



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Samu Heitto

# Sähkösuunnitelma omakotitaloon

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

27.4.2021

Tekijä Otsikko	Samu Heitto Sähkösuunnitelma omakotitaloon
Sivumäärä Aika	31 sivua + 13 liitettä 27.4.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Jarno Nurmio toimitusjohtaja Riku Rinne
<p>Opinnäytetyön aiheena oli tehdä uusi sähkösuunnitelma rakenteilla olevaan omakotitaloon Tuusulassa. Sähkösuunnitelman kohde oli 229 m<sup>2</sup> kolmikerroksinen kivitalo, jonka alkupe- räinen sähkösuunnittelu ei ollut asiakkaan tarpeiden mukainen. Insinööritöiden tavoitteena oli tehdä omakotitalon sähkösuunnitelma asiakkaan toiveita kuunnellen, oppia sähkösuun- nitteluprosessia ja suunnitteluohjelman käyttöä.</p> <p>Työssä käydään läpi perinteisiä omakotitalon sähkösuunnitteluun liittyviä asioita ja sähkö- auton latausmahdollisuutta tulevaisuuden varalle. Kirjoituksessa lähdemateriaaleina pää- osin käytettiin keskeisiä määräyksiä ja standardeja ja dokumentointi tehtiin CADMATIC- suunnitteluohjelmalla.</p> <p>Lopputuloksena saatiin asiakkaalle sähkösuunnitelma ja tarvittavat dokumentit, joita olivat asennuspiirustukset, keskuskaaviot ja yleiskaapelointikaavio. Näiden avulla asiakas sai jat- kettua rakennusprojektia aikataulun mukaisesti.</p>	
Avainsanat	omakotitalo, sähkösuunnitelma, sähköauton lataus

Author Title	Samu Heitto Electrical Plan for a Detached House
Number of Pages Date	31 pages + 13 appendices 27 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Jarno Nurmio, Senior Lecturer Riku Rinne, Managing director
<p>The purpose of this study was to make a new electrical plan for a new detached house built in Tuusula. The house is 229 m<sup>2</sup> three-story stone house, which original electrical plan did not meet the customer's needs. The goal for this work was to make electrical plan for the detached house, while respecting the wishes of the client, as well as learn the process of electrical planning and usage of designing software.</p> <p>This work goes through the basics of electrical planning for detached house and the possibility of electric vehicle charging in future. Sources used for writing were mainly central electricity regulations and standards. Documents were made with CADMATIC-electrical designing software.</p> <p>Outcome is an electrical plan for the client and necessary documents needed which are floor plan, switchboard schematics and generic cabling diagram. With these documents the client could continue the construction project on schedule.</p>	
Keywords	detached house, electrical plan, electric vehicle charging

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähkösuunnitelma	2
3	Suojausmenetelmät	3
3.1	Sähkölaitteiden koteloituudet	3
3.2	Ylikuormitussuojaus	7
3.3	Oikosulkusuojaus	8
3.4	Vikavirtasuojaus	8
4	Sähkösuunnittelun kohde	9
5	Tekniset tiedot ja laskelmat	10
5.1	Sähköliittymän mitoitus	10
5.2	Liittymiskaapelin valinta	14
6	Vahvavirtasuunnittelu	16
6.1	Kaapelointi	16
6.2	Pistorasiat	17
6.3	Valaistusjärjestelmä	19
6.4	Valaistuksen ohjaus	22
6.5	Autonlämmityspistorasiat ja sähköauton lataus	24
7	Tietotekniset järjestelmät	26
7.1	Antennijärjestelmä	26
7.2	Yleiskaapelointijärjestelmä	27
7.3	Palovaroitinjärjestelmä	28
8	Yhteenveto	29
	Lähteet	32

## Liitteet

Liite 1. Asennuspiirustus, Vahvavirtapisteet ja -johdotukset

Liite 2. Asennuspiirustus, Valaistus

Liite 3. Asennuspiirustus, Tietotekniset järjestelmät

Liite 4. Pääkaavio, Mittauskeskus

Liite 5. Pääkaavio, Ryhmäkeskus

Liite 6. Yleiskaapelointikaavio

## Lyhenteet

$\cos \varphi$  Tehokerroin.

I Sähkövirta [A].

IP-luokitus Ingress Protection. Kertoo sähkölaitteiden koteloinnin tiiviyden.

$P_h$  Huipputeho [kW].

U Jännite [V].

## 1 Johdanto

Sähkösuunnitelma on merkittävä osa rakennusprojektia, ja se on tärkeä tehdä huolellisesti säännösten, määräyksien ja standardien mukaan. Välillä suunnitelmat on tehty kiiressä, eivätkä ne vastaa asiakkaan tarpeita toivotulla tavalla, jolloin ne joudutaan korjaamaan tai suunnittelemaan uudelleen. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on siis tehdä uusi sähkösuunnitelma vanhan tilalle ottaen paremmin huomioon asiakkaan toiveet, oppia sähkösuunnittelun vaiheet ja suunnitteluohjelmiston käyttöä.

Suunnittelun kohde on kolmikerroksinen kivitalo Tuusulassa, jonka pinta-ala on 229 m<sup>2</sup> ja lämmitysmuotona toimii maalämpö. Kiinteistön alimmassa kerroksessa on rakentamaton tila, ja sen sähkösuunnittelu tulee jäämään tältä osin pois. Omakotitalo on rakennusvaiheessa, ja maadoitusjärjestelmä on suunniteltu ja asennettu insinööritoimiston tekemän vanhan suunnitelman mukaisesti.

Opinnäytetyössä käydään läpi pientalon sähkösuunnitelman sisältöä ja siihen liittyviä dokumentteja, viranomaismääräyksiä ja standardeja. Lisäksi työssä käsitellään kiinteistön sähköjärjestelmään kuuluvia asioita projektin omakotitalon näkökulmasta.

Työn tilaajana toimii sähköurakointiyritys Sähkörinne Oy, joka myös hoitaa kohteen sähköistyksen. Suunnitelman piirustukset tehdään CADMATIC Electrical-sähkösuunnitteluohjelmalla.

## 2 Sähkösuunnitelma

Sähkösuunnitelma on merkittävä osa kiinteistön rakennusprojektia. Kokonaisuudessaan se sisältää piirustukset, dokumentit ja muut asiakirjat, jotka ovat tehty määräyksien, lakien ja standardien edellyttämällä tavalla. Suunnitelmassa määritellään valaistus- ja kiinteistöautomaatiojärjestelmät, valaisimien ja pistorasioiden sijainnit ja määrät asiakkaan tarpeiden mukaan. Sähkösuunnitelmaa tehdessä on tärkeää tehdä yhteistyötä asiakkaan kanssa, jotta kiinteistön käyttäjien toiveet esimerkiksi tilojen tunnelmavalaukset ja laitteiden sähköpisteiden oikeat paikat toteutuvat toivotulla tavalla. Jos kohteeseen halutaan tietyn tyyppinen valaistus, voi olla tarpeen tehdä erillinen valaistussuunnitelma, sillä sähkösuunnitelmaan kuuluu vain yksinkertainen valaistussuunnittelu.

Sähkösuunnitelma on syytä tehdä huolella, sillä huonosti suunniteltu projekti voi rakennusvaiheessa tuoda lisäkuluja muutostöiden, asennusvirheiden tai yhteensopimattomien sähkölaitteiden takia.

Suunnitteluvaiheen dokumenteissa esitetään olennaisimmat perustiedot kiinteistön teknisistä yksityiskohdista ja kohteen lopputulokselle asetettavat ja sisältöä määrittävät vaatimukset. Niissä käy ilmi myös tarpeelliset tiedot hankkeen laajuudesta ja laadusta. (Kauppi ym. 2017: 106.)

Taloteknisen suunnittelun tehtäväluettelossa on lueteltu sähkö- ja LVI-suunnittelun dokumentit rakennusprojektin eri työvaiheissa. Normaalisti rakennusprojektissa suunnitelmadokumentteja ovat muun muassa

- yleiskaaviot sähkönjakelulaitteista (pääkeskukset, jakokeskukset)
- piirustukset pääasiallisista kaapelireiteistä
- laitteiden sijoituspiirustukset
- esimerkkejä halutuista sähkölaitteiden välisistä liitännöistä
- piiri- ja johdotuskaavioita
- koje-, laite- ja valaisinluetteloita ja taulukoita
- yleiskaaviot tietoteknisistä järjestelmistä.



Tarvittavien dokumenttien sisältö, laajuus ja laatu kuitenkin riippuu kohteeseen asennettavista järjestelmistä ja tilaajan kanssa tehdystä sopimuksesta. (Kauppi & Reinikainen & Ylinen 2017: 106.)

Sähkölaitteiden ja -laitteistojen käyttöön liittyy aina vaaroja, jonka vuoksi sähköalan töitä säännellään sähköturvallisuuslailla, standardeilla, asetuksilla ja viranomaissäädöksillä. Sähköalan määräyshierarkian kärjessä on sähköturvallisuuslaki 1135/2016, jossa selotetaan perusvaatimukset sähköturvallisuudesta ja sähkölaitteiden ja -laitteistojen sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta. Nämä perustuvat EU:n pienjännite- ja EMC-direktiiveihin (Sähköturvallisuuslainsäädäntö 2018). Sähköturvallisuusviranomainen eli Tukes julkaisee turvallisuusstandardeja ja julkaisuja, joiden perusteella sähkötyö- ja sähkölaitteistojen turvallisuusvaatimukset täyttyvät (Tukes-ohje 2019: 20).

Sähköalan SFS-standardien valmistuksista ja julkaisemisista suomessa on vastuussa SESKO ry. Sähköasennuksia koskevat vaatimukset ovat julkaistu standardisarjana SFS 6000, joita ovat

- Standardisarja SFS 6000 (2017) Pienjännitesähköasennukset
- SFS 6001 (2015) Suurjännitesähköasennukset
- SFS 6002 Sähkötyöturvallisuus

### 3 Suojausmenetelmät

#### 3.1 Sähkölaitteiden kotelointiluokat

Sähkölaitteiden kotelointiluokat kertovat sähkölaitteen suojauksen tason vierasesineitä, vettä ja pölyä vastaan. Oikean kotelointiluokan valitseminen on tärkeä osa suunnittelua ja asennusta, jotta sähkölaite toimii oikein ja sen käyttö on turvallista. Erilaisissa tiloissa on omat vaatimuksensa kotelointiluokkien suhteen, esimerkiksi kylpyhuoneessa tai ulkotiloissa on huomioitava laitteen tiiviys vettä vastaan, tai jos laitetta käytetään pölyisessä tilassa, on se otettava huomioon. Sähkölaitteiden kotelointiluokkia kutsutaan kansainvälisesti IP-luokitukseksi ja se on määritelty standardissa SFS-EN 60529 (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017: 172).

Kotelointiluokan tunnus muodostuu kirjaimista IP, jonka jälkeen on kaksi numeroa ja kaksi vapaaehtoista kirjainta. Numeroa ei aina ole tarpeellista käyttää, jolloin se korvataan kirjaimella X ja jos molemmat numerot jätetään pois, käytetään kirjaimia XX. Tunnuksien ja kirjaimien merkitykset on esitetty taulukoissa 1-4. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017: 172-173.)

Taulukko 1. Ensimmäisen tunnusnumeron merkitys (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017: 175).

Ensimmäinen tunnusnumero	Suojausluokka vierasesineiltä ja pölyltä
0	Suojaamaton
1	Halkaisija $\geq 50$ mm
2	Halkaisija $\geq 12,5$ mm
3	Halkaisija $\geq 2,5$ mm
4	Halkaisija $\geq 1,0$ mm
5	Pölysuojattu
6	Pölytiivis.

Taulukko 2. Toisen tunnusnumeron merkitys (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017: 175).

Toinen tunnusnumero	Suojausluokka vedeltä
0	Suojaamaton
1	Pystysuoraan tippuva vesi
2	Tippuva vesi (laitteen kallistus 15 astetta)
3	Satava vesi
4	Roiskuva vesi
5	Vesisuihku
6	Voimakas vesisuihku
7	Lyhytaikainen upotus
8	Jatkuva upotus
9	Korkeapaineinen ja korkealämpöinen vesisuihku.

Taulukko 3. Vapaaehtoisen lisäkirjaimen merkitys (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017: 175).

Lisäkirjain	Vaarallisten osien kosketussuojaus
A	Nyrkiltä
B	Sormelta
C	Työkalulta
D	Langalta.

Lisäkirjainta käytetään ainoastaan silloin, kun suojausluokka on parempi kuin ilmoitettu ensimmäinen tunnusnumero tai jos ensimmäiseksi tunnusnumeroksi on merkitty kirjain X ja ainoastaan vaarallisten osien kosketussuojaus on ilmoitettu. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017: 173.)

Taulukko 4. Vapaaehtoisen täydentävän kirjaimen merkitys (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017: 175).

Täydentävä kirjain	Merkitys
H	Suurjännitelaitte
M	Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä
S	Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä
W	Laitte on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin.

Kylpy- ja suihkutilat ovat sähkölaitteiden osalta käyttöolosuhteiltaan vaativia, jonka vuoksi niille on asetettu lisävaatimuksia standardissa SFS 6000 osassa 7-701. Kyseiset tilat ovat jaettu kuvan 1 mukaisesti kolmeen alueeseen, jotka määräävät vähimmäisvaatimukset sähkölaitteiden kotelointiluokkien osalta.



Taulukko 5. Esimerkkejä IP-luokituksista (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017: 179).

IP2X	Kuivat tilat. Laite on suojattu keskikokoisia kappaleita vastaan.
IP21	Tilat, joiden seinille, kattoon tai sähkölaitteen pinnalle muodostuu kosteutta.
IP24	Tilat, joissa sähkölaite on alttiina vedelle. Esimerkiksi saunat.
IPX1	Ulkotilat, jotka on suojattu sateelta
IPX3	Tilat, joissa sähkölaite on alttiina sateelle ja on asennettu yli 0,5 m korkeudelle.
IP44	Tilat, jossa sähkölaitteen on kestävävä kaikista suunnista tulevia vesiroiskeita.
IP54	Sähkölaitteet, jotka on suojattu pölyltä ja vesisuihkulta.
IP67	Pöly- ja vesitiiviit sähkölaitteet, jotka kestävät vedessä 30 minuutin ajan 1 metrin syvyydessä.

IP-luokkien lisäksi on olemassa myös harvemmin käytetty IK-koodi, jolla kuvataan sähkölaitteen mekaanista iskunkestävyyttä jouleina. Koodi koostuu tunnuksesta IK ja numeroista 00-10, jossa numerot kuvaavat laitteen iskunkestävyyttä. (Nurmi 2011.)

### 3.2 Ylikuormitussuojaus

Ylikuormitussuojauksella suojataan johdinta ja johtimen ympäristöä ylikuormitus- ja ylivirtaa vastaan. Ylivirta tarkoittaa suurempaa virtaa kuin mitoitusvirta ja mitoitusvirta esimerkiksi johtimilla tarkoittaa johtimen kuormitettavuutta. Ylikuormitusvirralla tarkoitetaan ylivirtaa, joka esiintyy virtapiirissä muulloin kuin vian aikana. (Tiainen 2013: 90.)

Ylikuormitussuojan tarkoitus on kytkeä ylikuormitettu johto irti syötöstä ennen kuin sen eristys, liitokset, jatkokset tai johtimen ympäristö vahingoittuu. Jokainen virtapiiri on varustettava ylikuormitussuojalla, joista yleisimmin käytettyjä ovat sulakkeet, johdonsuojakatkaisijat tai muu ylikuormitukseen soveltuva katkaisija. Erikoistapauksissa, kuten sairaaloissa, ylikuormitussuojauksen sijasta on mahdollista käyttää ylikuormituksesta hälyttävää suojausta ja jossain tapauksissa voi ylikuormitussuojauksen jättää pois, mutta

tämä edellyttää, että laitteessa on oma sisäänrakennettu ylikuormitussuoja. (Tiainen 2013: 90.)

### 3.3 Oikosulkusuojaus

Oikosulkusuojuksella suojataan johtimia ja liitoksia oikosulkuvirralla, joka on ylikuormitusvirtaa merkittävästi suurempi. Suuren virran vuoksi on oikosulkusuojan myös toimittava huomattavasti ylivirtasuojaa nopeammin, jotta oikosulkuvirta saadaan katkaistua ennen kuin se aiheuttaa liitoksissa tai johtimissa vahinkoa tai vaaraa. Samassa suojalaitteessa on mahdollista olla yhteinen oikosulku- ja ylikuormitussuoja, mutta suojalaitteet voivat olla myös erilliset. Jokaiseen virtapiiriin on asennettava oikosulkusuoja syötävän kaapelin alkupäähän. (Tiainen 2013: 91.)

### 3.4 Vikavirtasuojaus

Vikavirtasuojaukseen käytetään ihmisten ja sähkölaitteiden suojaukseen vikavirralla. Vikavirtasuojakytin mittaa virtapiirissä menevän ja tulevan virran erotusta vaihe- ja nollajohdinten välillä. Jos esimerkiksi henkilö saa sähköiskun tai sähkölaitteessa eristysvian vuoksi vaihe- ja suojamaajohdin koskettavat toisiaan, meno- ja paluuvirrat eivät ole enää yhtä suuret, jolloin vikavirtasuojat katkaisee piirissä kulkevan virran. (ST 53.12 2020.)

Vuonna 2012 vikavirtasuojaukseen uudistettiin standardissa SFS 6000 ja siitä tuli pakollinen suojalaite lähes kaikille kotitalouspistorasioille, kun ennen tätä se vaadittiin vain ulkopistorasioihin ja märkiin tiloihin. Vuonna 2017 standardia uudistettiin, ja vikavirtasuojasta tuli pakollinen pistorasioiden lisäksi myös valaistusryhmille. (Linja-aho 2016.) Vikavirtasuojaukseen ei kuitenkaan tarvitse käyttää, jos pistorasia on tarkoitettu vain tietyille laitteille, jonka virran katkaisemisesta voisi aiheutua suurta haittaa ja se suunniteltu sellaiseen paikkaan, että siihen ei ole normaalisti mahdollista liittää mitään tahansa laitteita. Pistorasian on myös sijaittava sellaisessa paikassa, että sen luokse ei helposti pääse, kun siihen suunniteltu laite on käytössä. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi pakastimet ja jääkaapit. (Tiainen 2013: 88.)

## 4 Sähkösuunnittelun kohde

Sähkösuunnitelman kohteena on Tuusulassa rakennettava omakotitalo. Rakennus on kolmikerroksinen kivitalo, jonka virallinen kerrosala suunnitteluhetkellä on 229 m<sup>2</sup>. Alkuperäisessä suunnitelmassa kiinteistöön oli tulossa kaksi huonetta lisää, mutta rakennuksen neliömäärän ylittyessä ei niihin ole vielä saatu rakennuslupaa. Asunnossa on rakennuskuvien mukaan yksi rakentamaton huone, eikä kyseiseen tilaan vielä tässä vaiheessa suunnitella sähköistystä, mutta se otetaan huomioon tulevaisuutta ajatellen.

Asunnon kellarikerroksessa sijaitsee lasten makuuhuoneet, WC, tekninen tila, kodinhoitohuone ja sauna. Toisessa kerroksessa on päämakuuhuone, kylpyhuone, sisäänkäynti, varasto, autokatos, keittiö ja olohuone. Keittiössä ja olohuoneessa on 45 asteen kulmassa oleva katto ja huonekorkeus korkeimmassa kohdassa on noin 6,2 metriä. Kolmannessa kerroksessa sijaitsee parvi, jonka seinistä kolme on lasia ja neljännelle seinälle on tulossa suuri peilikaappi.

Rakennukseen oli jo aiemmin tehty alustava sähkösuunnitelma sähkösuunnittelutoimiston toimesta, joka ei kuitenkaan vastannut asiakkaan tarpeita sähköpisteiden sijoittelun osalta, joten sovimme uuden suunnitelman tekemisestä.

Suunnitelma alkoi palaverilla tilaajan ja asiakkaan kanssa, joka pidettiin rakennuskohteen luona. Kävimme läpi arkkitehdin kuvien perusteella sähköpisteiden halutut sijainnit ja alustavasti muita toiveita sähköistykseen liittyen. Kiinteistön rakentaminen oli jo aloitettu ja ulkoseinät olivat siinä vaiheessa, että kellarikerroksen ulkoseiniin tulevien sähköpisteiden paikat oli oleellista päättää ja merkitä putkituksia varten. Maadoitusjärjestelmä oli tässä vaiheessa jo tehty ja rakennettu vanhan suunnitelman mukaisesti.

Myöhemmin pidimme asiakkaan ja tilaajan kanssa palaverin Teamsin välityksellä, jossa tarkastelimme kalustekuvia sähkösuunnittelun näkökulmasta. Kävimme huonekohtaisesti läpi sähköpisteiden toivotut sijainnit ja valaistuksen ohjausjärjestelmät, joiden perusteella oli mahdollista aloittaa sähkösuunnitelman piirtäminen CADMATIC-ohjelmalla.

## 5 Tekniset tiedot ja laskelmat

### 5.1 Sähköliittymän mitoitus

Sähköliittymän mitoitus on merkittävässä roolissa kiinteistön sähkösuunnittelussa. Jos sähköverkko ja liittymä ylimitoitetaan, se voi aiheuttaa ylimääräisiä kuluja rakennuksen rakentamisvaiheessa ja alimitoitettuna rajoittaa rakennuksen sähköjärjestelmän käyttöä. Sähköverkon ja liittymän mitoittamisessa on tärkeää ottaa huomioon myös tulevaisuudessa mahdollisesti tapahtuvat muutokset. (ST 13.31 2020.)

Liittymän mitoitus aloitetaan sähköliittymän huipputehon laskemisella. Kiinteistön huipputehon mitoituksessa arvioidaan samanaikaisesti päällä olevien sähkölaitteiden tehonkulutus suurimmillaan. Esimerkiksi LVI- ja jäähdytyslaitteet, rakennusautomaation taso ja valaisimet ovat merkittäviä tekijöitä huipputehon kannalta. (ST 13.31 2020.)

Rakennuksen sähköistys on perusvarustetasoa sähkökiukaalla ja lämmityksenä maalämpö, joten huipputeholaskelma voidaan tehdä taulukossa 6 esitetyn ST 13.31-kortin kokemuseräisen laskentamallin avulla. Asiakkaan toiveena on myös mahdollisesti autonlämmityspistokkeiden muuttaminen sähköajoneuvojen latausasemiksi tulevaisuudessa, joten tämä on syytä huomioida huipputehoa laskiessa. Koska mahdollisia sähköajoneuvojen tyyppejä ja lataustapoja ei ole vielä tässä vaiheessa tiedossa, voidaan toimintasädetä määriteltäessä käyttää Liikenneviraston tekemää henkilöliikennetutkimusta. Tutkimuksessa selviää, että kaupunkiseudulla suomalaisen keskimääräinen ajo-matka on 15 kilometriä ja päivässä ajoa on noin 41 kilometriä, joten 100 km:n toimintasäde voisi olla riittävä (ST 51.90 2018).



Taulukko 6. Kokemusperäiset laskentamallit rakennuksen huipputehon mitoittamiseen (ST 13.31 2020).

Asuinrakennukset	Huipputeho <sup>(1)</sup> [kW]	Huomautuksia
Kerros- ja rivitalot		A on kerrosala [m <sup>2</sup> ]
- ilman kiukaita	$P_h = B + 17 \times A / 1000$ (B = 65 kW)	Yhtälöt soveltuvat kohteisiin, joissa vähintään 15 asuntoa ja kerrosala väh. 2500 m <sup>2</sup> . Pienemmissä taloissa B korvataan arvolla $B_x = (A_{\text{tod}}/2500) \times B \geq 30$
- huoneistokohtaiset sähkökiukaat	$P_h = B + 24 \times A / 1000$ (B = 90 kW)	
Pienet rivitalot <sup>(2)</sup>		A on lämmitetty pinta-ala [m <sup>2</sup> ]
- ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 30 + 26 \times A / 1000$	
- suora sähkölämmitys, kiuas	$P_h = 30 + 64 \times A / 1000$	- käyttövedenlämmitys jatkuvasti tai yöllä
- suora sähkölämmitys <sup>(3)</sup>	$P_h = 30 + 49 \times A / 1000$	- käyttöveden lämmitys yöllä
Omakotitalot		A on lämmitetty pinta-ala [m <sup>2</sup> ]
- ei sähkölämmitystä, mutta sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 26 \times A / 1000$	
- suora sähkölämmitys ja sähkökiuas	$P_h = 7,5 + 64 \times A / 1000$	- käyttöveden lämmitys jatkuvasti tai yöllä
- suora sähkölämmitys <sup>(3)</sup>	$P_h = 7,5 + 49 \times A / 1000$	- käyttöveden lämmitys yöllä
Paikoitusalueet: $P_{\text{paikoitus}} = 10 \text{ kW} + 0,5 \text{ kW/paikka} \times n_{\text{auto}}$ ( $n_{\text{auto}}$ = lämmitettyjen autopaikkojen lukumäärä) <sup>(4)</sup>		
Paikoitusalueet sähköajoneuvojen vähimmäisvarauksella $P_{\text{paikoitus}} = 10 \text{ kW} + 2 \text{ kW/paikka} \times n_{\text{auto}}$ ( $n_{\text{auto}}$ = sähköistettyjen autopaikkojen lukumäärä) <sup>(5)</sup>		
Sähköajoneuvojen lataus: $P_{\text{sähköajoneuvojen lataus}} = \frac{\text{haluttu toimintasäde latauskerralla (km)} \times 0,20 \text{ kWh/km} \times n_{\text{auto}}}{\text{latauskerran aika h}}$ <sup>(6)</sup>		
Huomautukset: Liittymisjohdon virtaa määritettäessä tulee huomioida kuormituksen tehokerroin $\cos \varphi$ . Jos loistehon osuus on vähäinen, voidaan arvioida, että $\cos \varphi = 0,96$ . Tehokertoimen määrittämiseksi lähtötietona voidaan käyttää myös paikallisen verkkoyhtiön loistehohinnoittelua ja loistehon ilmaisuutta. Lineaarisia laskentamalleja käytettäessä tulee myös huomioida, että kuormitukset noudattavat erittäin harvoin normaaliajakautta. Tietyn tehon ylitystodennäköisyyden arvioiminen on siis hyvin haastavaa tai jopa mahdotonta, jos käytettävissä ei ole muita tietoja kuin rakennuksen tyyppi ja arvio pinta-alasta.		

Laskentamallin mukaan huipputeho voidaan laskea kaavalla 1.

$$P_h = 7,5 + 26 \times \frac{A}{1000}, \text{ jossa} \quad (1)$$

$P_h$  on huipputeho [kW]

A on rakennuksen lämmitetty pinta-ala [m<sup>2</sup>], 229 m<sup>2</sup>

Tästä saadaan huipputehon arvoksi

$$P_h = 7,5 + 26 \times \frac{229 \text{ m}^2}{1000} = 13,454 \text{ kW} \quad (1)$$

Sähköajoneuvojen latauspisteiden tehon laskennassa huomioidaan ajoneuvon tarvittava toimintasäde, ja sille toivottu latausaika. Jokaiselle lataajalle on syytä varmistaa ajosäteeksi 100km/päivä kaupunkialueilla yön yli latauksessa, jolloin latausajaksi tulisi 10 tuntia. (ST-käsikirja 41.)

Sähköajoneuvojen lataus (2) lasketaan ST 13.31-kortin kaavalla

$$P_{\text{sähköajoneuvojen lataus}} = \frac{\text{haluttu toimintasäde latauskerralla (km)} \times 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times n}{\text{latauskerran aika h}}, \text{ jossa} \quad (2)$$

haluttu toimintasäde on 100 km

n on autojen lukumäärä, 2 kpl

latauskerran aika on 10 h

Sähköajoneuvojen lataustehoksi saamme

$$P_{\text{sähköajoneuvojen lataus}} = \frac{100 \text{ km} \times 0,20 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \times 2}{10 \text{ h}} = 4 \text{ kW} \quad (2)$$

Lopullinen huipputeho saadaan summaamalla jo laskettu huipputeho ja sähköajoneuvojen latausteho, eli  $13,454 \text{ kW} + 4 \text{ kW} = 17,454 \text{ kW}$

Pääsulakkeen kokoa ja liittymiskaapelia varten on laskettava virta (3) huipputehon avulla.

$$I = \frac{P_h}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}, \text{ jossa} \quad (3)$$

$P_h$  on huipputeho, 17,454 kW

$U$  on verkon pääjännite, 400V

$\cos \varphi$  on tehokerroin, 0.96

Virran arvoksi saadaan

$$I = \frac{17,454 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 0.96} = 26,2 \text{ A} \quad (3)$$

Lasketun virran perusteella voidaan valita taulukosta 7 verkkoyhtiön ilmoittamista pääsulakkeista sopivin, joka tässä tapauksessa olisi 3 x 35 A. Sähköautojen lataustehoa voidaan kuitenkin rajoittaa dynaamisella kuormanhallinnalla, joka tarkkailee rakennuksen muuta tehonkulutusta ja säättää sähköautojen lataustehoa kiinteistön kapasiteetin

mukaan. Tämän avulla sähköajoneuvojen kuluttamaa tehoa ei tarvitse huomioida huipputeholaskelmassa, joten virran voi laskea arvoilla

$P_h$  on huipputeho, 13,454 kW

$U$  on verkon pääjännite, 400 V

$\cos \varphi$  on tehokerroin, 0.96

jolloin virraksi saadaan

$$I = \frac{13.454 \text{ kW}}{\sqrt{3} \times 400 \text{ V} \times 0.96} = 20,2 \text{ A} \quad (3)$$

Kuormanhallinnan avulla voidaan pääsulakkeeksi valita 3 x 35 A sijasta 3 x 25 A, jossa kiinteät kulut ovat huomattavasti pienemmät.

Taulukko 7. Verkkoyhtiön pääsulakekoot ja vaadittavat oikosulkuvirrat (Urakoitsijaohjeet sähköliittymille 2020).

Päävaroke (A)	Oikosulkuvirta (A)
3x25, 3x35, 3x50	250
3x63	320
3x80	425
3x100	580
3x125	715
3x160	950
3x200	1250
3x250	1650

## 5.2 Liittymiskaapelin valinta

Liittymisjohtoa määriteltäessä huomioidaan johdon sallittu vähimmäiskuormitus, joka on aina suurempi kuin suojalaitteen suurin sallittu virta. Taulukosta 8 nähdään, että 25 A sulakkeella on johdon kestettävä vähintään 28 A kuormitusta.

Taulukko 8. Johtojen pienimmät kuormitettavuudet käytettäessä gG-sulaketta (D1-2017 Käsi-  
kirja rakennusten sähköasennuksista 2017: 138).

gG-tyyppisen sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta A	Johdon sallittu kuormitus vähintään A
6	8
10	13,5
16	18
20	22
25	28
32	35
35	39
40	44
50	55
63	70
80	88
100	110
125	138
160	177
200	221
250	276
315	348
400	441
500	552
630	695
800	883
1000	1103
1250	1379.

Johdon kuormitettavuuden ollessa tiedossa valitaan asennustapaa ja paikkaa vastaava johdinkoko. Asuinrakennuksen liittymisjohto asennetaan maahan, joten asennustavaksi valitaan tapa D.

Asennustapa D: Monijohdinkaapelit maassa. Kaapeli on asennettu maahan suoraan tai muoviseen, keraamiseen tai metalliseen putkeen, joka on suoraan yhteydessä maahan, jonka lämpöresistiivisyys on 1,0 K·m/W ja asennussyvyys 0,7 m. (Tiainen 2013: 157.)

Taulukko 9. Alumiinijohtimien kuormitettavuudet ampeereina (A) eri asennustavoilla (Tiainen 2013: 156).

Alumiinijohtimen poikkipinta-ala mm <sup>2</sup>	SFS 6000:n mukaiset asennustavat			
	A	C	D	E
16	43	62	78	65
25	56	77	100	83
35	96	95	125	102
50	83	117	150	124
70	104	148	185	159
95	125	180	220	194
120	143	209	255	224
150	164	240	280	260
185	187	274	330	297
240	219	323	375	350
300	257	372	430	404.

Verkkoyhtiöillä on usein myös omat minimiliittymisjohtotyypit pääsulakkeiden mukaan, jotka näkyvät taulukossa 10. Uusilla sähköliittymillä liittymisjohtona käytetään usein alumiinista 4-johdinkaapelia (AXMK), jonka poikkipinta-ala on vähintään 25 mm<sup>2</sup> (Urakoitsijaohjeet sähköliittymille 2020).

Taulukko 10. Verkkoyhtiön tarjoamat liittymisjohtojen poikkipinta-alat ja suurimmat sallitut pääsulakkeet (Urakoitsijaohjeet sähköliittymille 2020).

Yksi kaapeli, poikkipinta-ala (mm <sup>2</sup> )	Suurin sallittu pääsulake (A)
25	3x63
35	3X80
50	3x100
95	3x125
120	3x160
150	3x160
185	3x200
240	3x200
300	3x250

Taulukkojen 8, 9 ja 10 perusteella voitaisiin sopivaksi liittymisjohdoksi valita AXMK 4 x 25-alumiinimaakaapeli. Tulevaisuuden suunnitelmia huomioiden liittymisjohdoksi kuitenkin valittiin poikkipinta-alaltaan suurempi AXMK 4 x 35-kaapeli yhteistyössä verkkoyhtiön, tilaajan ja asiakkaan kanssa.

## 6 Vahvavirtasuunnittelu

Vahvavirtasuunnittelulla pientalon sähkösuunnittelussa tarkoitetaan laitteita ja järjestelmiä, joiden käyttöjännite on yli 50 V:n vaihtojännitettä tai 120 V:n sykkeetöntä tasajännitettä. Yleisesti tämä tarkoittaa pistorasioita, valaistusjärjestelmiä ja kodinkoneiden ja laitteiden sähköistystä. Vahvavirtasuunnitteluun liittyvät dokumentit on koottu liitteisiin 1-2 ja 4-5.

### 6.1 Kaapelointi

Kaapelien ja johtimien on täytettävä laadultaan ja turvallisuudeltaan tiettyjä vaatimuksia. Yleiset vaatimukset johtojen valinnasta ovat seuraavat:

- Kaapelin ja rakenteen on oltava standardien mukainen tai kaapelin rakenteen on vastattava turvallisuustasoltaan standardeissa vaadittua
- Kaapelien tai johtimien on oltava nimellisjännitteeltään sopivia.
- Johtimien värien on noudatettava standardin SFS 6000 vaatimuksia
- Johtimen poikkipintojen tulee olla tarpeeksi suuria
- Kaapelin on kestettävä asennuspaikan ulkoisten tekijöiden vaikutukset. Keskeisiä huomioon otettavia ulkoisia tekijöitä ovat ympäristön lämpötila, vesi ja vieraat kiinteät aineet, korroosioita tai likaantumista aiheuttavat aineet ja mekaaniset vaikutukset. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017: 194.)

Asuinrakennuksissa tyypillisesti johtimien poikkipinta-alat määräytyvät sulakekoon mukaan. Esimerkiksi 10 A sulakkeella varustetun valaistusryhmän johdinpinta-alaksi valitaan 1.5 mm<sup>2</sup> ja 16 A sulakkeella varustetun pistorasiaryhmän 2.5 mm<sup>2</sup>. Kiinteästi asennetun kaapelin johtimen minimipinta-ala on 1.5 mm<sup>2</sup> kuparia tai 16 mm<sup>2</sup> alumiinia vahvavirta-asennuksissa ja ohjaus- ja merkinantopiireissä 0.5 mm<sup>2</sup>. Huomioitavia asioita johtimien pinta-alaa määrittäessä ovat

- oikosulkukestoisuus
- virtapiirin impedanssi vikasuojauksen kannalta
- jännitteenalenema
- johtimen mekaaniset rasitukset. (Tiainen 2013: 178.)

Jotta rakennuskohteen sähköasennukset onnistuisivat, on johtimet merkittävä oikein, mikä tapahtuu väreillä tai numeroilla ja sähkösuunnitelmassa johdinmerkinnällä. Standardisarjassa SFS 600-1 on esitetty johtimien merkitsemiseen käytetyt värit. Maadoitukseen käytettyä johtoa kutsutaan suojajohtimeksi eli PE-johtimeksi. Suojajohdin on sähkösuunnitelman johdinmerkinnässä T-kirjaimen näköinen ja väritään johdin on kelta-vihreä. Tätä väriyhdistelmää ei saa käyttää muuhun kuin maadoitukseen. N-johtimen eli nollajohtimen värikoodina käytetään sinistä ja johdinmerkintänä viiva, jonka päällä on piste. (SFS-käsikirja 600-1-1 2017: 195.)

Vaihejohtinten eli L-johdinten kaapelimerkintöinä käytetään pelkkiä viivoja ja väreinä nykyään ruskeaa, mustaa ja harmaata. Jos vaihejohtimia on kaapelissa enemmän kuin kolme, voidaan niiden merkitsemiseen käyttää numeroita.

## 6.2 Pistorasiat

Asuinkiinteistöissä sähkölaitteiden määrä on ollut kasvussa jo pitkään, joten suunnittelu- vaiheessa on olennaista taata pistorasioiden riittävä määrä. Arkkitehdin laatimissa kuvissa voi olla jo valmiina kalusteiden alustavat paikat, joiden perusteella sähkölaitteille tulevien pistorasioiden sijainnit on helppo selvittää. Ideaalissa tilanteessa muiden pistorasioiden sijainnit suunnitellaan yhdessä asiakkaan kanssa, jotta kiinteistön käyttäjien elämästä tulee mahdollisimman helppoa sähköpisteiden osalta, eikä jatkojohtoja mielellään tarvittaisi. Rakentamisen yleiset laatuvaatimukset RYL ohjeistaa pistorasioiden sijoituksen vähintään kolmen metrin välein (TalotekniikkaRYL 2002 osa 2 2002: 165).

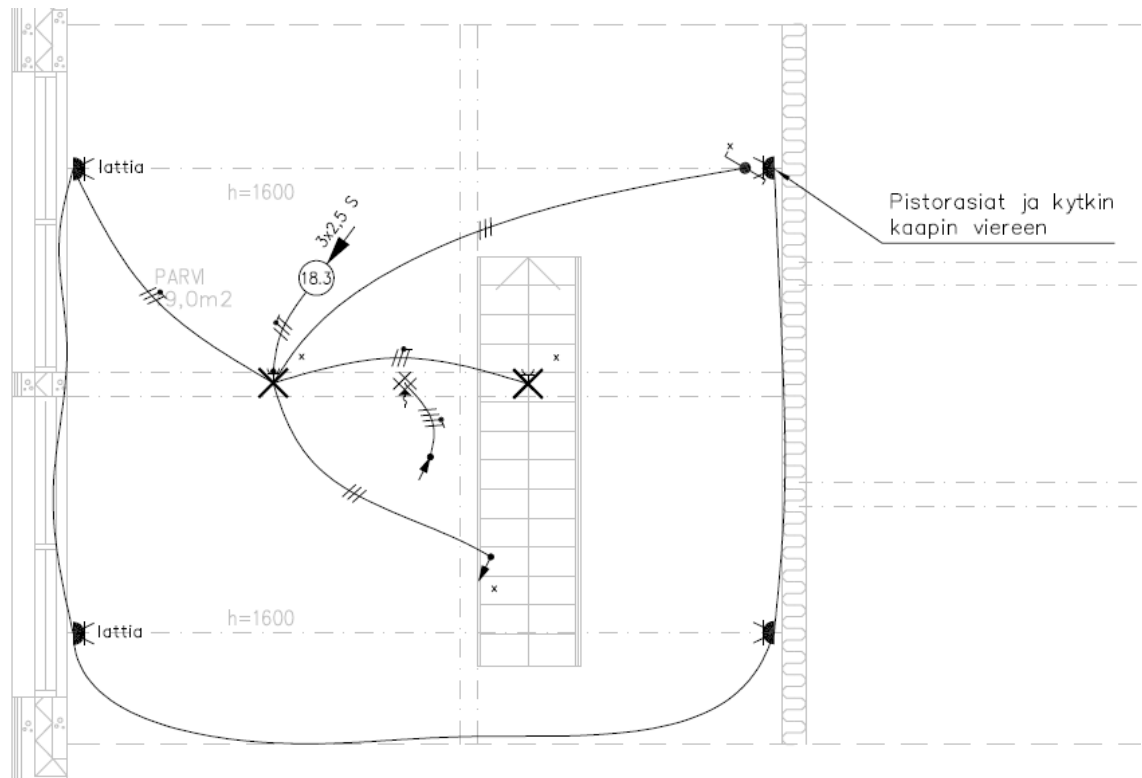
Pistorasian asennuskorkeus asuinhuoneissa on yleisesti 200mm lattiasta. Asennuskorkeudet kuitenkin vaihtelevat tilojen, käyttötarkoituksen ja asiakkaan toiveen mukaan. Taulukossa 11 on esitelty ST 51.22-kortin mukaisia yleisiä asennuskorkeuksia pistorasioiden ja telepisteiden osalta.

Taulukko 11. Pistorasioiden ja telepisteiden yleiset asennuskorkeudet eri tiloissa (ST 51.22 2013.)

Pistorasiat ja telepisteet	Yleinen asennuskorkeus lattiasta mm
Asuinhuoneet	200
Pesu- ja kylpyhuone	800, 1000 tai 1700
Pesu- ja kylpyhuone, kodinkoneasennusten vaatiessa	1900 1000 tai 1800
Siivous	1800
Porrashuone, kellarikäytävä	300
Parveke	1700
Keittiön työpöytätaaso	1000 tai 1200
Astianpesukone	300
Kylmäkaappiyhdistelmä	2200
Liesituuletin	1800
Liesi	300
Mikroaaltouuni	Kalustuspiirustuksen mukaan, h = 1600
Seinä-tv	1900-2100 tai kalustuspiirustuksen mukaan
Soittokello	2200.

Projektin asuinrakennuksessa yleisistä asennuskorkeuksista poiketen pesukoneen, kuivausrummun ja astianpesukoneen pistorasioiden korkeudeksi kaappien perusteella tulee 400 mm. Kosteiden tilojen pistorasiat ovat pääsääntöisesti 1700 mm lattiasta ja työtasoilla korkeudeksi tulee 1200 mm pois lukien keittiön saareke, johon pistorasiat asennetaan pöytätaason alle ja pistorasiatorni pöydän päälle. Ensimmäisen kerroksen makuuhuoneeseen rakennetaan vaatekaappien ja sängyn väliin väliseinä ja pistorasiat tulevat kytkimien alapuolelle, jolloin asennuskorkeus on noin 900 mm.





Kuva 2. Parven sähköpisteet.

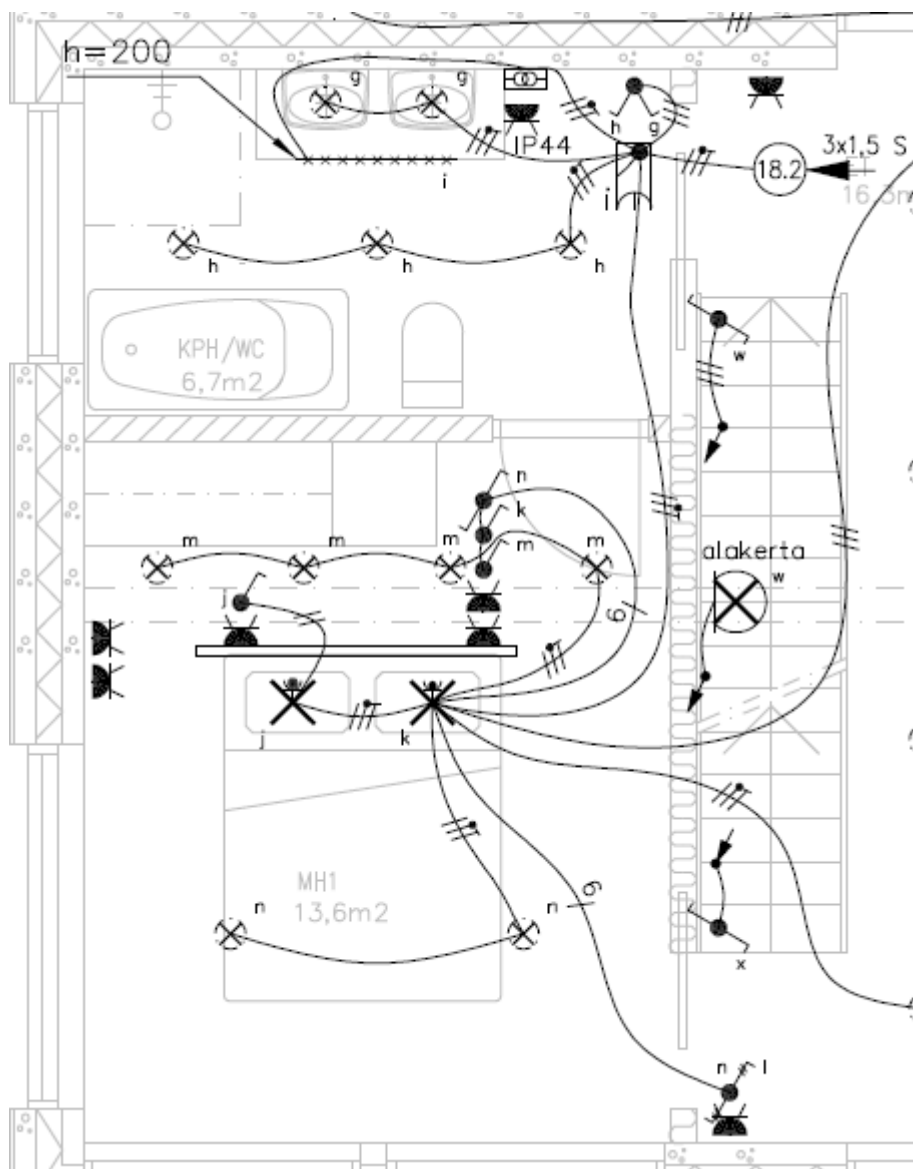
Parvella pistorasioiden sijoittaminen oli hieman hankalampaa kolmen ikkunaseinän vuoksi, joten päädyimme ikkunoiden viereen asennettaviin lattiapistorasioihin, joka näkyy kuvassa 2.

### 6.3 Valaistusjärjestelmä

Kohteeseen ei asiakas toivonut älykästä valaistusjärjestelmää, joten päädyimme perinteisiin valaisinpistorasioihin ja led-valaisimiin. Kellarikerroksessa saunan valaistus toteutetaan lauteiden selkänöjien taakse asennettavilla epäsuorasti valaitsevilla ja himmennettävillä led-nauhoilla, jolla saadaan haluttu tunnelma saunomisen ajaksi. WC-tilan, teknisen tilan ja varaston valaistuksina käytetään liiketunnistimella toimivia led alasvaloja ja kerroksen muihin tiloihin asennetaan upotettavat spot led-valaisimet.

Toisessa kerroksessa eteinen ja WC/kylpyhuone valaistetaan spot led-valaisimilla, joista kaksi asennetaan kuvan 3 mukaisesti peilin eteen niin sanotuksi meikkivaloksi. Kyseiset

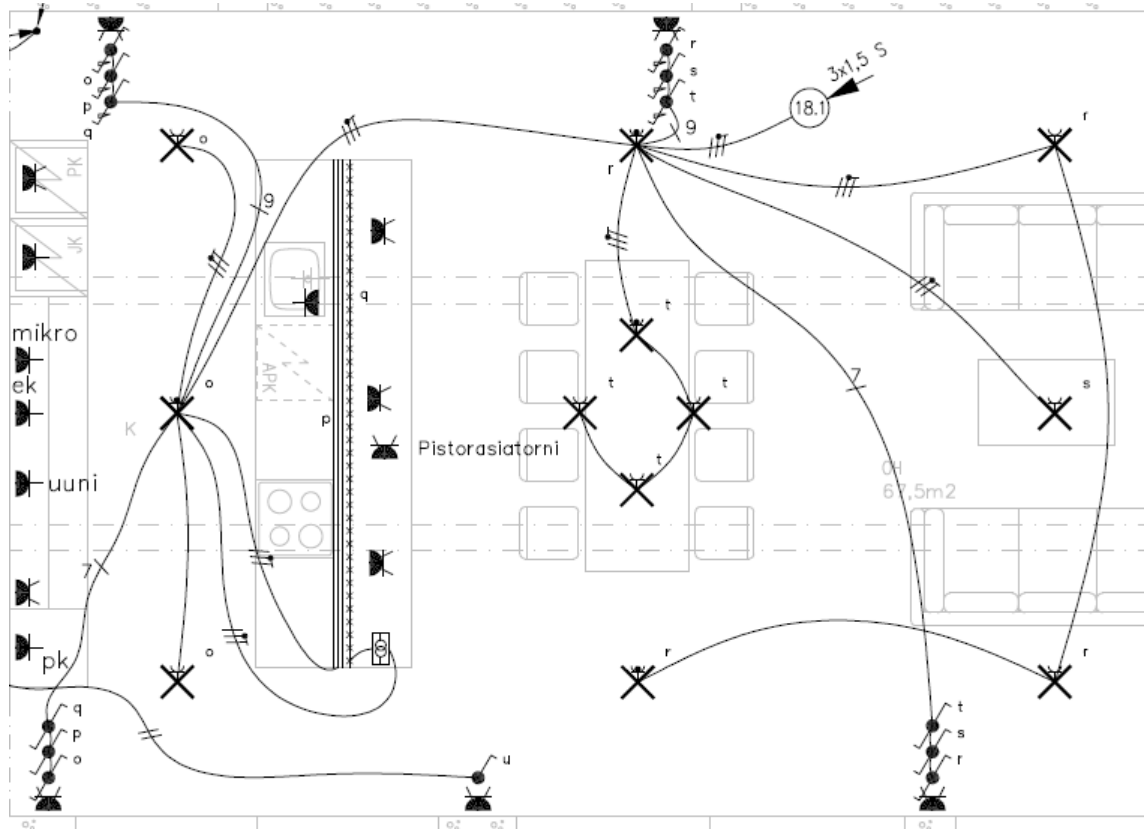
meikkivalaisimet tulevat olemaan värilämpötilaltaan kylmempää kuin muut tilan valaisimet, joka tekee tarkasta työskentelystä helpompaa. Tilaan tulee myös led-lista allaskaappin alle.



Kuva 3. Toisen kerroksen WC/kylpyhuoneen ja makuuhuoneen valaistus.

Makuuhuonetta valaistaan vaatekaapin ja väliseinän väliin asennettavilla spot-valaisimilla. Väliseinän toiselle puolelle tulee kaksi spot-valaisinta ja sängyn päälle kaksi valaisinpistorasiaa lukuvaloja varten. Keittiön ja olohuoneen katto korkeimmassa kohdassa on noin 6,2 metriä ja katon ollessa 45 asteen kulmassa, päädyimme pääosin

valaistuspistorasioihin, joihin asiakas hankkii ripustusvalaisimet. Ruokapöydän asennon ollessa vielä epävarma, asennetaan sen yläpuolelle kaksi ylimääräistä valaisinpistorasiaa, jotta pöydän voi kääntää miellyttävään suuntaan. Kuvassa 4 nähdään, että keittiön työtasona toimii saareke, jonka yläpuolelle asennetaan ripustettava valaistuskisko muutamalla led-valolla lisävalaistukseksi ja tason alapuoli valaistaan led-nauhalla.



Kuva 4. Keittiön ja olohuoneen valaistus.

Ulkovalaistus toteutetaan kellarikerroksessa upotettavilla spot-valaisimilla ja toisessa kerroksessa seinään asennettavilla led-valoilla. Autokatokseen ja varastoon asennetaan liiketunnistimella toimivat valaisimet.

Valaistusjärjestelmän ja siihen liittyvien laitteiden yleiset asennuskorkeudet ja ohjeet on esitetty ST 51.22-kortissa.

Taulukko 12. Seinävalopisteiden ja ohjauspisteiden yleiset asennuskorkeudet lattiasta (ST 51.22 2013).

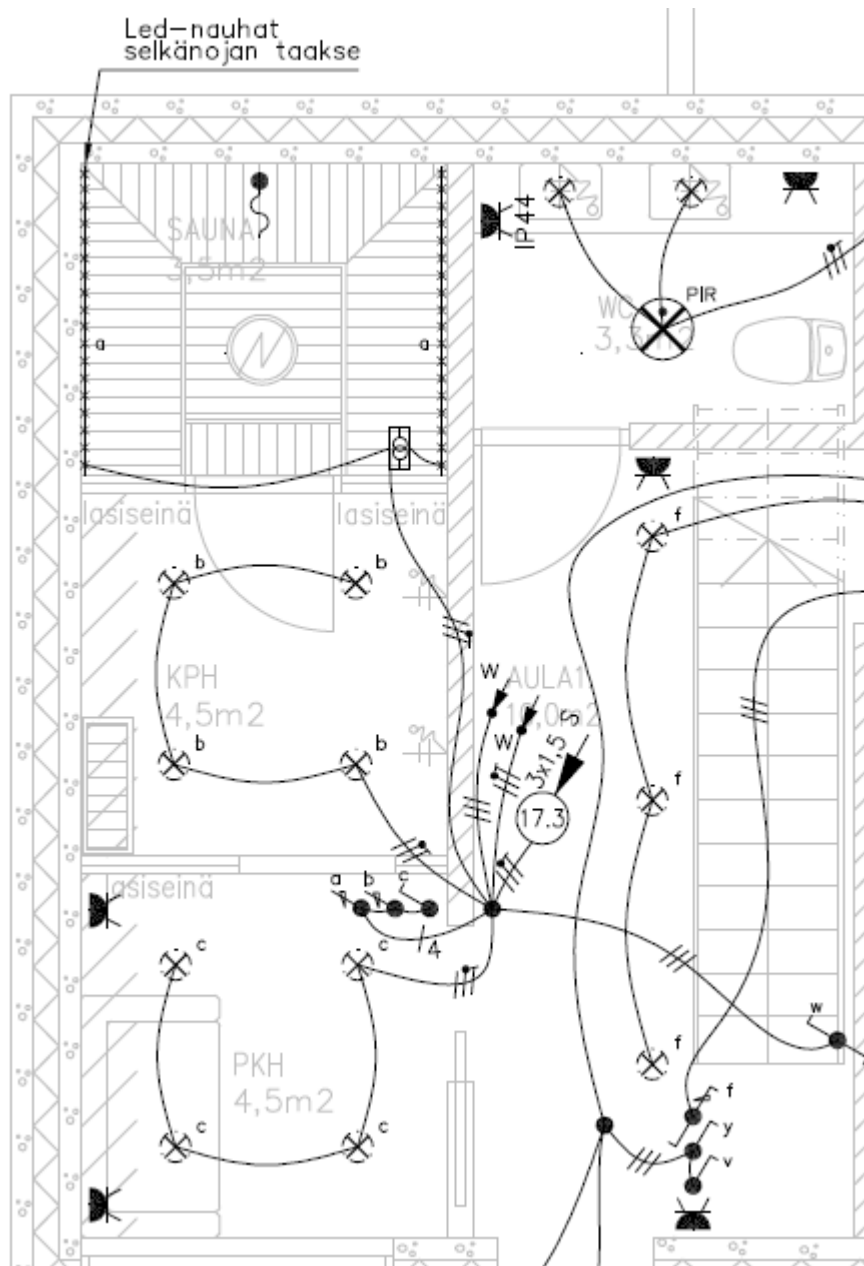
Asennuskorkeudet yleensä	Yleinen asennuskorkeus lattiasta mm
Kytkimet	1000
Seinävalopisteet	
Kylpyhuoneen ja WC:n pelivalaisin, kiinteä liitäntä	
Peilin päällä	1900
Peilin sivulla	1700
Peilikaapin liitäntä	Kalustopiirustuksen mukaan
Kaapistot matalalla (työtaso 850mm)	
Keittiön työtasovalaisin	1300
Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin	1300
Kaapistot korkealla (900mm)	
Keittiön työtasovalaisin	1380
Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin	1400.

#### 6.4 Valaistuksen ohjaus

Oikein tehdyllä valaistuksen ohjauksella saadaan valaistavaan tilaan lisää turvallisuutta, viihtyvyyttä ja tunnelmaa. Joissain tiloissa valontarve vaihtelee esimerkiksi luonnonvalon määrän tai kellonajan perusteella, joten ohjauksella saadaan myös taloudellista hyötyä energian säästön ja valaisimen eliniän pidentämisen avulla. (LED-valaistuksen ohjaus – miten ja miksi? 2021.)

Koska kohteeseen ei ole tulossa älykästä kiinteistöautomaatiojärjestelmää, toteutetaan valaistuksen ohjaus pääsääntöisesti perinteisillä kytkimillä, liiketunnistimilla ja himmentimillä. Alakerran saunan ja kylpyhuoneen valaistusta ohjataan kuvassa 5 näkyvällä tavalla himmentimillä tunnelman parantamiseksi. Pukuhuoneessa ja makuuhuoneissa ei himmentimille ole tarvetta, joten ohjaus tapahtuu perinteisellä 1-kytkimellä ja kodinhoituhuoneessa 5-kytkimellä. Aulan ja käytävän yhteydessä on monta huonetta, joten valoja on tarpeellista saada ohjattua useasta eri paikasta. Tilan valaistuksen ohjaukseen käytetään himmennettävää vaihtokytkintä, vaihtokytkintä ja kahta ristikytkintä, jotka ovat sijoitettu ulko-oven ja makuuhuoneiden eteen. Alakerrassa tulee olemaan lasten

makuuhuoneet, joten asiakas toivoi WC-tilaan läsnäolotunnistinta. Myös varaston ja teknisen tilan valaisimet ovat varustettu läsnäolotunnistimella.



Kuva 5. Saunan valaistus.

Toisen kerroksen kylpyhuone ja wc-tilan valaistus toimii normaalilla 5-kytkimellä, josta ohjataan tilan perusvalaistusta ja peilivaloja. Kaapin alle asennettava led-nauha toimii yövalona, jota ohjaa kattoon asennettu liiketunnistin. Makuuhuoneessa valaistusta ohjataan väliseiniin asennettavilla 1-kytkimillä ja vaihtokytkimellä. Keittiössä ja olohuoneessa

on himmennysmahdollisuus kaikille valaisimille, joita ohjataan parvekkeen puoleisilla vaihtokytkimillä ja pääsisäänkäynnin puolella olevilla himmentimillä.

Ulkovalaistus haluttiin säädettäväksi on/off hämäräkytkimen sijasta himmennystoiminnolla varustetulla astronomisella kellolla. Parvekkeella ja kellarikerroksessa olevien suurien ikkunoiden vuoksi asiakas toivoi kello-ohjauksen lisäksi valonohjauksen myös kytkimen kautta, jotta ulkoa tulevan valon makuu- ja olohuoneisiin saa tarpeen tullen kytkettyä pois.

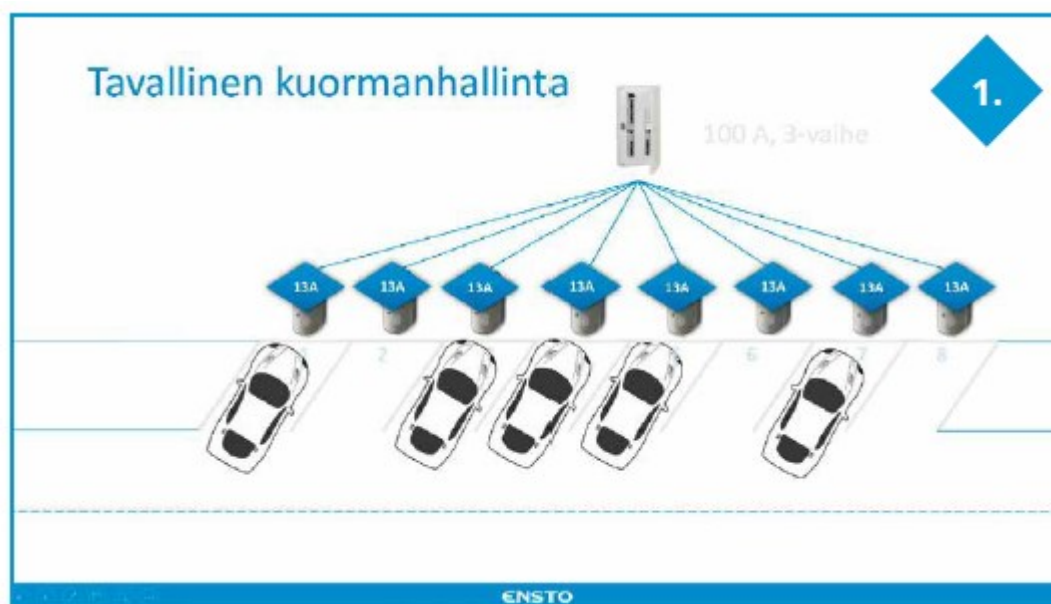
## 6.5 Autonlämmityspistorasiat ja sähköauton lataus

Kohteeseen tulee kaksi autonlämmityspistorasiaa ja pistorasioiden paikat suunnitellaan mahdollisesti tulevaisuudessa tulevien sähköajoneuvojen latauspisteitä mielessä pitäen. Yleisesti käytettävät lämmitystolppien pistorasiat eivät kuitenkaan ole hyvä vaihtoehto sähköauton lataukselle kulutusmittarin puutteen, kahden tunnin ajastuksen ja pienen virtakestoisuuden vuoksi. On myös huomioitava, että vuonna 2017 uudistetun pienjännitstandardin SFS 6000-7-722 mukaisesti jokainen sähköajoneuvon liitäntäpiste on varustettava enintään 30 mA vikavirtasuojalla, kun aiemmin jokaisen latauspisteen varustaminen oli riittävä. Markkinoilla on kuitenkin yrityksiä joiden suunnittelemissa autojen lämmitystolpista saa kätevästi sisuksia vaihtamalla sähköauton latauspisteen, joka vähentää kustannuksia, kun sähköauton latauspisteen asennus tulee ajankohtaiseksi. (D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2017: 394–395: Linja-aho 2018.)

Omakotitalossa tyypillisesti sähköauton latauksen rajoittavana tekijänä on sähköliittymän koko. Jos kiinteistön sähkönkulutus on lähellä pääsulakkeen kokoa, voi suurella teholla lataaminen olla mahdotonta, jolloin latausvirtaa on rajoitettava. ST-käsikirjan 41 mukainen 100 kilometrin päivittäinen ajosäde saadaan ladattua pienelläkin virralla, johon ei välttämättä ole tarvetta lisätä kuormanhallintaa. (Paakkinen ym. 2018.) Rakennukseen on kuitenkin tulossa varaus kahdelle latauspisteelle, joten latausvirran rajoittaminen on huomioitava.

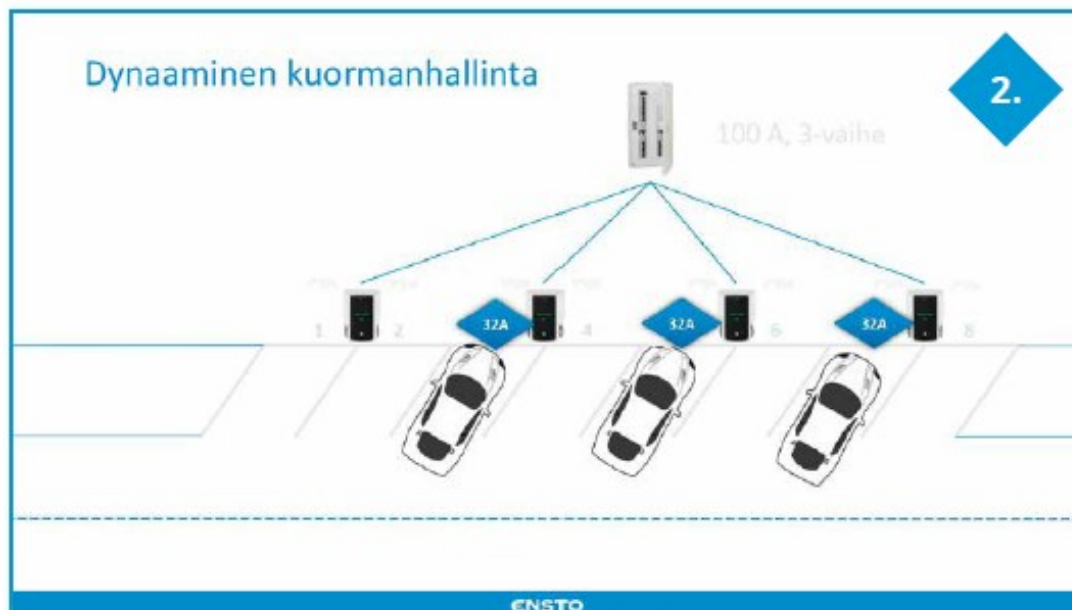
Latausvirran rajoittaminen tapahtuu kuormanhallinnalla. Tämä toteutetaan joko latauslaitteen omalla virran mittauksella, suoralla ohjauksella tai kotiautomaatioliitännällä, joka löytyy usein latauslaitteesta tai latauslaitteessa on sen toteuttamiselle mahdollisuus

(Paakkinen ym. 2018). Kuvassa 6 näkyvällä tavallisella kuormanhallinnalla rajoitetaan kaikkien ladattavien ajoneuvojen lataamista kuormittavimman tilanteen mukaan. Yleensä tavallista kuormanhallintaa käytetään tilanteessa, jossa kaapelointeja tai liittymän pääsulakkeen kokoa ei vaihdeta. Sähköautojen latauksen kuormaa ei helposti saada rajoitettua kiinteistön muun kulutuksen mukaan, jolloin tällä kuormanhallinnalla tyypillä kiinteistön kapasiteettia varataan turhaan myös niille latauspisteille, jotka eivät ole sillä hetkellä käytössä. (Suunnittelijan opas sähköautojen latausjärjestelmien huomiointi kiinteistöjen sähkösuunnittelussa 2018.)



Kuva 6. Tavallinen kuormanhallinta, jossa kaikki ladattavat ajoneuvot voivat ladata maksimissaan 13 A (Suunnittelijan opas sähköautojen latausjärjestelmien huomiointi kiinteistöjen sähkösuunnittelussa 2018).

Dynaaminen kuormanhallinta taas tasaa maksimia sallittua kuormaa latauslaitteissa olevien autojen välillä, tarkkaillen samalla rakennuksen muuta tehonkulutusta kuvassa 7 näkyvällä tavalla. Tällä tavalla saadaan ladattua sähköautoa täydellä teholla kiinteistön kapasiteetin mukaan, jolloin kiinteistön omistajan ei tarvitse valita, mitä paljon tehoa kulluttavia laitteita voi latauksen kanssa yhtä aikaa käyttää (Paakkinen ym. 2018).



Kuva 7. Dynaaminen kuormanhallinta, jossa autot eivät ylitä suurinta sallittua virtarajaa ja jokainen ajoneuvo voi ladata latauslaitteen maksimi teholla (Suunnittelijan opas sähköautojen latausjärjestelmien huomioiminen kiinteistöjen sähkösuunnittelussa 2018).

## 7 Tietotekniset järjestelmät

Kiinteistön tietoteknisillä järjestelmillä tarkoitetaan muun muassa rakennuksen viestintä- ja tietoverkkojärjestelmiä, merkinanto- ja kutsujärjestelmiä ja paloturvallisuusjärjestelmiä. Tietotekniset järjestelmät on jaettu sähkönimikkeistössä kahdeksaan kategoriaan ja niiden tunnuksena käytetään kirjainta T. Yleisimpiä pientaloon suunniteltavia järjestelmiä ovat antennijärjestelmä, yleiskaapelointijärjestelmä ja paloturvallisuusjärjestelmä. Projektiin kuuluvat tietoteknisten järjestelmien kuvat ja kaaviot on esitetty liitteissä 3 ja 6.

### 7.1 Antennijärjestelmä

Antennijärjestelmään kuuluu antennirasioita, vahvistin ja antenneja ja se toteutetaan pientalossa aina tähtiverkkona. Katolla oleva antenni yhdistetään koaksiaalikaapelilla yleensä teknisessä tilassa tai eteisessä olevaan kotijakamon tähtipisteeseen. Kotijakamossa sijaitsee myös antennirasioiden haaroitin ja vahvistin, jonka paikka määräytyy vastaanotto-olosuhteista. Antennirasioita sijoitetaan jokaiseen asuinhuoneeseen yksi ja



suurempiin oleskelutiloihin kuten olohuoneeseen on suositeltua sijoittaa kaksi rasiaa. (ST 621.03 2020; Pientalon antenniopas 2020.)

Projektin rakennukseen asiakas halusi antennijärjestelmän jätettävän pois kokonaan. Traficomien määräys 65 D kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista ei varsinaisesti määrää jokaiseen kiinteistöön rakennettavaksi sisäverkkoa, mutta ei myöskään suoraan ilmoita sen mahdollisesta poisjättämisestä. Traficomilla on kyseiseen määräykseen perustuen ohje sisäverkkojen usein kysytyistä kysymyksistä, jonka kohdassa 13 todetaan:

Pientaloon ei ole pakko rakentaa sisäverkkoa. Pientalolla tarkoitetaan omakotitaloja ja paritaloja. Lain rakentamisvelvoite ei pientalojen lisäksi koska myöskään:

- vapaa-ajan asuntoja
- julkisyhteisön omistamia ja sen pääosin käyttämiä rakennuksia
- rakennuksia, joihin sisäverkon rakentaminen olisi selvästi kohtuutonta rakennuksen käyttötarkoituksensa ja aiheuttavat kustannukset huomioon ottaen. Tällaisia rakennustyyppisiä voivat olla esim. tietyn tyyppiset muistomerkit, historialliset/suojellut rakennukset, sotilaskäytössä olevat rakennukset tai muut kansallisen turvallisuuden tarkoituksiin käytetyt rakennukset. (Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista 65 D 2019.)

Myös kohdassa 8 sanotaan:

Yhteisantenniverkkoa ja yleiskaapelointia ei ole pakko asentaa samanaikaisesti. Tämä koskee sekä uudiskohteita että saneerauskohteita. Eli sisäverkon omistaja päättää, rakentaako vai uudistaako se olemassa olevan parikaapeloinnin tai antenniverkon tai molemmat. (Sisäverkkojen usein kysytyt kysymykset 2020.)

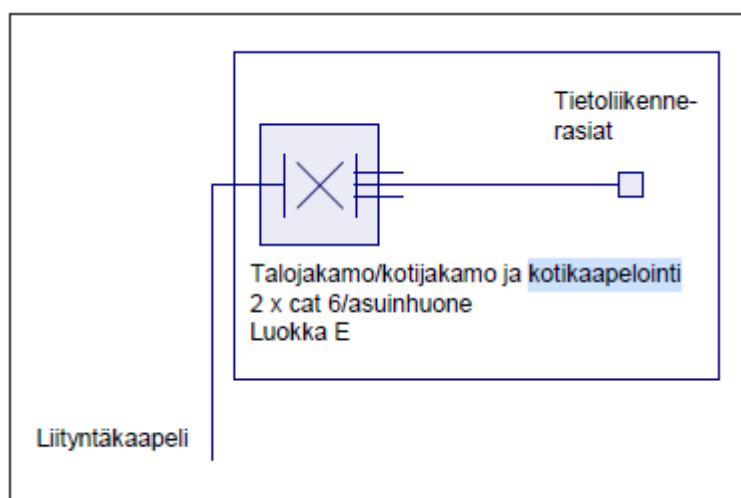
Kohtien 8 ja 13 perusteella ei siis ole vaatimusta asentaa antennijärjestelmää, mutta sitä suositellaan. Asiakkaan toiveen mukaan kuitenkin sähkösuunnittelun osalta antennijärjestelmä jätetään pois.

## 7.2 Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapelointi on rakennuksen sisäinen tiedonsiirtoverkko, joka toteutetaan pari- tai optisella kaapeloinnilla. Se on olennainen osa nykypäivänä kiinteistön taloteknisiä järjestelmiä ja standardin mukaisesti tehtynä se turvaa kiinteistön tiedonsiirtomahdollisuudet vuosikymmeniksi. Liikenne- ja viestintäviraston määräyksessä 65 kerrotaan kiinteistön

sisäverkkoja koskevat määräykset ja standardisarja SFS-EN 50173 kattaa yleiskaapeloinnin rakennetta ja suorituskykyä koskevat vaatimukset. (Kauppi ym. 2017: 47.)

Yleiskaapelointijärjestelmän laajuus on riippuvainen kiinteistön koosta ja tyypistä. Esimerkiksi pientalossa voi alijakamon ja aluekaapeloinnin yleensä jättää pois ja toteuttaa yleiskaapeloinnin pelkällä kotikaapeloinnilla. Kotikaapelointi ulottuu kuvan 8 mukaisesti kotijakamosta tietoliikennesasioihin ja siihen kuuluvia osia ovat kotikaapelien päätteet, mahdolliset ristikytkennät, tietoliikennesasiat ja kotikaapelit. (ST 681.11 2020.)



Kuva 8. Pientalon yleiskaapelointi (ST 681.11 2020).

### 7.3 Palovaroitinjärjestelmä

Palovaroitinjärjestelmän tarkoitus on antaa hälytys alkavasta tulipalosta mahdollisimman nopeasti palon alkamisesta. Palovaroittimesta ei lähde hälytystietoa palokunnalle, toisin kuin paloilmioittimesta. Palovaroittimia on sijoitettava yksi kappale jokaisen asuinkerroksen alkavaa 60 m<sup>2</sup> kohden, jonka lisäksi on suositeltua sijoittaa varoittimia jokaiseen asuinhuoneeseen, sekä ulosjohtavalle poistumisreitille. Pienemmissä kohteissa palovaroitin olisi hyvä sijaita makuuhuoneen läheisyydessä. Palovaroittimen etäisyys esteestä tai seinästä täytyy olla vähintään 50 cm ja asennuspaikkana on mieluummin katto kuin seinä sen paremman toimivuuden vuoksi. (ST 662.50 2020.) Yleisesti käytettäviä palovaroittimia on muutamaa eri tyyppiä, joista yleisin on savuilmaisin. Varoittimen tyyppi

suunnitellaan tilakohtaisesti ja lisäksi esimerkiksi saunan tai takan läheisyydessä voidaan lisäturvana käyttää häikävaroitinta.

Savuilmaisin nimensä mukaisesti havaitsee tilassa olevan savun, joka tapahtuu palamisreaktiossa vapautuvien hiukkasten avulla. Savuilmaisimia kahta eri tyyppiä, optinen savuilmaisin ja ioni-ilmaisin.

Optisessa savuilmaisimessa eli O-ilmaisimessa on avoin mittauskammio, jonka sisällä kulkee valoa. Ilmaisain tunnistaa mahdollisen savun aiheuttaman valon heijastuksen tai vaimennuksen, jolloin se hälyttää. Optiset ilmaisimet ovat hyviä tunnistamaan suuripartikelista savua, jota yleensä muodostuu kytevässä palossa. Optisia ilmaisimia ei suositella tiloihin, jossa muodostuu esimerkiksi ruoankäryä, remonttipölyä tai pakokaasua väärin ilmoitusten takia. (ST-ohjeisto 1 2009.)

Ioni-ilmaisimen eli I-ilmaisimen toiminta perustuu kahden kammion vertailuun, joiden sisällä kulkee sähkövirtaa. Toinen kammioista on umpinainen, joka toimii vertailukammiona ja toinen on avoin kammio. Kun avoimeen kammioon pääsee savua, sähkövirta muuttuu ja laite alkaa hälyttämään. Ioni-ilmaisimet ovat herkkiä pienipartikelista savua vastaan, jota muodostuu yleensä liekehtivässä palossa. Ioni-ilmaisimet voivat reagoida höyryille ja näkymättömään savuun. (ST-ohjeisto 1 2009.)

Lämpöilmaisimia on kahta tyyppiä. Maksimaali-ilmaisain eli M-ilmaisain hälyttää, kun ilmaisimen asetettu lämpötilan yläraja saavutetaan. Differentiaali-ilmaisain (D-ilmaisain) taas ilmoittaa lämpötilan riittävän nopeasta noususta tietyn ajan kuluessa. Lisäksi löytyy DM-ilmaisain eli differentiaalimaksimaali-ilmaisain, josta löytyy molempien lämpöilmaisimien ominaisuudet. (ST-ohjeisto 1 2009.)

## 8 Yhteenveto

Työn tavoite oli tehdä asiakkaan toiveiden mukainen sähkösuunnitelma rakennettavaan omakotitaloon ja samalla oppia sähkösuunnittelussa käytettäviin määräyksiin ja standardeihin. Tarkoitus oli myös oppia suunnitteluohjelman käyttöä paremmin, josta on hyötyä tulevaisuuden suunnittelutyöstä.

Valaistus suunniteltiin pääosin upotettavilla led-valaisimilla, joista osa toimii himmentimellä tunnelmavalaisuksena. Alimman kerroksen WC-valaistus suunniteltiin toimivan liiketunnistimella, jotta valot eivät vahingossa unohtuisi päälle lasten toimesta. Ylemmän kerroksen WC tilaan suunniteltiin normaalin valaistuksen lisäksi kaapin alle asennettava liiketunnistimella toimia led-nauha yövaloksi. Olohuoneen ja keittiön valaistus toteutettiin sen korkeuden vuoksi valaisinpistorasioilla, saarekkeen yläpuolella valaistuskiskolla ja alapuolella led-nauhalla. Ruokapöydän tarkkaa asentoa ei oltu vielä tarkemmin mietitty, joten sen valaistus toteutettiin neljällä valaistuspistorasiolla kahden sijasta. Ulkovalaistus toteutettiin päivänvaloantureilla ja kytkimillä.

Suunnittelua vaikeutti hieman projektin aikataulu. Työssä käytetyt sähköpiirustukset tulevat päivittymään rakennushankkeen edetessä, joka vaikutti sähköpisteiden sijoittelussa. Esimerkiksi toisessa kerroksessa sijaitseva takka tulee siirtymään jompaankumpaan huoneen reunoista, vaikka se kuvassa onkin keskellä. Samoin keittiön kaapistossa sijaitsevat sähkölaitteet eivät ole kuvan mukaisissa paikoissa ja muun muassa uuni puuttuu kuvasta. Kävimme asiakkaan ja työn tilaajan kanssa Teams-palaverissa sähköpisteiden todelliset paikat tarkkaan läpi kalustekuvien ja arkkitehdiltä saatujen tietojen perusteella.

Kiinteistöön ei haluttu erillistä antennijärjestelmää, jonka poisjättämisen sallittavuudesta en projektin alussa ollut tietoinen. Viestintäviraston määräyksessä 65 ei kuitenkaan suoranaisesti kerrottu, onko antennijärjestelmä pakollinen rakentaa. Traficomien verkkosivuilta kuitenkin löytyi vastaus sisäverkkojen usein kysytyistä kysymyksistä, jossa kerrottiin, että pientaloissa ei ole pakollista asentaa sisäverkkoa. Tämän perusteella antennijärjestelmää ei suunniteltu.

Liittymiskaapelin valinnassa omien laskutoimituksieni mukaan olisi kaapelikooksi riittänyt verkkoyhtiön tarjoama minimikaapelikoko AXMK 4 x 25 S, vaikka vanhan suunnitelman asemakaavassa oli kaapelikooksi suunniteltu 4 x 35 S. Palaverissa päädyimme kaapeliin 4 x 35 S tulevaisuuden laajennusvaraa huomioiden. Rakennukseen on kuitenkin tulossa mahdollisesti sähköautojen latauspiste ja lyhyen kaapelipituuden vuoksi hintaero kaapeleiden välillä on vain muutamia kymmeniä euroja, joten sen vaikutus kokonaisurakan hintaan on minimaalinen. Jos asiakas tulevaisuudessa haluaisi esimerkiksi nopeamman

latauksen kahdelle sähköautolle, se onnistuisi pääsulakkeita suurentamalla, eikä kaapelikoko tulisi esteeksi.

En aiemmin ole ollut mukana missään sähkösuunnitteluprojektissa koulutöitä lukuun ottamatta, mutta aiemman sähköasentajan kokemuksen myötä sähkösuunnittelu oli jokseenkin tuttua. Opin työssä, kuinka tärkeää on tehdä yhteistyötä muiden rakennushankkeen osapuolien kanssa ja projektin kulkua yleisesti. Opin myös suunnitteluohjelman käyttöä paremmin.

Opinnäytetyö onnistui mielestäni hyvin. Asiakas ja tilaaja olivat tyytyväisiä työn tulokseen, vaikka arkkitehdin päivitettyjä kuvia ei ollutkaan vielä tässä vaiheessa saatavilla ja piirustukset tehtiin vanhojen mukaan. Tulen luultavasti päivittämään kuvat tulevaisuudessa opinnäytetyön ulkopuolella, kun sen ajankohta on oleellinen rakennusprojektin edetessä.

## Lähteet

D1 2017. Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. Espoo: Sähköinfo.

Harsia, Pirkko. 2004. Sähkösuunnittelun käsikirja. Espoo: Sähköinfo Oy.

Kauppi Veijo, Reinikainen Ville, Ylinen Timo. 2017. Sähköasennukset 4. Espoo: Sähköinfo Oy.

Kylpy- ja suihkutilojen sähköasennukset. 2017. Verkkoaineisto. Tukes. <<https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset/kylpy-ja-suihkutilojen-sahkoasennukset>>. Luettu 17.4.2018.

LED-valaistuksen ohjaus – miten ja miksi? 2021. Verkkoaineisto. Ledistys Oy. <<https://ledistys.fi/led-valaistuksen-ohjaus/>>. Luettu 15.4.2021.

Linja-aho, Vesa. 2016. Pienjännitestandardi uudistuu ensi vuonna. Verkkoaineisto. ETN. <[https://etn.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5503:pienjannitestandardi-uudistuu-ensi-vuonna&catid=13&Itemid=101](https://etn.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=5503:pienjannitestandardi-uudistuu-ensi-vuonna&catid=13&Itemid=101)>. Luettu 3.4.2021.

Linja-aho, Vesa. 2018. Voiko lämmitystolpasta rakentaa sähköauton latauspisteen? Verkkoaineisto. ETN. <<https://etn.fi/index.php/13-news/7641-voiko-lammitystolpasta-rakentaa-sahkoauton-latauspisteen>>. Luettu 17.4.2021.

Määräys kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista 65 D. 2019. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom.

Nurmi, Tapani. 2011. Kotelointiluokkien standardit. Verkkoaineisto. SESKO ry. <[https://www.sesko.fi/sesko-akatemia/uutiset/uutisarkisto/arkisto\\_2011/heina-syyskuu\\_2011/kotelointiluokkien\\_standardit.506.news](https://www.sesko.fi/sesko-akatemia/uutiset/uutisarkisto/arkisto_2011/heina-syyskuu_2011/kotelointiluokkien_standardit.506.news)>. Luettu 21.3.2021.

Nurmio, Jarno. Kaapelointi ja ryhmittely. Luentodia. 22.1.2018. Luettu 16.4.2021.

Paakkinen Marko, Pihlatie Mikko, Peltola Vesa, Pylsy Petri. 2018. Sähköautojen kotila-  
taaminen: GASELLI-väliraportti 1. VTT Technical Research Centre of Finland. Verkko-  
aineisto. <[https://cris.vtt.fi/files/21137015/VTT\\_R\\_02416\\_18.pdf](https://cris.vtt.fi/files/21137015/VTT_R_02416_18.pdf)>. Luettu 17.4.2021.

Pientalon antenniopas. 2020. Satelliitti- ja antenniliitto SANT ry. <<https://www.sant.fi/doc/oppaat/Antenniopas.pdf>>. Luettu 17.4.2021.

Rousku Henrik. Rakennusalan sähköistysopas. 2014. Espoo: Sähköinfo Oy.

SFS-EN 60529. 2013. Sähkölaitteiden koteloitiluokat (IP-koodi). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 62262. 2011. Sähkölaitteiden koteloitien mekaanisen iskunkestävyyden lujuusluokat (IK-koodi). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-käsikirja 600-1-1. 2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1-1: Yleisvaatimukset. SFS 6000. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-käsikirja 600-1-2. 2017. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1-2: Erikoistilojen ja täydentävät vaatimukset. SFS 6000. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Sippola, Vesa. 2018. Asennukset erilaisissa tiloissa. Luentodia. Luettu 21.3.2021.

Sippola, Vesa. 2018. Sähköliittymä. Luentodia. Luettu 23.3.2021.

Sisäverkkojen usein kysytyt kysymykset. 2020. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom.

ST 13.31. Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2020. ST-kortisto. Espoo: Sähkötieto ry.

ST 51.22. Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus. 2013. ST-kortisto. Espoo: Sähkötieto ry.

ST 51.90. Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2018. ST-kortisto. Espoo: Sähkötieto ry.

ST 53.12. Vikavirtasuojat. 2020. ST-kortisto. Espoo: Sähkötieto ry.

ST 621.03. Pientalon antennijärjestelmän suunnittelu ja toteutus. 2017. ST-kortisto. Espoo: Sähkötieto ry.

ST 662.50. Palovaroittimet. 2018. ST-kortisto. Espoo: Sähkötieto Ry.

ST 681.11. Asuinkiinteistön yleiskaapelointijärjestelmän suunnitteluohje. 2020. ST-kortisto. Espoo: Sähkötieto ry.

ST-käsikirja 10. Paloilmoitinjärjestelmät. 2020. Espoo: Sähkötieto ry.

ST-käsikirja 16. Yleiskaapelointijärjestelmät. 2019. Espoo: Sähkötieto ry.

ST-käsikirja 41. Sähköautot ja latausjärjestelmät. 2019. Espoo: Sähkötieto ry.

ST-ohjeisto 1. Paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito. 2009. Espoo: Sähkötieto ry.

Suunnittelijan opas sähköautojen latausjärjestelmien huomioiminen kiinteistöjen sähkösuunnittelussa. 2018. Verkkoaineisto. Ensto. <<https://www.ensto.com/globalassets/whitepapers/suunnittelijan-opas-sahkoautojen-latausjarjestelmat.pdf>>. Luettu 17.4.2021.

Sähköturvallisuuslainsäädäntö. 2018. Sähkötekniikan ja energiatehokkuuden edistämiskeskus STEK ry. <<https://stek.fi/sahkoturvallisuus/sahkoturvallisuuden-vaatimukset/sahkoturvallisuuslainsaadanto/>>. Luettu 11.4.2021.

TalotekniikkaRYL 2002. Talotekniikan yleiset vaatimukset osa 2. 2002. Hämeenlinna: Rakennustieto Oy.

Tiainen, Esa. 2013. Sähköasennukset 1. Espoo: Sähköinfo Oy.

Tukes ohje 20. Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit. 2019. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. Tukes.

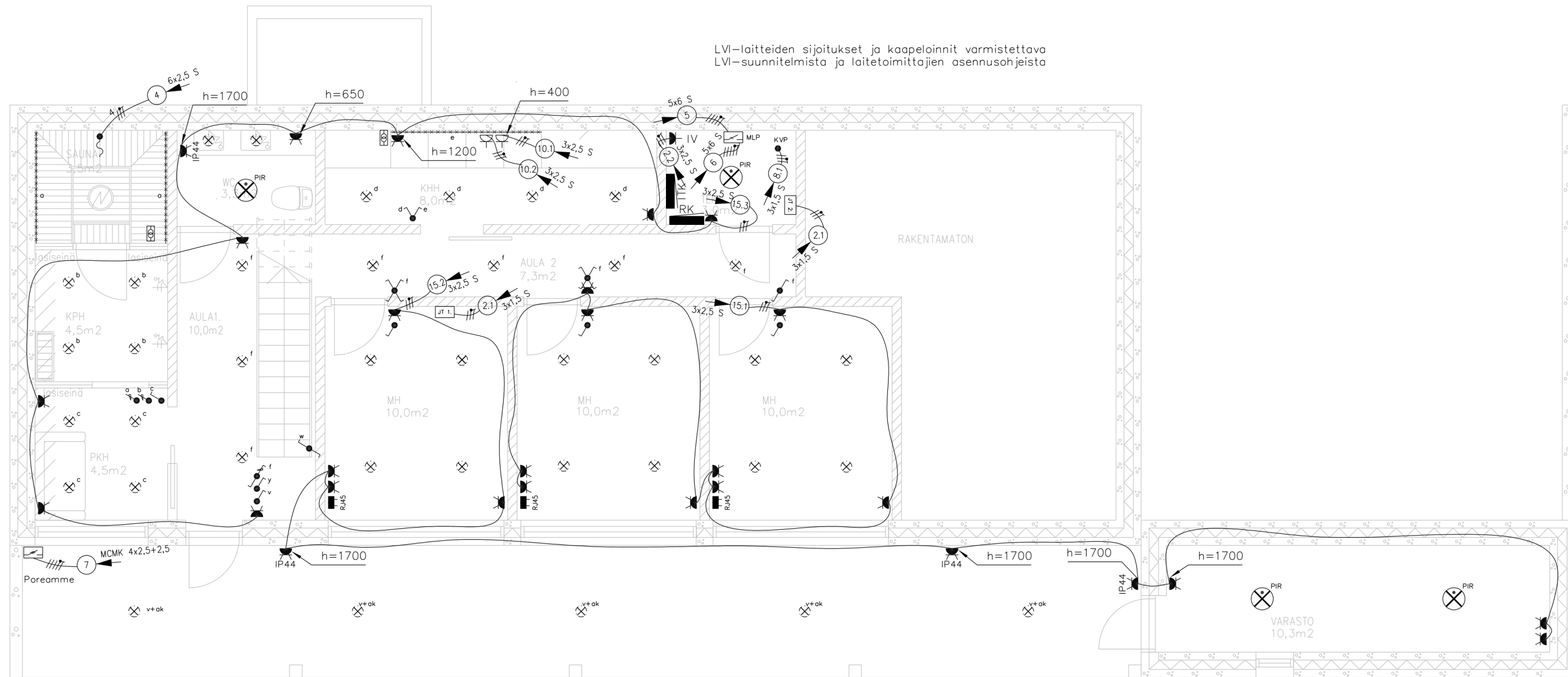
Urakoitsijaohjeet sähköliittymille. 2020. Verkkoaineisto. Caruna Oy. <<https://www.caruna.fi/urakoitsijoille/ohjeet/sahkoliittymat>>. Luettu 25.3.2021.

Vikavirtasuojakytkin. 2021. Verkkoaineisto. Wikipedia. <<https://fi.wikipedia.org/wiki/Vikavirtasuojakytkin>>. Luettu 3.4.2021.



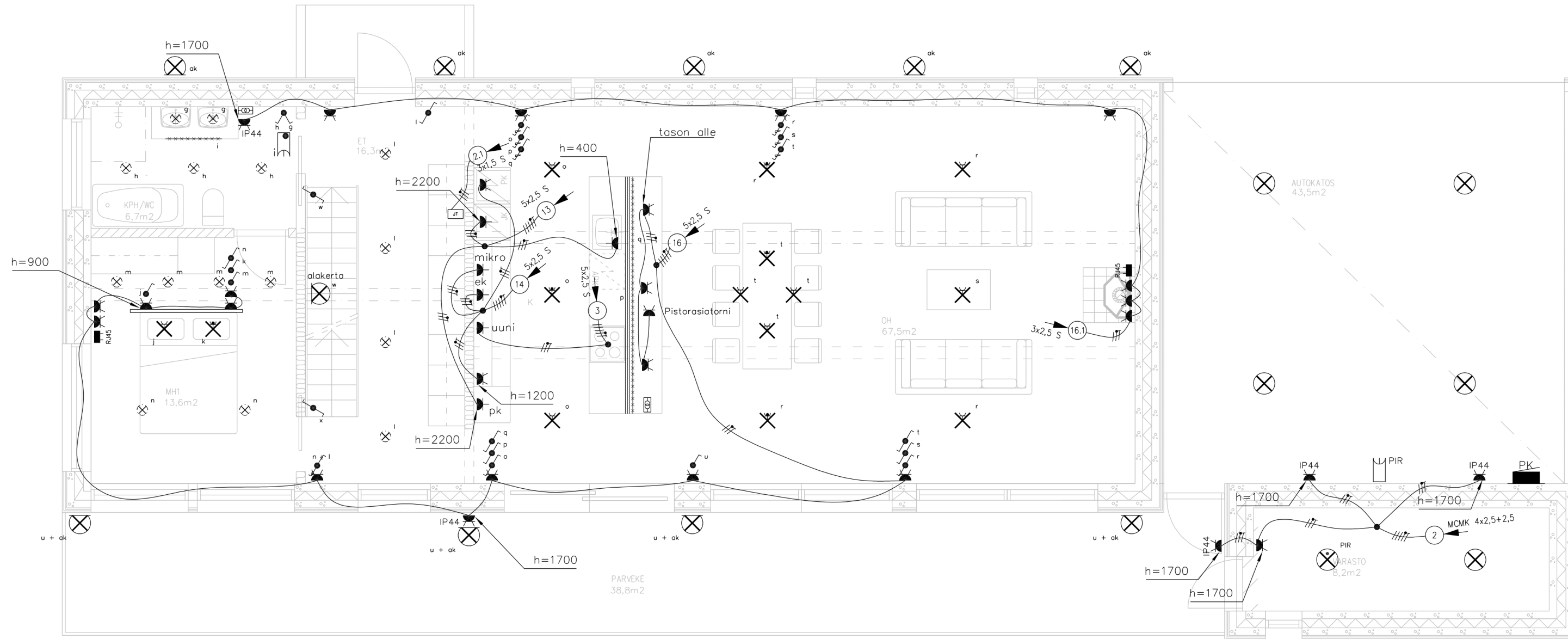
# Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

LVI-laitteiden sijoitukset ja kaapeloinnit varmistettava  
LVI-suunnitelmista ja laiteomittajien asennusohjeista



Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim. Pvm	
K.osa/Kylä	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä
UUDISRAKENNUS			SÄHKÖPIIRUSTUS	
			Asennuspiirustus	MK: 1:50
			Kellari	
			Vahvavirtapisteeet ja -johdotukset	
			Työnumero	Tilaaajan numero
			Pvm 21.4.2021	
			Piirt. SH	
			Suunn. SH	
			Tark.	
			Yht.lhö	
			Lehti	
			SÄH	Piirustusnumero 1 Muutos

# Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

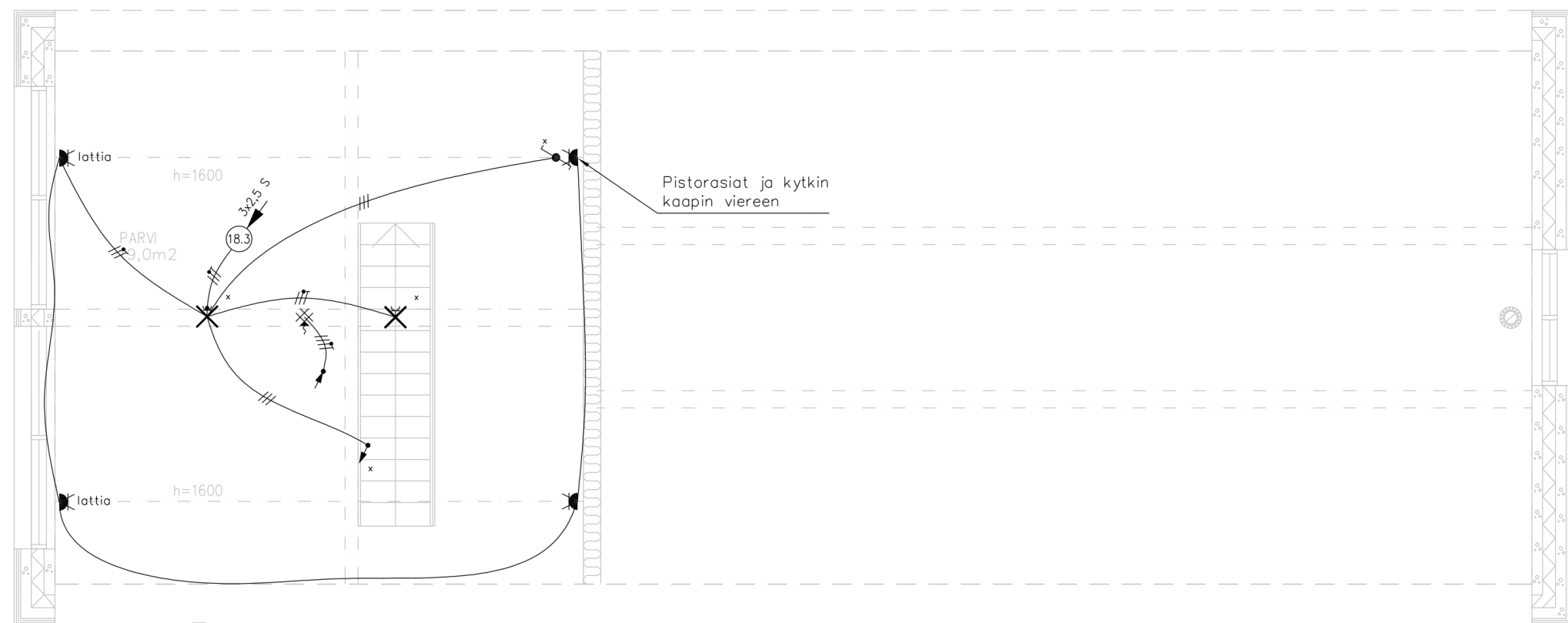


Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm
K.osa/Kylä	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä		
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
				Asennuspiirustus 1.Kerros MK: 1:50		
				Vahvavirtapisteet ja -johdotukset		
				Työnumero Tilaajan numero		
				Pvm 21.4.2021		
				Piirt. SH		
				Suunn. SH		
				Tark.		
				Yht.lö		
				Lehti		
				Piirustusnumero		Muutos
				SÄH		1

# Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

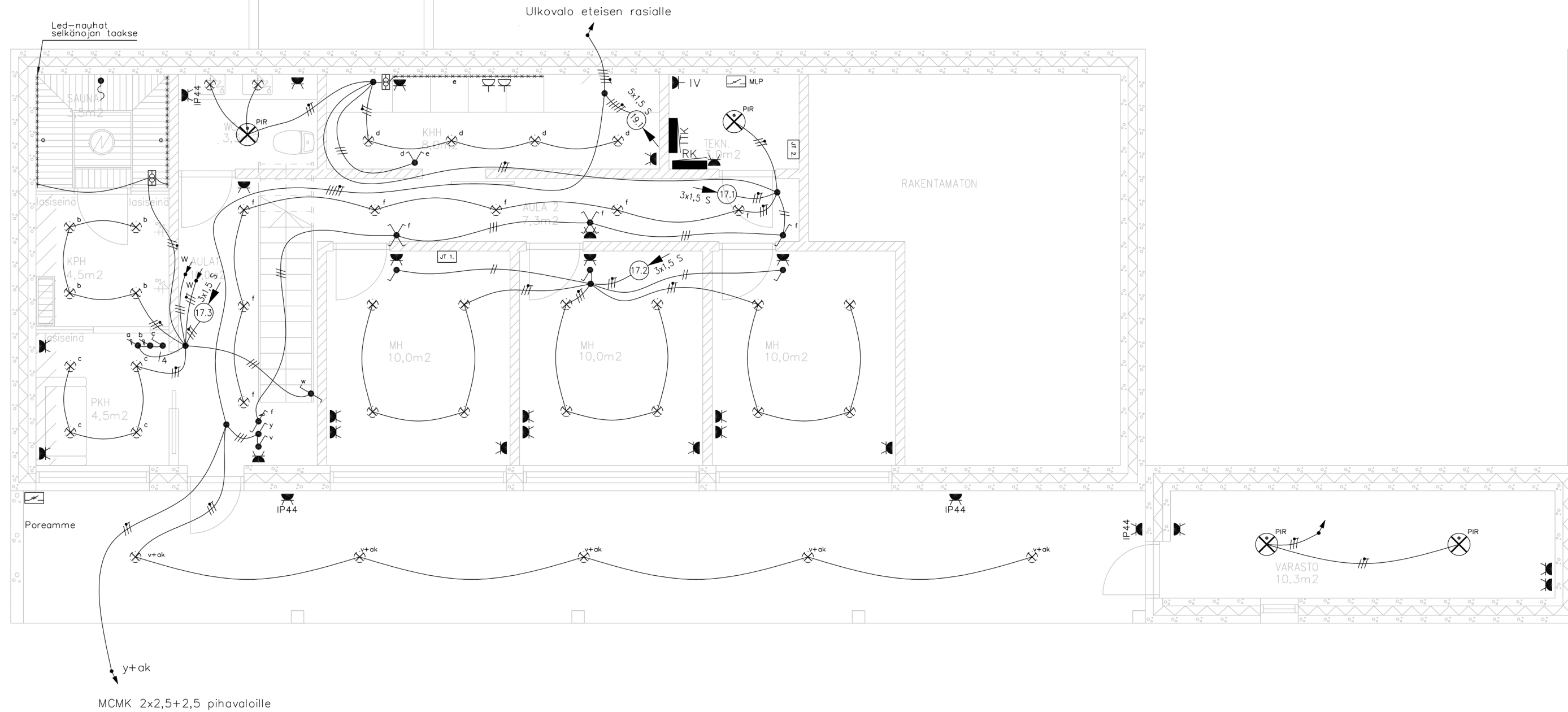


Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm
K.osa/Kylä	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä		
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
				Asennuspiirustus Parvi		MK: 1:50
			Pvm	Työnumero	Tilajan numero	
			Piirt.			
			Suunn.			
			Tark.			
			Yht.lö	Piirustusnumero		Muutos
			Lehti	SÄH	1	

# Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



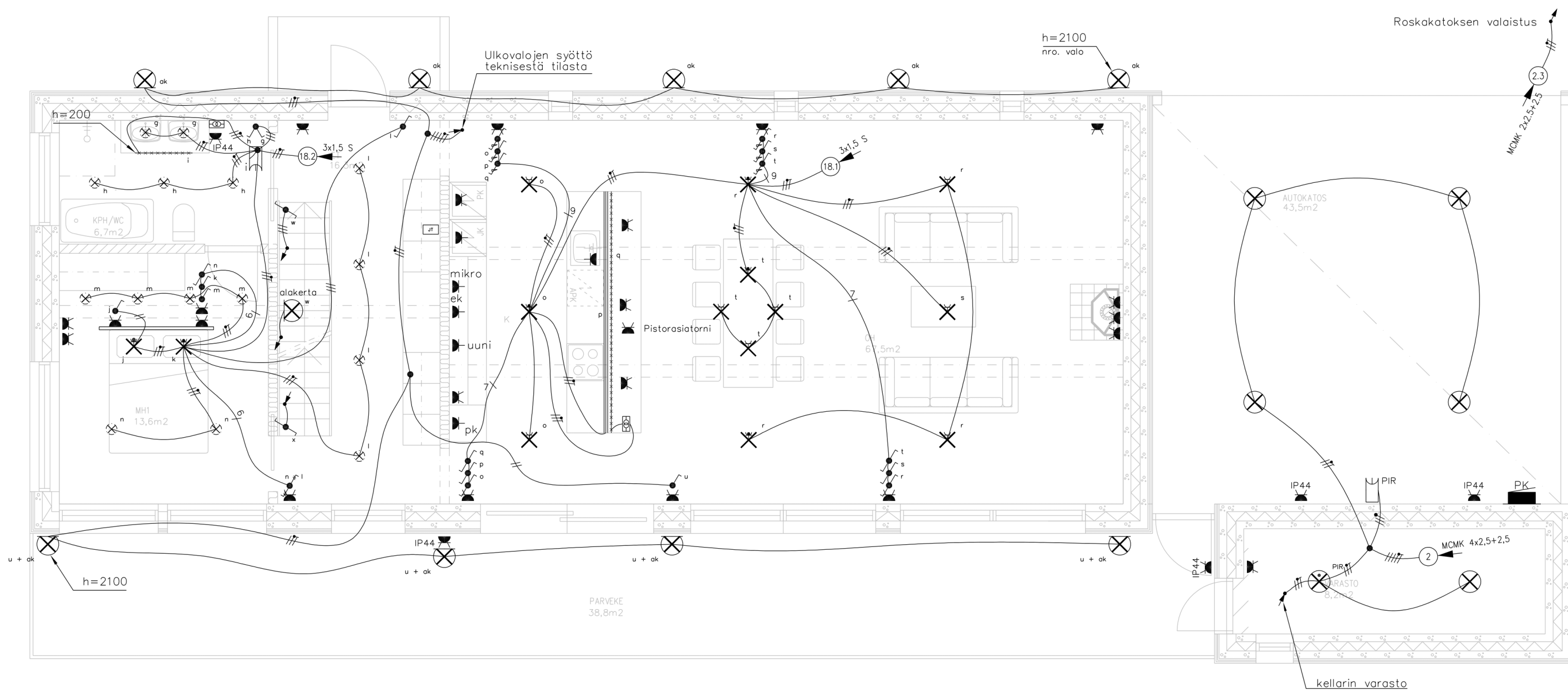
Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm
K.osa/Kylä	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä		
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
				Asennuspiirustus		MK: 1:50
				Kellari		
				Valaistuspisteet ja -johdotukset		
				Työnumero		Tilajan numero
				Piirustusnumero		
				SÄH		1
				Muutos		

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

# Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



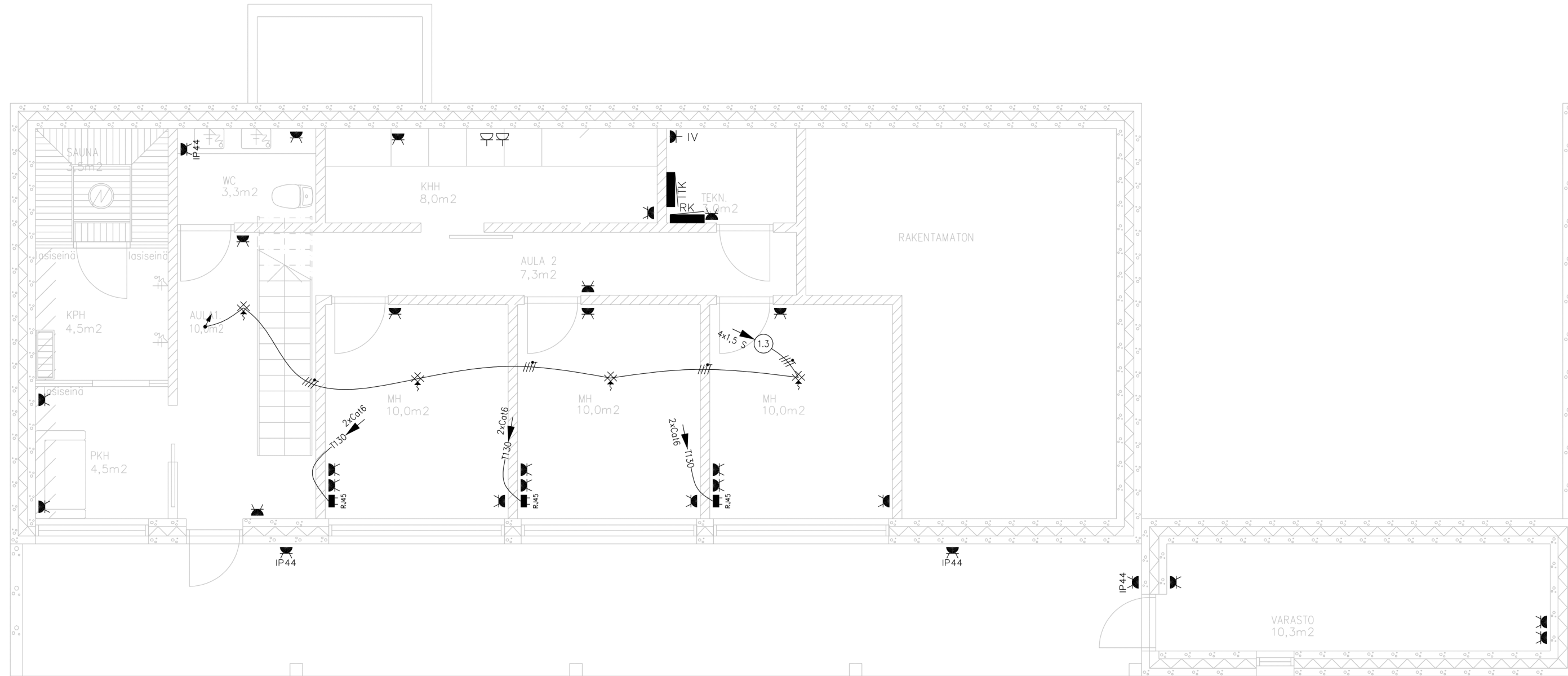
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm
K.osa/Kylä	Kortti./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä		
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
				Asennuspiirustus 1.Kerros		
				Valaistuspisteet ja -johdotukset		
				MK: 1:50		
				Työnumero		
				Tilajan numero		
				Piirustusnumero		
				Muutos		
				SÄH 1		

# Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

# Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm
K.osa/Kylä	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä		
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
				Asennuspiirustus		MK: 1:50
				Kellari		
				Tietotekniset järjestelmät		
				Työnumero	Tilaaajan numero	
				Pvm	21.4.2021	
				Piirt.	SH	
				Suunn.	SH	
				Tark.		
				Yht.lhö		
				Lehti		
				SÄH	Piirustusnumero	Muutos
					1	

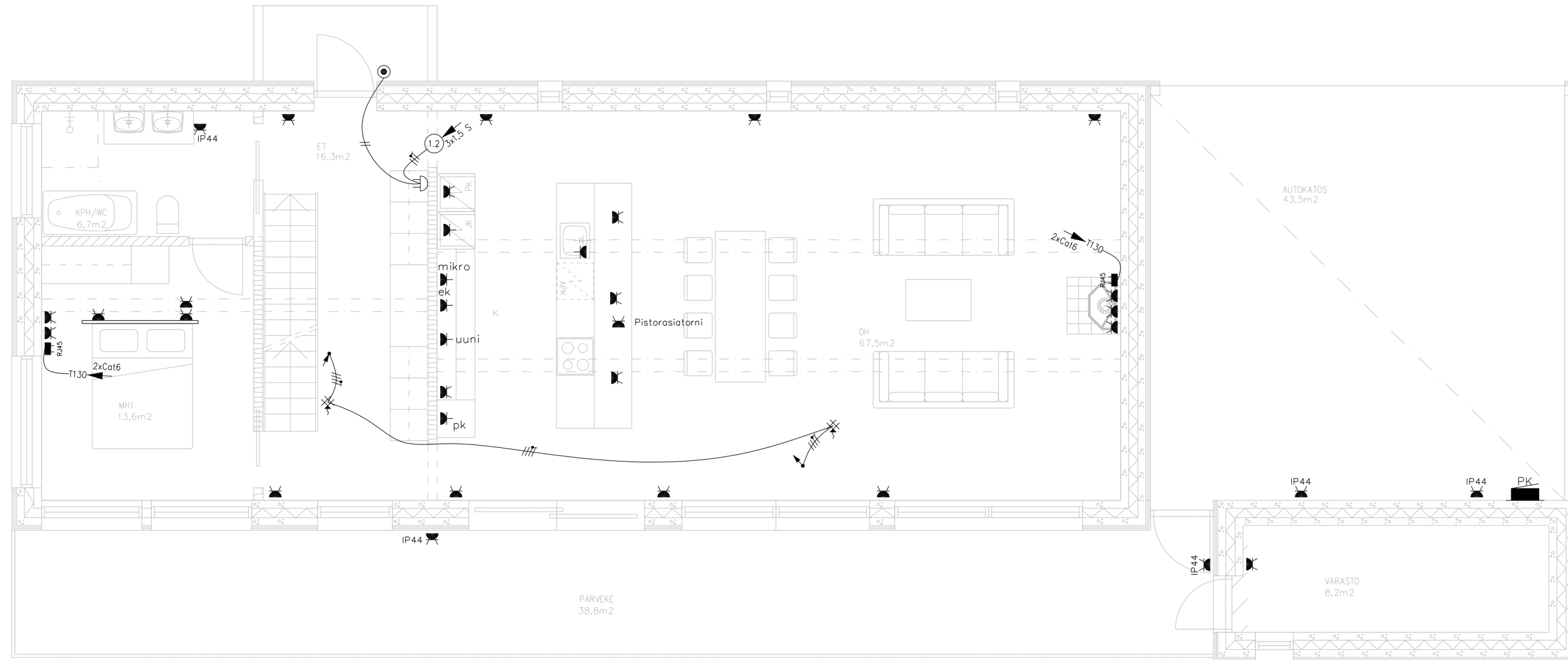
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

# Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



# Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tunn.	Lukum.	Muutos			Nimim.	Pvm
K.osa/Kylä	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä		
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS		
				Asennuspiirustus 1.Kerros MK: 1:50		
				Tietotekniset järjestelmät		
			Pvm	Työnumero		Tilajan numero
			Piirt.	SH		
			Suunn.	SH		
			Tark.			
			Yht.lö			
			Lehti	SÄH		
				Piirustusnumero		Muutos
				1		





31.5.2021											Tehty ohjelman opiskelijaversiolla											Liite 5 1 (4)										
D muutos											SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :											A										
E muutos											1. NIMELLISJÄNNITE / -VIRTA / -TAAJUUS											400 V 50 A 50 Hz										
F muutos											2. TERMINEN OIKOSULKUKESTOISUUS											kA										
											3. TASATTU- / ASENETTU TEHO / COSFII											kW kW cosfii										
											4. OHJAUSJÄNNITEKISKOT											<input checked="" type="checkbox"/> EI <input type="checkbox"/> ON JÄNNITE V VIRTA A										
											5. AC-KISKOT TAI JOHTIMET											<input type="checkbox"/> L1,N <input type="checkbox"/> L1,N,PE <input type="checkbox"/> L1,L2,L3,N <input checked="" type="checkbox"/> L1,L2,L3,N,PE										
D muutos											RAKENNETIEDOT :											D										
E muutos											1. KESKUSLAJI											<input type="checkbox"/> KENNO <input type="checkbox"/> KOTELO <input checked="" type="checkbox"/> KEHIKKO										
F muutos											2. ASENUSTAPA											<input checked="" type="checkbox"/> PINTA <input type="checkbox"/> UPPO KOTEL. LUOKKA IP 20										
											3. KIIINNITYS											<input type="checkbox"/> LATTIA <input checked="" type="checkbox"/> SEINÄ										
											4. OVILAITE											<input type="checkbox"/> LUKKO <input checked="" type="checkbox"/> SALPA										
											5. LATT.SEIS.KESK. POHJALEVYT											<input type="checkbox"/> AVOIN <input type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ										
											6. MAALAUS											<input type="checkbox"/> VAKIO <input type="checkbox"/> ERIKOIS										
											7. MITAT											KORKEUS : 1600 LEV. : 600 SYV. : 100										
J											KALUSTUSTIEDOT :											J										
											1. KALUSTUSTYYPPI											<input type="checkbox"/> KIINTEÄ <input type="checkbox"/> ULOSV. <input type="checkbox"/> ULOSOT.										
											2. KALUSTUSTAPA											<input type="checkbox"/> YKSIKKÖ <input type="checkbox"/> KESKITETTY										
											3. MERKKILAMPUT											<input type="checkbox"/> HEHKU <input type="checkbox"/> HOHTO <input type="checkbox"/> LEDI										
											4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA											<input type="checkbox"/> SÄHKÖLAITOS <input type="checkbox"/> VALMISTAJA										
M											KAAPELOINTI :											M										
											1. SYÖTTÖKAAPELI											<input type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input checked="" type="checkbox"/> ALHAALTA										
											2. PÄÄKAAPELIT											<input type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOJEISIIN <input checked="" type="checkbox"/> RIVIL.										
											3. OHJAUSKAAPELIT											<input type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ <input type="checkbox"/> ALHAALTA <input type="checkbox"/> KOJEISIIN <input checked="" type="checkbox"/> RIVIL.										
P											TUNNUSMERKINNÄT :											P										
											1. TUNNUSKILVET											<input checked="" type="checkbox"/> VALM.NORM. <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE										
											2. KOJEMERKINNÄT											<input checked="" type="checkbox"/> JUOKSEVA <input type="checkbox"/> KENNOKOHT. <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE										
S											MUUT TIEDOT :											S										
A muutos																						Suunn. SH /5.5.2021										
B muutos																						Kokonaisuus										
C muutos																						Sähköpositio RK										
																						Työnumero										
																						Piirt. Lehti 1/4 Piirustusnumero										
																						Tark. SÄH										
																						Tehty ohjelman opiskelijaversiolla										



		11	12	13	14	15	16	17	18	Tehty ohjelman opiskelijaversiolla										28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
		KESKUS							RYHMÄ	OSOITE	TUNNUS	JOHDOTUS	kVA/kW	A / A	HUOM.	Liite 5 3 (4)													
D muutos	E muutos	F muutos	B	L1	8.1	Kiertovesipumppu					MMJ 3x1,5 S		B10																
			C	L2	8.2	Varalla								C10															
			D	L3	8.3	Varalla									C10														
E muutos	F muutos	G muutos	E	L1	9.1	Varalla									C16														
			F	L2	9.2	Varalla									C16														
			G	L3	9.3	Varalla										C16													
H muutos	J muutos	K muutos	H	L1	10.1	Pistorasia			Pyykinpesukone	MMJ 3x2,5 S					C16														
			J	L2	10.2	Pistorasia			Kuivausrumpu	MMJ 3x2,5 S						C16													
			K	L3	10.3	Varalla										C16													
L muutos	M muutos	N muutos	L	L1	11.1	Varalla									C16														
			M	L2	11.2	Varalla										C16													
			N	L3	11.3	Varalla										C16													
O muutos	P muutos	R muutos	O	L1	12.1	Varalla									C10														
			P	L2	12.2	Varalla										C10													
			R	L3	12.3	Varalla										C10													

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

A muutos  
B muutos  
C muutos

Suunn. SH /5.5.2021	Kokonaisuus	Sähköpositio RK	Työnumero
Piirt.	Lehti 3/4	Piirustusnumero	
Tark.	SÄH		

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

		11	12	13	14	15	16	17	18	Tehty ohjelman opiskelijaversiolla				28	29	30	31	32	33	34	35	36	37				
		KESKUS								RYHMÄ	OSOITE	TUNNUS	JOHDOTUS	kVA/kW	A / A	Liite 5 HUOM. 4 (4)											
D muutos	E muutos	F muutos	3L,N,PE	L1						13.1	Pistorasia		Jääkaappi	MMJ 3x2,5 S													
				L2								13.2	Pistorasia		Pakastin	MMJ 3x2,5 S											
				L3								13.3	Pistorasia		Astianpesukone	MMJ 3x2,5 S											
D muutos	E muutos	F muutos	3L,N	L1						14.1	Pistorasia		Mikro	MMJ 3x2,5 S													
				L2								14.2	Pistorasia		Espressokeitin	MMJ 3x2,5 S											
				L3								14.3	Pistorasia		Keittiön kaapisto	MMJ 3x2,5 S											
D muutos	E muutos	F muutos	3L,N	L1						15.1	Pistorasiat MH2 + MH3 kellari			MMJ 3x2,5 S													
				L2							15.2	Pistorasiat MH1 + ulko + varasto kellari			MMJ 3x2,5 S												
				L3							15.3	Pistorasiat TEKN. + KHH + WC + PKH + Aula kellari			MMJ 3x2,5 S												
D muutos	E muutos	F muutos	3L,N	L1						16.1	Pistorasiat OH + WC 1.kerros			MMJ 3x2,5 S													
				L2							16.2	Pistorasiat Saareke			MMJ 3x2,5 S												
				L3							16.3	Pistorasiat OH + MH1 1.kerros			MMJ 3x2,5 S												
D muutos	E muutos	F muutos	3L,N	L1						17.1	Valaistus aula + KHH + WC + TEKN. kellari			MMJ 3x1,5 S													
				L2							17.2	Valaistus MH1 + MH2 + MH3 kellari			MMJ 3x1,5 S												
				L3							17.3	Valaistus PKH + KPH + sauna			MMJ 3x1,5 S												
D muutos	E muutos	F muutos	3L,N	L1						18.1	Valaistus OH + keittiö			MMJ 3x1,5 S													
				L2							18.2	Valaistus MH + ET + WC 1.kerros			MMJ 3x1,5 S												
				L3							18.3	Valaistus + pistorasiat parvi			MMJ 3x2,5 S												
D muutos	E muutos	F muutos	3L,N	L1						19.1	Ulkovalaistus			MMJ 5x1,5 S													
												Astronominen kello															

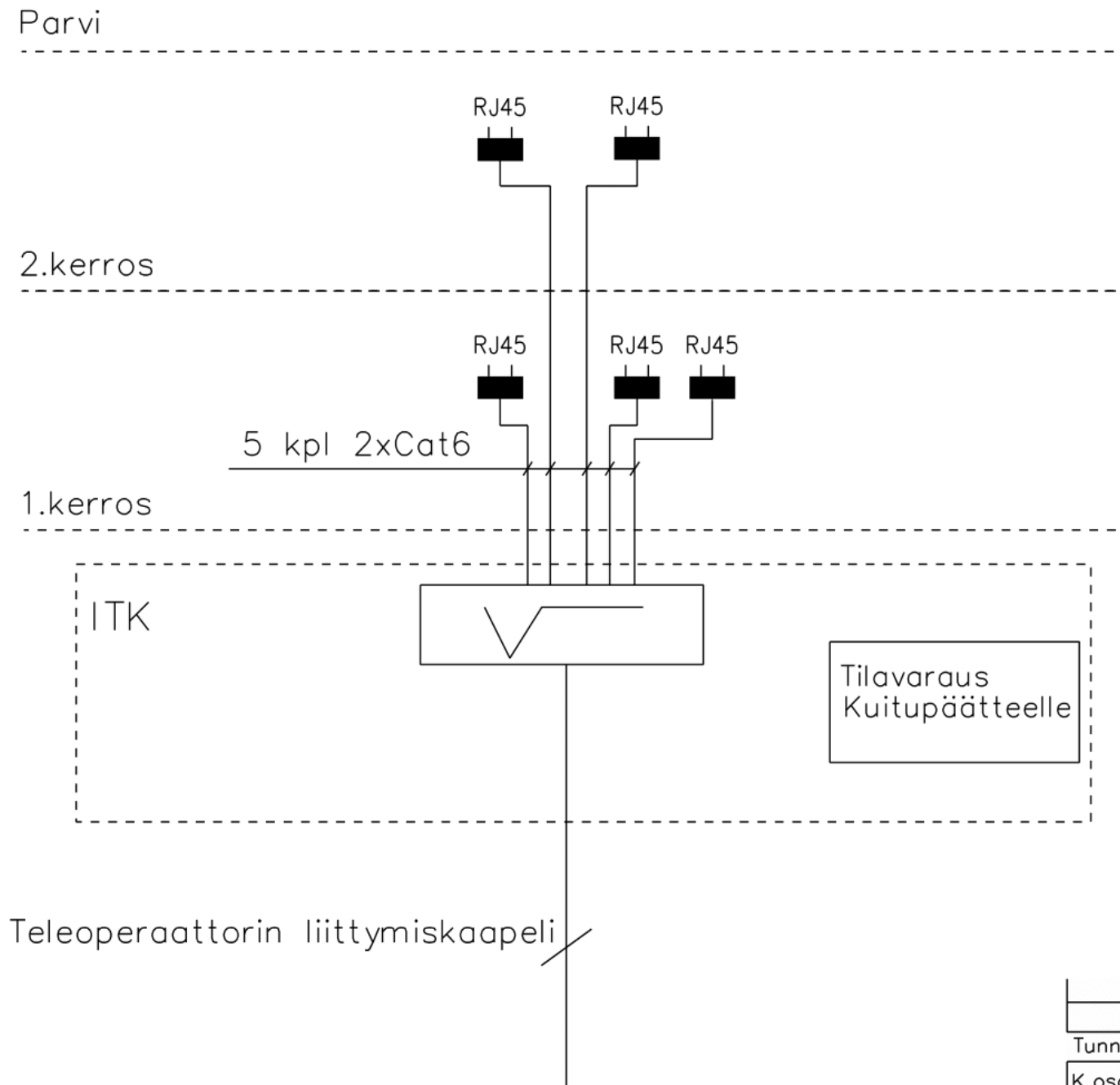
Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

A muutos  
B muutos  
C muutos

Suunn. SH /5.5.2021	Kokonaisuus	Sähköpositio RK	Työnumero
Piirt.	Lehti 4 / 4	Piirustusnumero	
Tark.	SÄH		

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla



Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tehty ohjelman opiskelijaversiolla

Tunn.	Lukum.	Muutos				Nimim.	Pvm
K.osa/Kylä	Kortt./Tila	Tontti	Rno	Viranomaisten merkintöjä			
UUDISRAKENNUS				SÄHKÖPIIRUSTUS			
				Yleiskaapelointikaavio MK:			
			Pvm	21.4.2021	Työnumero		Tilajan numero
			Piirt.	SH			
			Suunn.	SH			
			Tark.		Piirustusnumero		Muutos
			Yht.hlö		SÄH		1
			Lehti				