelliseksi. 1 ja 2 alueella on otettava kiukaan lämpösäteily huomioon laitteita asennettaessa. (D1, 2017, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, luku 7, kohta 703 Saunat)



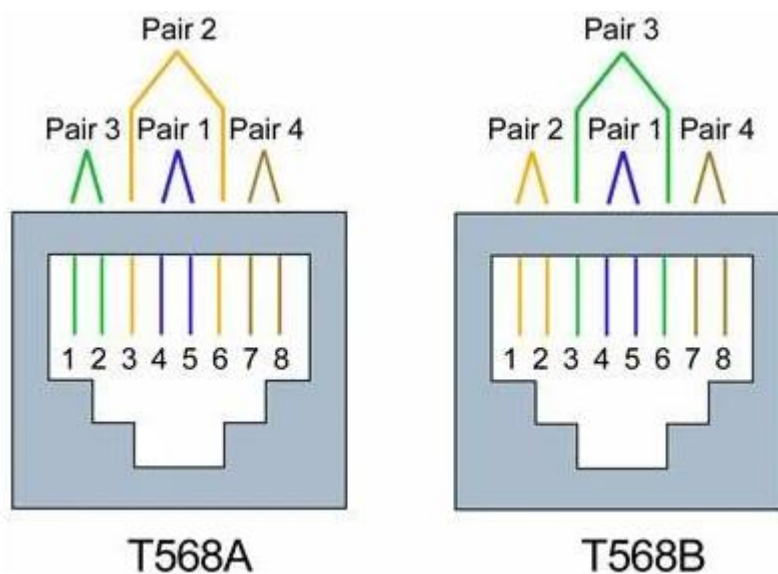
Kuva 5. Saunan alue rajaukset (D1, 2017, Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, luku 7, kohta 703 Saunat)



## 4 YLEISKAPELOINTI

Saunarakennuksen ryhmäkeskuksen IT-osaan tuodaan kohteen pääkeskukselta SUPERCAT 6 ja Tellu 7, jotka soveltuvat suoraan maahan asennettaviksi. Kaikki projektissa käytetyt tarkat kaapelityypit on taulukoitu liitteeseen 2, taulukko on luotu Cadmatic suunnitteluohjelmistoa käyttäen. SUPERCAT 6 syöttää saunarakennuksen datarasioita ja Tellu 7 syöttää antenni pisteitä.

Saunarakennuksen antenniverkko toteutetaan tähtiverkko asennuksena. Tähtiverkko asennuksessa tuodaan jokaiselta antenni pisteeltä oma kaapeli ryhmäkeskuksen IT-osaan ja kaikki kohteen antennikaapelit kytketään yhteen haaroittimeen. Jokaiseen datarasiaan tuodaan Cat-6 parikaapeli ja jokainen parikaapeli myös päätetään dataliittimiin. Dataliittimistä voidaan yhdistyä verkkoon RJ45 kaapelin avulla. Dataliittimien on hyvä olla samalta valmistajalta ja samaa mallia, sekä molemmat päät on päätettävä T568A tai T568B asennustapa tavalla. Dataliittimien asennustapa on oltava sama, koska muuten tapahtuu ristikytkentä. Ristikytkennässä parikaapelin värikoodijärjestys muuttuu, jonka jälkeen kaapelin parit eivät toimi oletetulla tavalla. värikoodi järjestykset näkyvät tarkemmin kuvassa 6. Ristikytkentää käytetään, mutta ei välttämättä kotitalouksissa.



Kuva 6. Värikoodi järjestys (Fluke networks www-sivut, 2020)

## 5 MITOITUS

### 5.1 Liittymä

Kohteessa on ulkona pääkeskus, josta syötöt on jaettu päärakennukselle, mökille ja tulevalle saunarakennukselle. Kohteen liittymäkaapelin koko on 3x25 ja kaapelin materiaali on alumiinia, sekä pääsulakkeet ovat kooltaan 25A gG. Pääsulakkeiden kokoa voi joutua isontamaan seuraavaan sulakekokoon, mutta tässä toteutuksessa ei asiaan sen enempää perehdytty.

Kohteen pääkeskuksen erilliseen osaan on tuotu liittymän antennikaapeli ja puhelin-kaapeli, josta viedään Supercat6 ja Tellu 7 saunarakennukselle. Saunarakennukselle tehdään maadoituselektrodi, joka kiertää saunarakennuksen perustuksen ympäri. Maadoituselektrodin kytkentä kuva näkyy liitteessä 12 kohdasta (Saunarakennus RK) ja myös poikkipinta-ala on merkattuna kuvaan.

### 5.2 huipputeho

Kohteeseen ei sähkökäyttöistä kiuasta ole, eikä saunaan asenneta varausta. Lämmönlähteenä toimii maalämpö sekä ilmalämpöpumppu. Kohteen laskennassa huomioitiin maalämmön sähkövastukset. Pinta-alaa kohteessa on yhteensä 63,75m<sup>2</sup>. Kohteen huipputehon laskemiseen käytettiin ST 13.31 löytyvää yhtälöä, joka näkyy kaavana 1. (ST 13.31, 2018, s. 5)

$P_h = P_{koje} + P_{valaistus} + P_{kev} + P_{hlam} + P_{alam} + P_{lvv}$
$P_{koje} = 3 \text{ kW}$
$P_{valaistus} = 10 \text{ W/m}^2 * A_{huoneisto} \text{ (valaistuskuorma)}$
$P_{hlam} = \text{Sähkölämmityksen yhteenlaskettu yhtäaikainen nimellisteho}$
$P_{kev} = \text{Kiukaan vuorottelematon osa nimellistehosta*})$
$P_{ahlam} = \text{Autolämmityksen teho}$
$P_{lvv} = \text{Lämminvesivaraajan teho}$

Kaava 1. Huipputehon laskenta (ST 13.31, 2018, s. 5)

Kaavaan 1 sijoitetut teho lukemat:

Pkoje	=3kW
Pvalaistus	=10w/m <sup>2</sup> * A = 637,5w = 0,6375kW
Phlam	=6,6kW + 4kW (Ilmalämpöpumppu ja maalämpöpumpun vastus varaus)
Pkev	=0kW
Pahlam	=0kW
Plvv	=0kW

Kaavasta 1 saadaan yhteenlasketuksi summaksi 14,24kW.

### 5.3 Sulakevalinta

Huipputeho ja kolmivaihe tehon laskentakaavaa apuna käyttäen voidaan laskea saunarakennuksen vaihevirta. Kaavaa 2 on matemaattisesti muunnettu haluttuun muotoon, jolla voidaan virta laskea. Saadulla virran arvolla voidaan valita kohteen varsinainen sulake koko.

$$\text{Kaava 2. } I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

$$I = \frac{14240}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 21,6A, \text{ jossa}$$

P= 14,24kW huipputeho

U= 400V pääjännite

$\cos\varphi$ = asumiseen käytetty vakioarvo arvo 0,95 (ellei tehokerroin ole erikseen tiedossa)

Yhtälöstä saadaan virran arvoksi 21,6A ja sulakkeeksi on hyvä valita seuraava suurempi sulakekoko, joka on tässä tapauksessa 25A gG.

### 5.4 Syöttökaapeli








Kohteen pääkeskukselta viedään syöttökaapeli saunarakennukselle ja se asennetaan suoraan maahan. Saunarakennukselta on n. 20 m matka pääkeskukselle ja se tuodaan ryhmäkeskukselle seinän läpi.

Kaapelille täytyy määrittää ja laskea kuormituskertoimet, joita tulee kaapelin kuormituksessa ottaa huomioon. Kuormituskertoimien avulla saadaan arvo, jolla voidaan syöttö kaapeli kohteeseen valita. SFS 6000-5-52:2017 standardeista voidaan korjauskertoimet katsoa. Taulukosta 52.X saadaan 200 mm paksuisen seinän läpivienneille korjauskertoimeksi 0,68. Taulukosta B.52.14 saadaan korjauskertoimeksi 1,00, kun valitaan 30 °C maan lämpötilaksi ja PVC eristeinen kaapeli. Taulukosta B.52.4 valitaan kuormitukseksi 59A, kun valitaan 16 mm<sup>2</sup> alumiini asennustavalla C. Korjauskertoimet kerrotaan keskenään käyttäen kaavaa 3 ja tuloksena saadaan  $0,68 * 59 * 1 = 40,12A$ . (SFS 6000-5-52:2017, 2017, s. 16, s. 40, s. 50)

Kaava 3.  $k1 * k2/k3 * k4 ...$

Kaapelin valintaan käytetään taulukkoa B.52.4. Taulukossa on listattu PVC-eristeiset kupari- ja alumiinijohtimet, joissa on kolme kuormitettua johdinta. Taulukon Y.52.1 mukaan 25A gG sulakkeella on oltava johdin, joka kestää vähintään 28A virtaa. Taulukosta 1 valitaan siis 16 mm<sup>2</sup> Alumiini kuormituskertoimesta saadun arvon perusteella, ajatellen myös mahdollisia tulevaisuuden laajennuksia. (SFS 6000-5-52:2017, 2017, s. 40, s. 76)

Taulukko 1. Kuormitettavuudet (SFS 6000-5-52:2017, s.40)

Johtimen nimellis- poikkipinta	Taulukon B.52.1 mukaiset asennustavat						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
mm <sup>2</sup>							
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Kupari</b>							
1,5	13,5	13	15,5	15	17,5	18	19
2,5	18	17,5	21	20	24	24	24
4	24	23	28	27	32	30	33
6	31	29	36	34	41	38	41
10	42	39	50	46	57	50	54
16	56	52	68	62	76	64	70
25	73	68	89	80	96	82	92
35	89	83	110	99	119	98	110
50	108	99	134	118	144	116	130
70	136	125	171	149	184	143	162
95	164	150	207	179	223	169	193
120	188	172	239	206	259	192	220
150	216	196	262	225	299	217	246
185	245	223	296	255	341	243	278
240	286	261	346	297	403	280	320
300	328	298	394	339	464	316	359
<b>Alumiini</b>							
2,5	14	13,5	16,5	15,5	18,5	18,5	
4	18,5	17,5	22	21	25	24	
6	24	23	28	27	32	30	
10	32	31	39	36	44	39	
16	43	41	53	48	59	50	53
25	57	53	70	62	73	64	69
35	70	65	86	77	90	77	83
50	84	78	104	92	110	91	99
70	107	98	133	116	140	112	122
95	129	118	161	139	170	132	148
120	149	135	186	160	197	150	169
150	170	155	204	176	227	169	189
185	194	176	230	199	259	190	214
240	227	207	269	232	305	218	250
300	261	237	306	265	351	247	282

### 5.5 Syötön automaattinen poiskyttäminen

Syötön automaattisella poiskyttämällä varmistetaan vikasuojauksen toiminta. Automaatti- ja tulppasulakkeille on laadittu nimellisvirran mukaiset pienimmät vaaditut arvot. Taulukossa 2 on tulppasulakkeiden (gG) arvot ja taulukossa 3 johdonsuojakatkaisijoille laaditut arvot.

Taulukko 2. Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille (D1, 2017, käsikirja rakennusten sähköasennuksista, luku 41.2.1.1, kohta ”Vikasuojauksen suunnittelu”)

Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	gG-sulake 0,4 s	Vaadittu mitattu arvo	gG-sulake 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35	-	-	165	206,3
40	315	393,8	190	237,5

Taulukko 3. Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille (D1, 2017, käsikirja rakennusten sähköasennuksista, luku 41.2.1.1, kohta ”Vikasuojauksen suunnittelu”)

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	Btyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
13	65	81,3	130	162,5
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1 000
125	625	781,3	1 250	1 562,5

Kun syöttökaapelin materiaali ja pituus on tiedossa, voidaan saunarakennuksen ryhmäkeskukselle laskea oikosulkuvirta. Cadmatic Electric laskee myös annettujen arvojen mukaan sähköteknisiä laskelmia, mutta on hyvä laskea vielä itse syöttökaapeli ja saunarakennuksen pisimmät ryhmäsyötöt.

Ensimmäiseksi lasketaan verkon impedanssi, joka saadaan laskettua verkon oikosulkuvirran avulla. Laskemiseen käytetään kaavaa 4. Verkon impedanssiksi saadaan  $0,40\Omega$ .

$$\text{Kaava 4. } Z_v = (c * U) / \sqrt{3} * ik) \\ = 0,95 * 400 / \sqrt{3} * 548 = 0,40\Omega, \text{ jossa}$$

$c = 0,95$  kerroin

$U = 400\text{V}$  pääjännite

$ik = 548\text{A}$  (yksivaiheinen oikosulkuvirta)

$Z_v =$  piirin kokonaisimpedanssi

Seuraavana vaiheena on laskea saunarakennuksen syöttökaapelin impedanssi. Laskemiseen tarvitaan johdin materiaalien impedansseja. Tässä tapauksessa on kyseessä alumiini kaapeli, joka sisältää myös maadoitus kuparin. Taulukossa 4 listataan erilaisten johtimien keskimääräisiä impedansseja.

Taulukko 4. Kaapeleiden likimääräiset impedanssit (D1, 2017, käsikirja rakennusten sähköasennuksista, luku 41.2.1.1, kohta ”Vikasuojuuksen suunnittelu”)

Johtimien poikkipinta mm <sup>2</sup>	Kupari			Alumiini		
	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z	Resistanssi r	Reaktanssi x	Impedanssi z
4 × 1,5	14,620	0,115	14,620			
4 × 2,5	8,770	0,110	8,770			
4 × 4	5,480	0,107	5,480			
4 × 6	3,660	0,100	3,660			
4 × 10	2,244	0,094	2,246			
4 × 16	1,415	0,090	1,418	2,324	0,090	2,326
4 × 25	0,898	0,086	0,902	1,489	0,086	1,492
4 × 35	0,652	0,083	0,657	1,086	0,083	1,089
4 × 50	0,482	0,083	0,489	0,796	0,083	0,800
4 × 70	0,336	0,082	0,346	0,551	0,082	0,557
4 × 95	0,244	0,082	0,257	0,398	0,082	0,406
4 × 120	0,195	0,080	0,211	0,316	0,080	0,326
4 × 150	0,155	0,080	0,174	0,258	0,080	0,270
4 × 185	0,125	0,080	0,148	0,207	0,080	0,222
4 × 240	0,095	0,079	0,124	0,162	0,079	0,180
4 × 300	0,078	0,079	0,111	0,133	0,079	0,155

Ryhmäkeskuksen impedanssi saadaan selville, kun lisätään syöttökaapelin ominaisimpedanssit kokonaisimpedanssiin.

$$0,02km * 2,246\Omega/km + 0,02km * 2,326\Omega/km + 0,40\Omega = 0,49\Omega$$

Seuraavaksi voimme laskea ryhmäkeskuksen oikosulkuvirran kaavalla 5.

$$\text{Kaava 5. } I_{rk} = (c * U) / \sqrt{3} * Z_{rk}$$

$$= 0,95 * 400 / \sqrt{3} * 0,49\Omega = 446,4A, \text{ jossa}$$

$c = 0,95$  kerroin

$U = 400V$  pääjännite

$Z_{rk}$  = piirin kokonaisimpedanssi

Oikosulkuvirraksi saadaan 446,4A ja taulukon 2 mukaan 25A gG sulakkeen 5,0 s ajalla laskettu arvo on 110A. Voidaan tämä oikosulkuvirta todeta riittäväksi.

Saunarakennuksen pisimmät ryhmäjohtimien oikosulkuvirrat on hyvä laskea, vaikka Cadmatic Electric laskee nämä myös. Kohteessa pisimmät ryhmät olivat MMJ 1,5m<sup>2</sup> ja 2,5m<sup>2</sup> johtimilla. 1,5m<sup>2</sup> johtimen pisin pituus oli 26,7 metriä ja 2,5m<sup>2</sup> johtimella 29,3 metriä. Molemmille johtimille täytyy laskea impedanssit, jonka jälkeen voidaan oikosulkuvirta laskea.

$$\text{MMJ } 1,5m^2 = 2 * 14,62\Omega/km * 0,0267km + 0,49\Omega = 1,27\Omega$$

$$\text{MMJ } 2,5m^2 = 2 * 8,77\Omega/km * 0,0293km + 0,49\Omega = 1,00\Omega$$

Oikosulkuvirtojen laskemiseen voidaan käyttää myös kaavaa 5.

$$\text{MMJ } 1,5m^2 = 0,95 * 400 / \sqrt{3} * 1,27\Omega = 172,8A$$

$$\text{MMJ } 2,5m^2 = 0,95 * 400 / \sqrt{3} * 1,00\Omega = 219,4A$$

Taulukosta 5 voidaan johdonsuojakatkaisijoiden toimintavirrat katsoa. Ryhmäjohtimien sulakkeet saunarakennuksella ovat C-tyyppiä ja sulakekoko 1,5m<sup>2</sup> johtimelle on



10A ja 2,5m<sup>2</sup> 16A. Taulukosta valitaan siis C-tyypin sulake 4,0–5,0 s ajalla 10A- ja 16A sulakkeelle. Taulukosta saadaan 10A sulakkeelle vaadituksi arvoksi 100A ja 16A sulakkeelle 160A, voidaan siis todeta pisimpien ryhmäjohtimien oikosulkuvirrat riittäviksi.

Taulukko 5. Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisjoille. (D1, 2017, käsikirja rakennusten sähköasennuksista, luku 41.2.1.1, kohta ”Vikasuojauksen suunnittelu”)

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisjoille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	Btyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo	C-tyyppi 0,4 s ja 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
13	65	81,3	130	162,5
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1 000
125	625	781,3	1 250	1 562,5

## 5.6 Ryhmäkeskus

Saunarakennukselle suunniteltiin valmiskeskus UTU:n vakiokeskus mallistosta. Ryhmäkeskuksen valintaan liittyviä kriteereitä oli vikavirtasuojien, automaattisulakkeiden määrä, koko ja tyyppi. Keskuksessa tulee myös olla ovi ja sisältää IT-osan. Valinnassa päädyttiin IT-BULLDOG3824J vakioryhmäkeskukseen. Ryhmäkeskus ja sen yksityiskohtaiset mitat näkyvät liitteessä 13.

Vakiokeskukseen täytyy tehdä muutoksia ja vaihtaa kaksi C16 automaattisulaketta C10 sulakkeeseen, joka on suhteellisen vaivatonta. Ylimääräiseksi jääviä automaattisulakkeita vakiokeskuksessa on yhteensä 7 kappaletta. Näistä on vikavirran takana yksi C16 ja vikavirratomia lähtöjä on 4 kappaletta C10 sekä 2 kappaletta C16 automaattisulaketta. Nämä sulakkeet jäävät varalle mahdollisille tulevaisuuden

laajennuksille. Ryhmäkeskuksen nousukaavio löytyy liitteestä 14, johon on myös listattu käytetty asennuskaapeli jokaiselle ryhmälle.

## 6 YHTEENVETO

Projekti tuli tietooni Satakunnan ammattikorkeakoulun opettajan kautta, kun yksityinen asiakas tarvitsi tulevalle saunarakennukselleen sähkösuunnittelun. Saunarakennuksen pohja- ja julkisivukuvat oli piirtänyt Satakunnan ammattikorkeakoulun opiskelija, eli kohde vaati vain sähkösuunnittelun.

Asiakkaan kanssa pidettiin monia palavereita, jotta saataisiin yhtenäinen näkemys siitä mitä saunarakennukselle halutaan ja mitä sinne tarvitaan. Tapaamisissa ei tullut suurempia muutoksia ensimmäisen palaverin sähköpiirustukseen, joka omalla tavallaan nopeutti suunnittelun etenemistä. Tilaajan kanssa työskentely oli kaiken kaikkiaan toimivaa ja mukavaa, koska suunnitteluun liittyvät seikat olivat aina hyvin keskusteltavissa. Kohteen tarvittavat tiedot ja yksityiskohdat tuli asiakkaan toimesta.

Suunnittelussa tuli itselle ihan uutena asiana vesipumppaamon suunnittelu ja kuinka paljon taustatyötä tämänkaltainen kokonaisuus vaatii, esimerkiksi pumppaamon erillisiä vaatimuksia kysyttiin kohteen kunnalta. Tämän lisäksi kaiutinjärjestelmän suunnittelu oli minulle uutta, vaikka varsinaiset vahvistin ja kaiutin elementtien valinnat jäivät asiakkaalle. Haasteena oli valita kaapeli tyyppi, joka sopii mahdollisimman mooneen kokonaisuuteen ja järjestelmään. Sähköpiirustuksissa yhdistettiin eri osa-alueiden johdotuksia kuvien selkeyttämisen vuoksi. Piirustuksiin lisättiin myös erillisiä selitteitä oikeaan yläkulmaan asentajaa varten, koska projektissa tehtiin itse piirrosmerkki painonappikytkimelle, joka toimii myös himmentimenä. Valmiiksi saadut sähköpiirustukset, sekä sähköselostus lähetettiin talopakettivalmistajalle.

Projekti teetti erinomaista oppimista aloittavalle sähkösuunnittelijalle pienjännitekiinteistöjen mitoituksesta ja suunnittelusta, vaikka omaksun yli vuoden mittaisen työkokemuksen sähköasentajana. Projektissa opittiin myös tärkeää vuorovaikutusosaamista ja kuinka se tekee työn etenemisestä/suunnittelusta huomattavasti luonteikkaampaa. Lopputuloksena syntyi kokonaisuudessaan toimiva ja tämän päivän mukainen sähkösuunnitelma.

## LÄHTEET

D1. (2017). Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Haettu 17.5.2022 osoitteesta <https://severi.sahkoinfo.fi/item/2159?search=Sahkoalan%20saannokset>

Fluke networks www-sivut. (2020). Differences between Wiring Codes T568A vs T568B (AT&T 258A). Haettu 9.5.2022 osoitteesta <https://www.flukenet-works.com/knowledge-base/application-or-standards-articles-copper/differences-between-wiring-codes-t568a-vs>

Grundfos www-sivut. (2020). UNILIFT KP250-AV-1 - 012H1900 [esite]. Haettu 20.4.2022 osoitteesta. <https://product-selection.grundfos.com/products/unilift-kp/unilift-kp250-av-1-012H1900?tab=documentation&pumpsystemid=1562190611>

Grundfos www-sivut. (2020). UNILIFT KP250-AV-1 - 012H1900 [tietosivu]. Haettu 20.4.2022 osoitteesta. <https://product-selection.grundfos.com/products/unilift-kp/unilift-kp250-av-1-012H1900?tab=variant-curves&pumpsystemid=1562190611>

Kari.fi www-sivut. (2022). KARI-pintakytkin 1C | 1H | 1L [käyttöohje] Haettu 25.4.2022 osoitteesta <https://kari.fi/fi/tuotteet/kari-pintakytkin-1c-1h-1l/>

Saarelainen, J. (3.12.2019) Valaistusvoimakkuudet teollisuudessa ja kodin eri tiloissa –Winled. <https://www.winled.fi/blogi/artikkeli/Valaistusvoimakkuudet-teollisuudessa-ja-kodin-eri-tiloissa> Viitattu 25.4.2022

SFS 6000-7-701:2017, Pienjännitesähköasennukset. Osa 7–701: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset. Kylpy- ja suihkutilat. <https://online.sfs.fi> Viitattu 5.5.2022.

SFS 6000-5-52:2017, Pienjännitesähköasennukset. Osa 5–52: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Johtojärjestelmät. <https://online.sfs.fi> Viitattu 20.4.2022.

SFS-EN 12050-1:2015, Jäteveden kiinteistökohtaiset pumppaamot. Osa 1: Talousjäteveden pumppaamot. <https://online.sfs.fi> Viitattu 19.4.2022.

Sisäasiainministeriön asetus palovaroittimien sijoittamisesta ja kunnossapidosta 239/2009. Haettu 17.5.2022 osoitteesta

<https://severi.sahkoinfo.fi/item/2159?search=Sahkoalan%20saannokset>

TUKES www-sivut. (2022). Kylpy ja suihkutilojen sähköasennukset. Haettu 24.4.2022 osoitteesta <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset/kylpy-ja-suihkutilojen-sahkoasennukset#9408d019>

ST 13.31, Rakennusten sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. (2018). Sähkötieto. <https://severi.sahkoinfo.fi> Viitattu 21.4.2022

Ympäristöministeriö: D1 kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot -Määräykset ja ohjeet. (24.1.2007). Haettu 17.5.2022 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/viranomaiset/normi/700001/28208>

14.4.2022

1/1

## Piirustusluettelo

Piirustusnumero	Lehti	Nimitys1	Nimitys2	Tekijä	Pvm	Tiedostonimi
	-1/0	Sähköpisteiirustus		JL	21.3.2022	Saunarakennus 2022.drw
	-1/0	Paloilmoitinkaavio		JL	21.3.2022	Saunarakennus 2022.drw
	-1/0	MAADOITUSKAAVIO	TN-S JÄRJESTELMÄ	JL	21.03.2022	Saunarakennus 2022.drw
	-1/0	Ääni-, antenni- ja yleiskaapelointi piirustus		JL	21.3.2022	Saunarakennus 2022.drw
	-1/0	LVI ja Lämmityspiirustus		JL	21.3.2022	Saunarakennus 2022.drw
	-1/0	Johdotuspiirustus		JL	21.3.2022	Saunarakennus 2022.drw

**Kaapelityyppien määräluettelo**

<b>Snro.</b>	<b>Tyyppi</b>	<b>Yhteensä</b>
0406742	MMJ 5x1,5 S	66,2
0232092	HALOFIX 90 2x2,5 VA	24,2
0264022	SUPERCAT 1000 UTP 4p ARM Kat 6	21,0
0232188	TELLU 7 ARM	21,0
0602112	MCMK 2x1,5/1,5	3,7
0406743	MMJ 5x2,5 S	16,3
0406722	MMJ 3x1,5 S	166,3
0421575	SIHF 5x1,5	5,9
0421573	SIHF 3x1,5	3,2
0412012	MMO 7x1,5 S	1,7
0406723	MMJ 3x2,5 S	93,2
0622337	AMCMK 4x16/10	21,0
0603192	MCMK 4x1,5/1,5	53,0
Coax (Tellu13)	TELLU 13 VA	49,4
0248306	2x4P U/UTP Cat6	47,6

LIITE 3.

Laiteluettelo tuotteittain

Nimike	Nimi	Tekniset tiedot	Valmistaja	Tyyppi	A-hinta	Määrä
4117144	Saunavalaisin	Puuritilällä 1x40/60W	Ensto Valaistus	Puuritilällä 1x40/60W A60/E27	0,00	1
2530073	Pistorasia	Exxact 2-osainen	Schneider Electric	2S/16A/IP21 50KPL UPJ 1X VAL	0,00	6
2530121	Pistorasia	Exxact pistorasia 2-	Schneider Electric	2S/16A/IP21 1X UKJ vino VAL	0,00	7
2530001	Pistorasia	Exxact pistorasia 1-	Schneider Electric	1S/16A/IP21 UPJ VAL	0,00	4
7512143	Antennirasia		Berker by Hager	450210 TV+R päättyvä 4dB DC>	0,00	4
2112005	Kytkin	Exxact 5-Kytkin jousiliitos	Schneider Electric	5/16A/IP21 2X UKJ VAL	0,00	3
4109589	Seinävalaisin ulko	Modena 7512-250	Konstsmide	Modena 7512-250 IP44 2xGU10 VA	0,00	10
2101144	Kytkin	Exxact 6/1-Kytkin jousiliitos	Schneider Electric	6/16A/IP21 0X UKJ VAL TÄYS PAK	0,00	2
2609111	Valonsäädin	Exxact Valonsäädin	Schneider Electric	SDM100LED uppoas. RCL	0,00	2
2112534	Impulssijousi	Exxact Impulssijousi	Schneider Electric	Impulssijousi	0,00	2
2112534	Impulssijousi	Exxact Impulssijousi	Schneider Electric	Impulssijousi	0,00	4
2101144	Kytkin	Exxact 6/1-Kytkin jousiliitos	Schneider Electric	6/16A/IP21 0X UKJ VAL TÄYS PAK	0,00	4
7137663	Palovaroin optinen	Optinen palovaroin, 230	FSM	EI146	0,00	2
7011101	Painike	Exxact kaiutinpistorasia	Schneider Electric	Kaiutinpistorasia VAL	0,00	2
2530106	Pistorasia	Exxact 1-osainen	Schneider Electric	1S/16A/IP44 0X UPJ kansi VAL	0,00	1
2400201	Pistorasia	Artic Pinta IP44 1-osainen	Schneider Electric	1-PISTORASIA IP44 VAL	0,00	1
2006596	Merkkivalokaluste	Merkkivalokaluste, Kosti,	ABB Smart	PUN/LED/230V/25mA/IP55 PPR	0,00	1
7233101	Telerasia	Exxact Datarasia Actassi	Schneider Electric	Datarasia Actassi VAL	0,00	4
2530030	Pistorasia	Exxact pistorasia 2-	Schneider Electric	2S/16A/IP44 UPJ 1X VAL	0,00	7
4103437	Alasvalo	ALSD180PU/DW IP44	Ensto Valaistus	ALSD180PU IP44 11W 830/840 VA	0,00	21
1152513	Valaisinpistorasia		ABB Smart	AKK13J, 1-Juokka, uppo HF	0,00	1
4128051	Valokuituvalaisin	saas sauna basic   6+1	Saas Instrumentti	SAUNA BASIC KUITUS. -10W	0,00	1
2609171	Valonsäädin	Exxact valonsäädin LED 5-	Schneider Electric	UNI200LED 5-200W RCL UK VAL	0,00	2
2101144	Kytkin	Exxact 6/1-Kytkin jousiliitos	Schneider Electric	6/16A/IP21 0X UKJ VAL TÄYS PAK	0,00	2
	UNILIFT KP250-AV-1	Pumppu	Grundfos	No. 012H1900	0,00	1
2701424	KARI-pintakytkin 1C   1H   1L	Pintakytkin	KARI	Ylärajahälytin	0,00	1
2100704	Peitelevy	Exxact - 2-os	Schneider	Combi - valkoinen	0,00	7
2112071	Peitelevy	Exxact - 1-os	Schneider	Combi - valkoinen	0,00	5
2101147	Peitelevy	1-osainen kehys	Schneider	Primo - valkoinen	0,00	4
2101148	Peitelevy	2-osainen kehys	Schneider	Primo - valkoinen	0,00	2
2112093	Peitelevy	3-osainen kehys	Schneider	Primo - valkoinen	0,00	1

**Valaisinluettelo**

Positio	Valmistaja	Tyyppi	Teho	Lamppu	Asennustapa
1	Ensto Valaistus	Puuritilällä 1x40/60W A60/E27			
2	Konstsmide	Modena 7512-250 IP44 2xGU10 VA			
3	Ensto Valaistus	ALSD180PU IP44 11W 830/840 VA	11		
4	Saas Instrumentti	SAUNA BASIC KUITUS. -10W LED/D			



## LIITE 5.

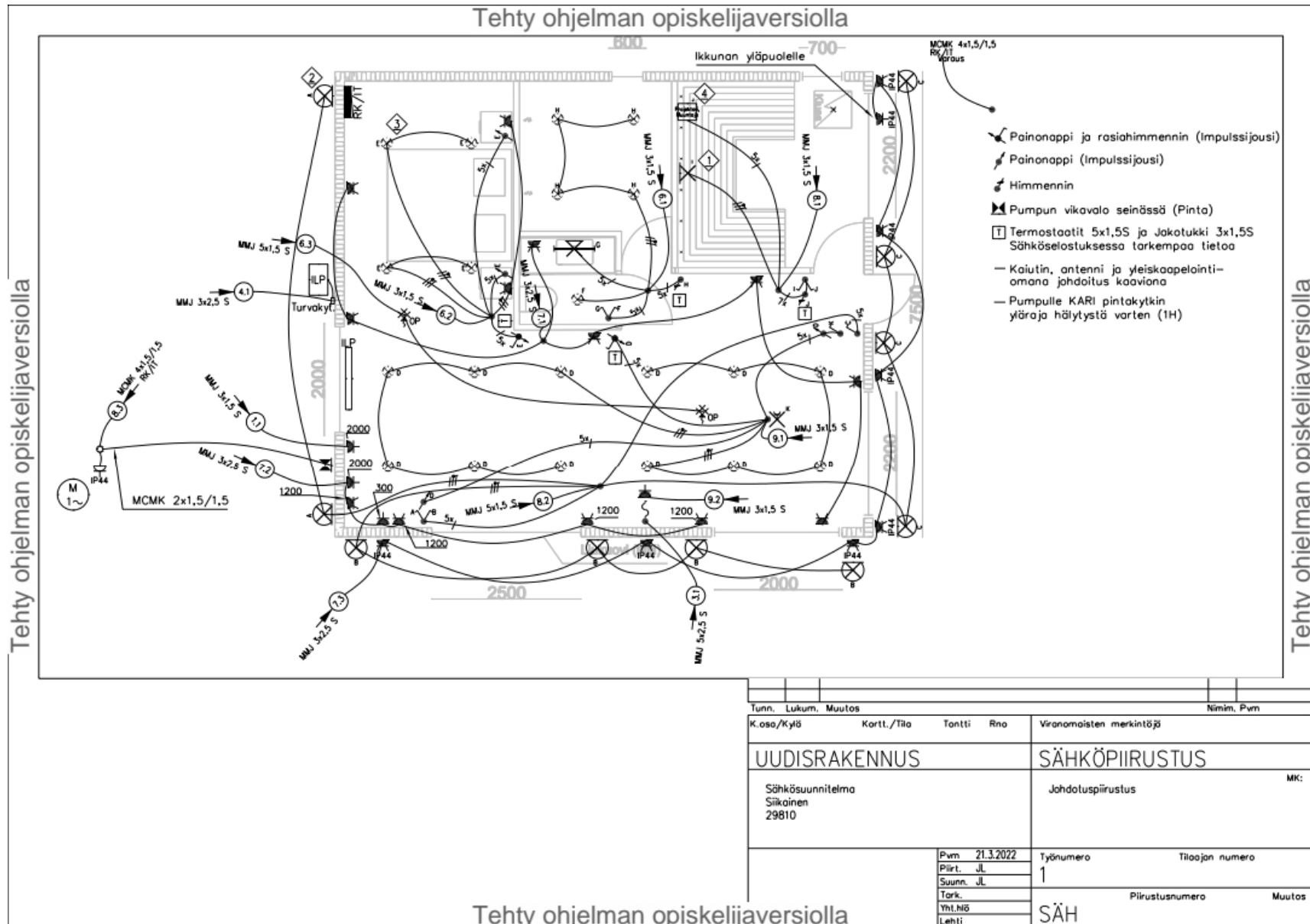
### Sähkötekniset laskennat

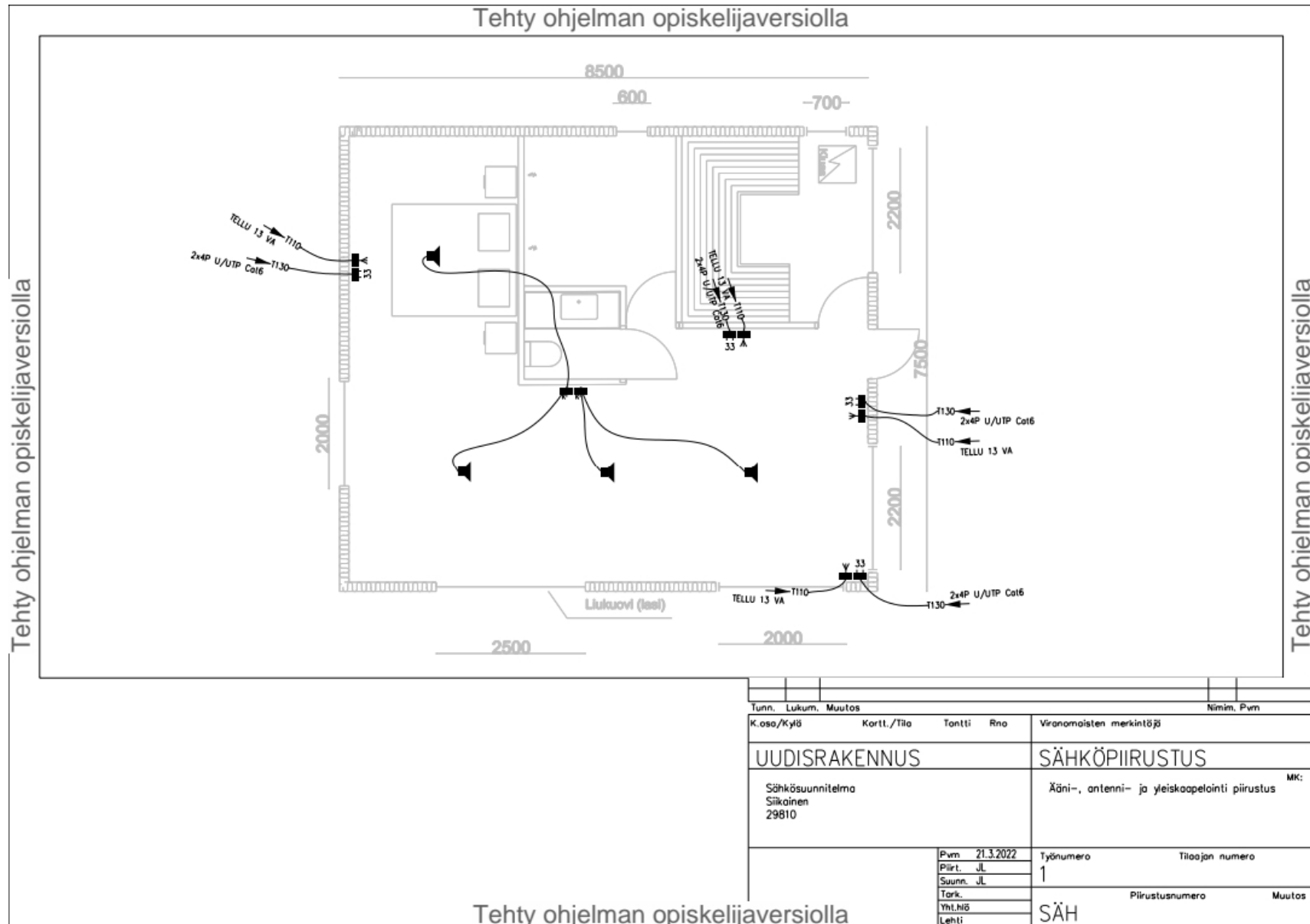
Keskus	Ryhmä	Tasokuvassa	Kaavio kuvassa	Osoite	Johdotus	Kaapelipituus (m)	Max kaapelipit. (m)	Teho (kW)	Ylivirtasuojajärjestelmä (gG)	Oikosulkuvirta (A)	Jännitealennus (%)	Järjestys	
PK	1	Ei	Ei	Rantasauna	AMCMK 4x16/10	20	185,9	14,2	S 25	449	0,32	0	OK.
PK	2	Ei	Ei	Rantasauna	SUPERCAT 1000 UTP 4p ARM Kat 6	20	-	0	-	103	0	0	
PK	3	Ei	Ei	Rantasauna	TELLU 7 ARM	20	-	0	-	310	0	0	

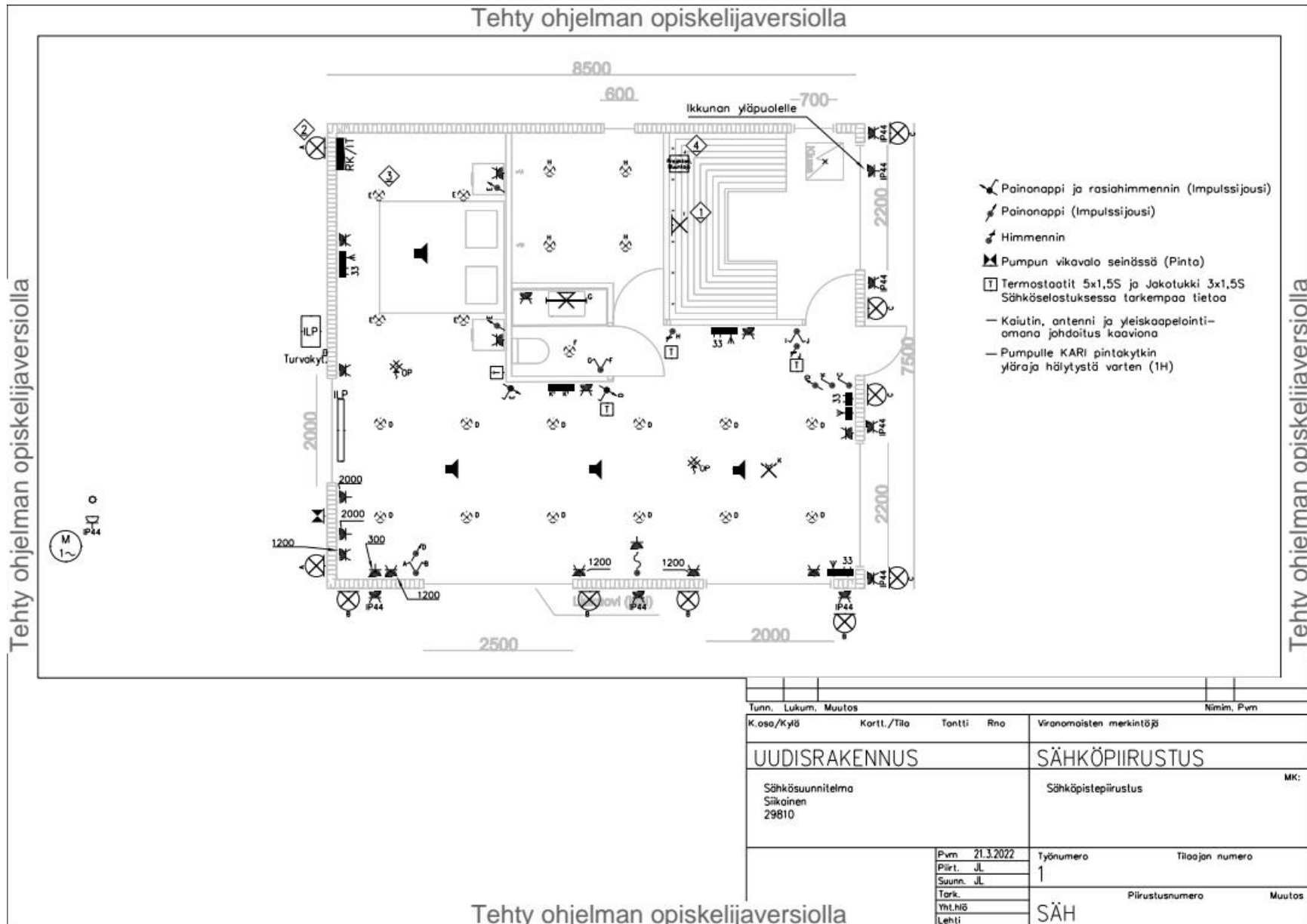
## LIITE 6.

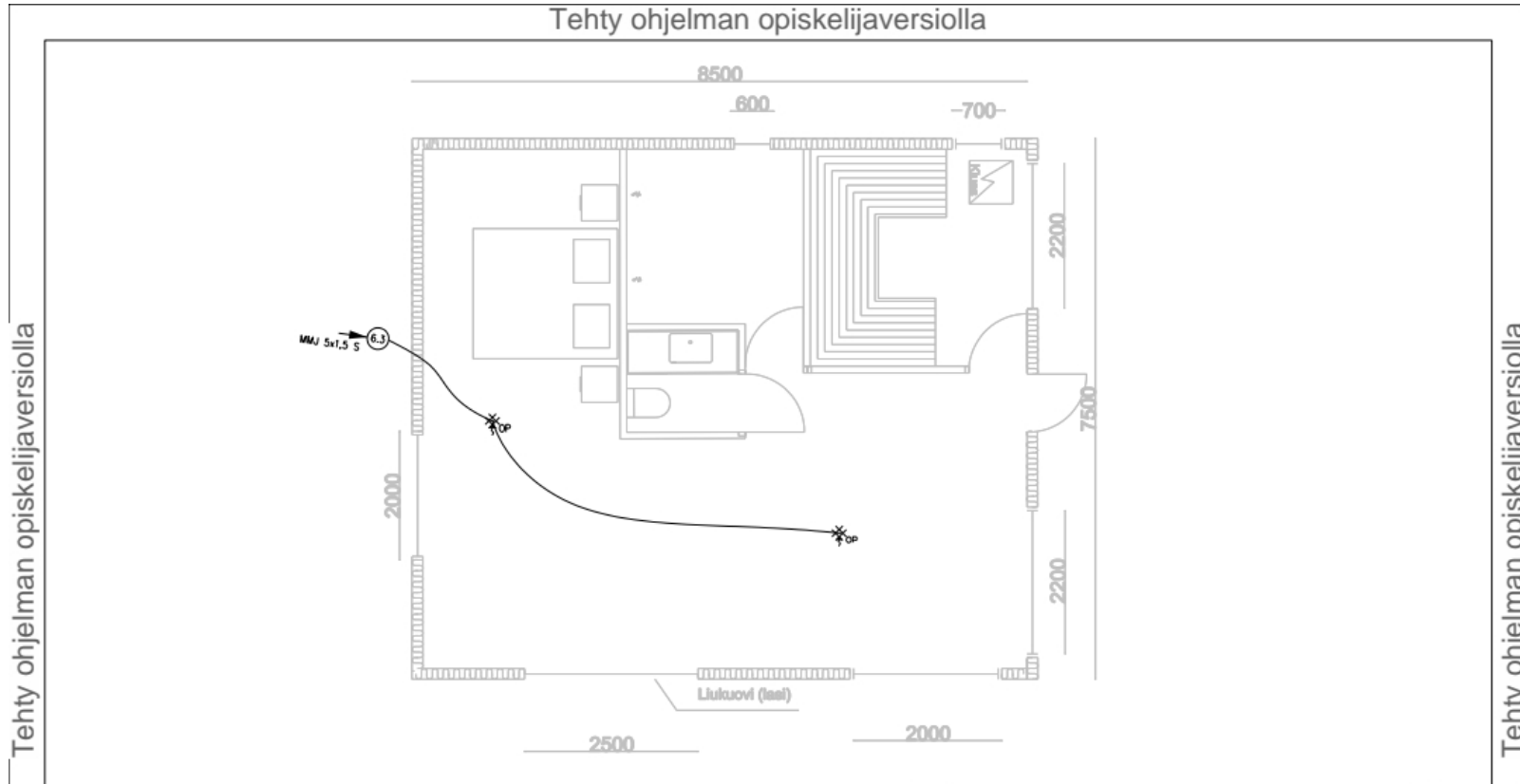
## Sähkötekniset laskennat

Keskus	Ryhmä	Tasokuvassa	Kaavio kuvassa	Osoite	Johdotus	Kaapelipituus (m)	Max kaapelipituus (m)	Teho (kW)	Ylivirtasuojaja (A)	Oikosulkuvirta (A)	Jännitealennema (%)	Järjestys	
RK/IT	1.1	Kyllä	Ei	Jääkaappi	MMJ 3x1,5 S	10,0	59,1	0,0	C 10	282	0,00	1	OK.
RK/IT	1.2	Ei	Ei	Jakotukki/Termostaatit	MMJ 3x1,5 S	0,0	59,1	0,0	C 10	0	0,00	2	
RK/IT	3.1	Kyllä	Ei	Liesi ja UUni	MMJ 5x2,5 S	15,3	51,0	0,0	C 16	292	0,00	3	OK.
RK/IT	3.2	Ei	Ei	Liesi ja UUni	MMJ 5x2,5 S	0,0	51,0	0,0	C 16	0	0,00	4	
RK/IT	3.3	Ei	Ei	Liesi ja UUni	MMJ 5x2,5 S	0,0	51,0	0,0	C 16	0	0,00	5	
RK/IT	4.1	Kyllä	Ei	ILP	MMJ 3x2,5 S	6,2	51,0	6,6	C 16	368	1,08	6	OK.
RK/IT	6.1	Kyllä	Ei	WC ja PH valaistus	MMJ 3x1,5 S	16,5	59,1	0,1	C 10	228	0,04	7	OK.
RK/IT	6.2	Kyllä	Ei	MH valaistus ja pääty PR	MMJ 3x1,5 S	14,0	59,1	0,0	C 10	246	0,03	8	OK.
RK/IT	6.3	Kyllä	Ei	Palovaroitimet	MMJ 5x1,5 S	14,2	59,1	0,0	C 10	244	0,00	9	OK.
RK/IT	7.1	Kyllä	Ei	MH, OH ja WC PR	MMJ 3x2,5 S	21,9	51,0	0,0	C 16	253	0,00	10	OK.
RK/IT	7.2	Kyllä	Ei	Välitaso ja Mikro PR	MMJ 3x2,5 S	19,6	51,0	0,0	C 16	265	0,00	11	OK.
RK/IT	7.3	Kyllä	Ei	Ulkopistorasiat	MMJ 3x2,5 S	29,3	51,0	0,0	C 16	220	0,00	12	OK.
RK/IT	8.1	Kyllä	Ei	Sauna valaistus	MMJ 3x1,5 S	16,5	59,1	0,0	C 10	227	0,00	13	OK.
RK/IT	8.2	Kyllä	Ei	Ulkovalaistus	MMJ 5x1,5 S	25,6	59,1	0,0	C 10	179	0,00	14	OK.
RK/IT	8.3	Kyllä	Ei	Pumppu	MCMK 4x1,5/1,5	12,8	59,1	0,5	C 10	256	0,04	15	OK.
RK/IT	9.1	Kyllä	Ei	OH valaistus	MMJ 3x1,5 S	26,7	59,1	0,1	C 10	174	0,15	16	OK.
RK/IT	9.2	Kyllä	Ei	Liesituuletin	MMJ 3x1,5 S	15,1	59,1	0,0	C 10	237	0,00	17	OK.
RK/IT	Varaus	Kyllä	Ei	Terassivalojen varaus	MCMK 4x1,5/1,5	11,7	59,1	0,0	C 10	266	0,00	0	OK.
RK/IT	T110	Kyllä	Ei	OH3	TELLU 13 VA	15,1	-	0,0	-	0	0,00	0	
RK/IT	T110	Kyllä	Ei	MH	TELLU 13 VA	3,4	-	0,0	-	0	0,00	18	
RK/IT	T110	Kyllä	Ei	OH1	TELLU 13 VA	9,2	-	0,0	-	0	0,00	19	
RK/IT	T110	Kyllä	Ei	OH2	TELLU 13 VA	15,7	-	0,0	-	0	0,00	20	
RK/IT	T130	Kyllä	Ei	OH3	2x4P U/UTP Cat6	18,1	-	0,0	-	107	0,00	0	
RK/IT	T130	Kyllä	Ei	MH	2x4P U/UTP Cat6	4,1	-	0,0	-	260	0,00	22	
RK/IT	T130	Kyllä	Ei	OH1	2x4P U/UTP Cat6	8,9	-	0,0	-	174	0,00	23	
RK/IT	T130	Kyllä	Ei	OH2	2x4P U/UTP Cat6	15,1	-	0,0	-	122	0,00	24	









Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

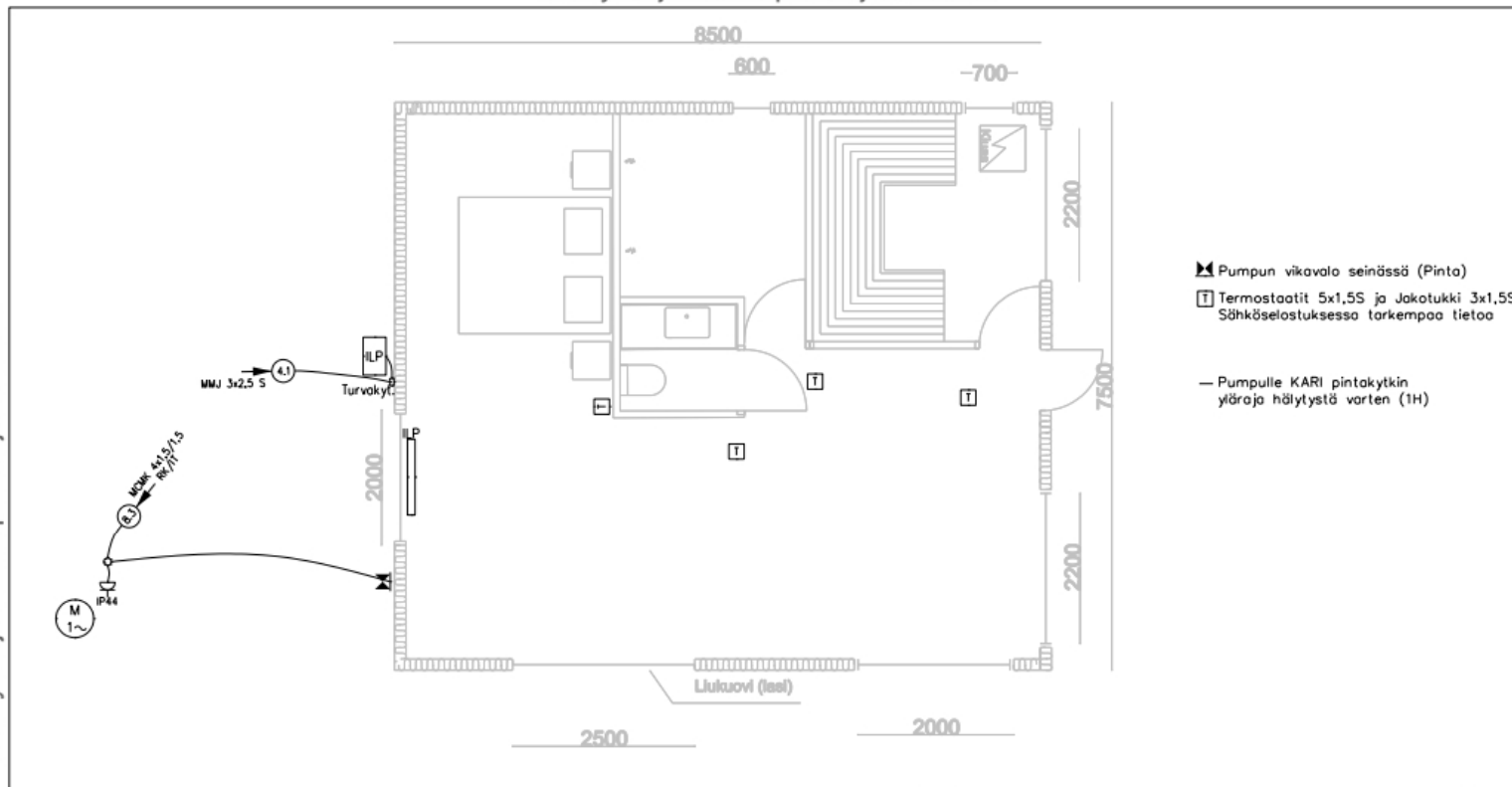
Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.		Pvm
K.osa/Kylä	Kortti./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintä	
UUDISRAKENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS		
Sähkösuunnitelma Siikainen 29810			Paloilmaitinkaavio		MK:
		Pvm	21.3.2022	Työnumero	Tilajan numero
		Piirt.	JL	1	
		Suunn.	JL		
		Tark.		Piirustusnumero	Muutos
		Yht.Niö		SÄH	
		Lehti			

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

LIITE 11.

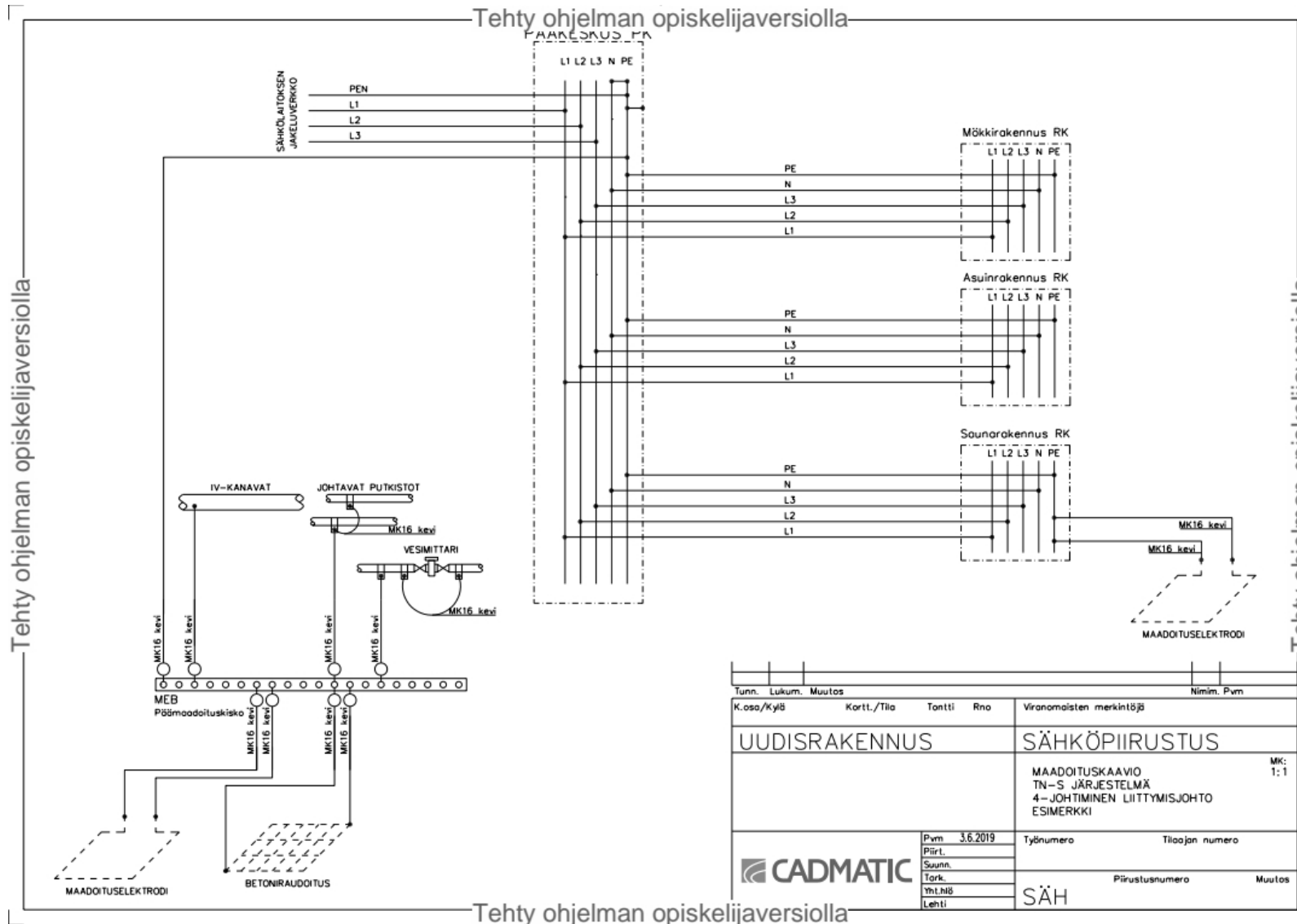
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm	
K.osa/Kytö	Kortti./Tila	Tantti	Rno	Viranomaisten merkintöjä
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS
Sähkösuunnitelma Siikainen 29810				LVI ja Lämmityspiirustus MK:
			Pvm 21.3.2022	Työnumero
			Piirt. JL	Tilajan numero
			Suunn. JL	1
			Tark.	Piirustusnumero
			Yht.Nö	Muutos
			Lehti	SÄH

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.	Pvm
K.osa/Kyö	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä
UUDISRAKENNUS		SÄHKÖPIIRUSTUS		
				MK: 1:1
MAADOITUSKAAVIO TN-S JÄRJESTELMÄ 4-JOHTIMINEN LIITTYMISJOHTO ESIMERKKI				
Pvm 3.6.2019		Työnumero	Tilaajan numero	
Piirt.				
Suunn.				
Tark.		Pirustusnumero		
Yht.Nö		Muutos		
Lehti		SÄH		

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

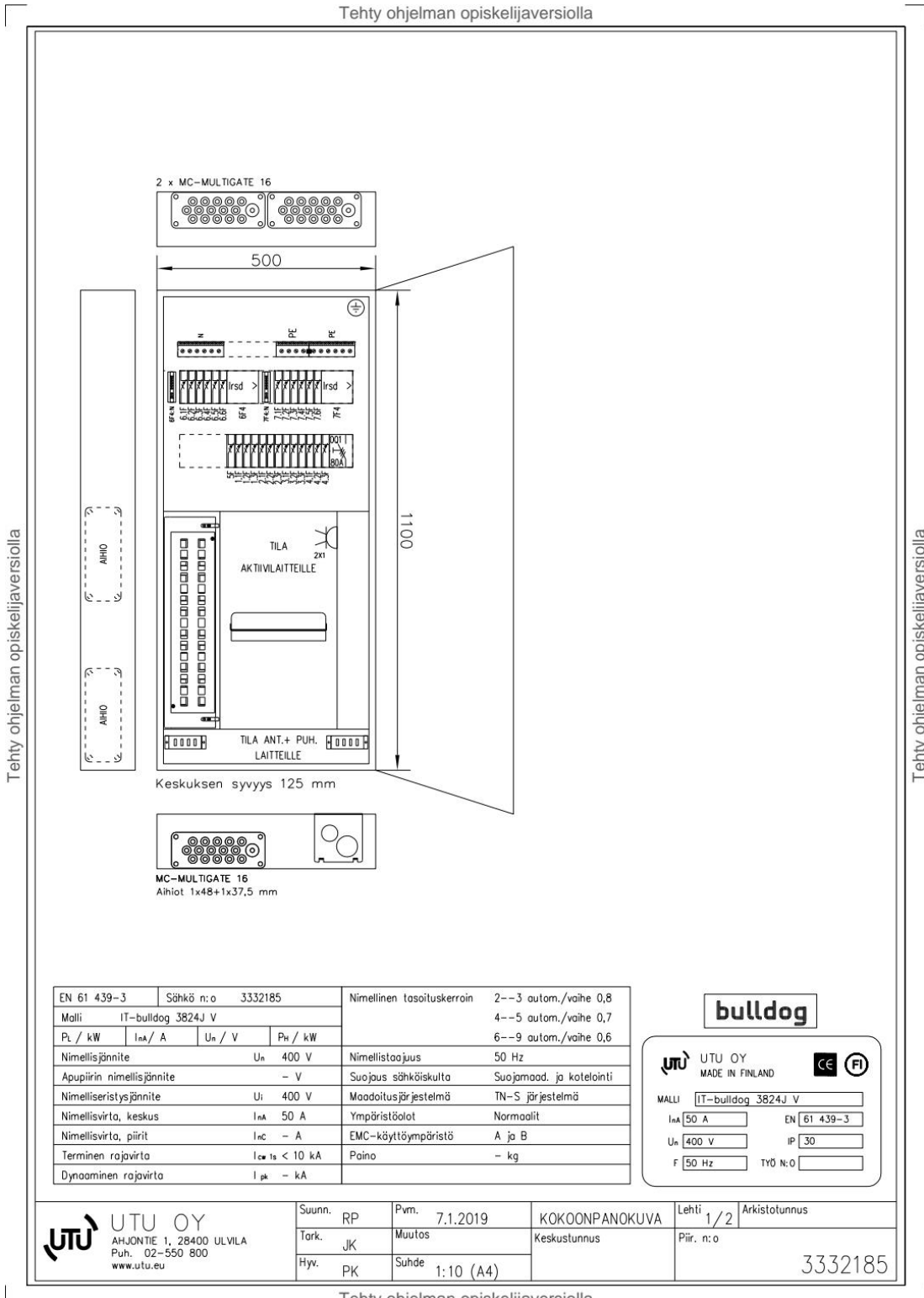
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

KESKUS		NRO	NIMITYS	A/A	kW	JOHDOTUS
			Pääkytkin	80A		AMCMK 4x16/10
L1		1.1	Jääkaappi	C10		MMJ 3x1,5 S
L2		1.2	Jakotukki/Termostaatit	C10		MMJ 3x1,5 S
L3		1.3		C10		
L1		2.1		C10		
L2		2.2		C10		
L3		2.3		C10		
L1		3.1	Liesi/Uuni	C16		MMJ 5x2,5 S
L2		3.2	Liesi/Uuni	C16		
L3		3.3	Liesi/Uuni	C16		
L1		4.1	Ilmalämpöpumppu	C16	6,6	MMJ 3x2,5 S
L2		4.2		C16		
L3		4.3		C16		
L3		5	Pistorasia 2x16A+N+PE keskuksessa	C10		
L1		6.1	WC ja PH valaistus	C10		MMJ 3x1,5 S
L2		6.2	MH valaistus ja pääty pistorasiat	C10		MMJ 3x1,5 S
L3		6.3	Palovaroittimet	C10		MMJ 5x1,5 S
L1		7.1	MH, OH ja WC pistorasiat	C16		MMJ 3x2,5 S
L2		7.2	Mikro, sulanapito ja väitasto pistorasiat	C16		MMJ 3x2,5 S
L3		7.3	Ulkapistorasiat	C16		MMJ 3x2,5 S
L1		8.1	Sauna valaistus	C10		MMJ 3x1,5 S
L2		8.2	Ulko valaistus	C10		MMJ 5x1,5 S
L3		8.3	Pumppu pistorasia	C10	0,48	MCMK 4x1,5/1,5
L1		9.1	OH valaistus	C10		MMJ 3x1,5 S
L2		9.2	Liesituuletin	C10		MMJ 3x1,5 S
L3		9.3		C16		

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

**UTU** UTU OY  
 AHJONTIE 1, 28400 ULVILA  
 Puh. 02-550 800  
 www.utu.eu

Suunn.	RP	Pvm.	7.1.2019	PÄÄKAAVIO
Tark.	JK	Muutos		Keskustunnus
Hyv.	PK	Suhde		

Lehti	2/2	Arkistotunnus	
Piir. n:o			3332185