

# OHJEISTUS PIENTALON SÄHKÖSUUNNITTELUUN

Sähköpalvelu Seppo Tuovinen

Tuovinen Roope

Opinnäytetyö

Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

2024

Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Roope Tuovinen	<b>Vuosi</b>	2024
<b>Ohjaaja(t)</b>	Ins. (YAMK) Kari Kenttä		
<b>Toimeksiantaja</b>	Sähköpalvelu Seppo Tuovinen		
<b>Työn nimi</b>	Ohjeistus pientalon sähkösuunnitteluun		
<b>Sivumäärä</b>	38+16		

---

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tehdä ohjeistus pientalon sähkösuunnitteluun. Työn tavoitteena oli antaa uusille suunnittelijoille, opiskelijoille sekä alalle kiinnostuneille henkilöille selkeä ja kattava tietopaketti nykyajan vaatimuksista ja suosituksista sähköalalla. Työssä laadittiin perusteelliset ja nykyvaatimukset täyttävät sähkösuunnitelmat omakotitalokohteesta.

Rakennus oli 144m<sup>2</sup> haja-asutusalueella sijaitseva yksikerroksinen puutalo, jossa lämmitysmuotona käytettiin ilma-vesilämpöpumppua. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Sähköpalvelu Seppo Tuovinen. Suunnitelmassa otettiin huomioon keskeiset standardit, määräykset sekä tilaajan toiveet. Sähkösuunnittelussa on käytettiin CADMATIC 24-ohjelmistoa. Sähköasennukset toteutettiin suunnitelman pohjalta. Työn tuloksena saatiin toimeksiantajalle suunnitteluohjeistus tuleville suunnittelijoille, jotka voivat hyödyntää opinnäytetyössä käytyjä standardeja sekä määräyksiä tulevilla suunnitteluhankkeissa.

Asiasanat: valaistussuunnittelu, sähkösuunnittelu, rakennusautomaatio, sähkötekniikka

Electrical Engineering  
Bachelor of engineering

---

<b>Author</b>	Roope Tuovinen	<b>Year</b>	2024
<b>Supervisor(s)</b>	Kari Kenttä, MEng		
<b>Commissioned by</b>	Sähköpalvelu Seppo Tuovinen		
<b>Title</b>	Guidelines for electrical design of a detached house		
<b>Number of pages</b>	38+16		

---

The topic of this thesis was to create guidelines for electrical design in single-family houses. The goal was to provide new designers, students, and individuals interested in the field with a clear and comprehensive information package about current requirements and recommendations in the electrical industry. The thesis included the development of detailed electrical plans for a detached house that meet modern standards.

The building was a 144 m<sup>2</sup> single-story wooden house located in a sparsely populated area, with an air-to-water heat pump used as the heating system. Commissioner for this thesis was Sähköpalvelu Seppo Tuovinen. The design considered key standards, regulations, and the client's preferences. The electrical design was carried out using the CADMATIC 24 software. The electrical installations were implemented based on the design. As a result of this thesis, a design guide was delivered to the client for use by future designers. This guide can help them utilize the standards and regulations discussed in the thesis for their future design projects.

Keywords: lighting design, electrical design, building automation, electrical engineering

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	SÄHKÖPALVELU SEPPO TUOVINEN .....	7
3	SÄHKÖSUUNNITTELU .....	8
4	SÄHKÖTYÖSELOSTUS.....	9
5	TURVALLISUUSMÄÄRÄYKSET JA STANDARDIT .....	10
5.1	IP-luokitus.....	10
5.2	Koteloitiluokkien merkintöjen kuvaukset .....	11
6	PIENTALON LIITTYMÄN MITOITTAMINEN .....	14
7	VAHVAVIRTASUUNNITTELU .....	16
7.1	Valaisinsuunnittelu.....	16
7.2	Valonohjausjärjestelmä.....	17
7.3	Keskukset .....	17
7.4	Maadoituskaavio.....	18
7.5	Sähköpisteet.....	19
7.6	Johdotus- ja kaapelointipiirustus.....	20
7.7	Palovaroitinjärjestelmän suunnittelu .....	21
7.8	LVI-laitteiden sähköistyksen huomioiminen suunnittelussa .....	22
8	TIETOTEKNISET JÄRJESTELMÄT .....	23
8.1	Antennijärjestelmä .....	23
8.2	Yleiskaapelointijärjestelmä .....	23
8.3	Kameravalvontajärjestelmän suunnittelu .....	24
9	AURINKOPANEELIJÄRJESTELMÄ PIENTALOSSA .....	26
10	SÄHKÖAJONEUVON LATAUSPISTE PIENTALOSSA.....	28
11	PIENTALON LOPPUDOKUMENTOINTI .....	30
11.1	Loppudokumentointi .....	30
11.2	Käyttö- ja huolto-ohje.....	30
12	MALLISUUNNITELMAT .....	32
13	POHDINTA .....	35
	LÄHTEET.....	36

## ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajaa Kari Kenttää kaikesta avusta opinnäytetyöhöni liittyen. Kiitän myös Seppo Tuovista aiheesta ja mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö yrityksessä.

Tahdon myös kiittää kaikkia, jotka ovat ohjanneet ja auttaneet minua opiskeluaikanani.

Rovaniemi 11.11.2024

Roope Tuovinen

## 1 JOHDANTO

Laadukas sähkösuunnittelu on avain onnistuneeseen sähköasennukseen, sillä hyvin tehdyt suunnitelmat huomioi asentajaystävällisyyden, mikä nopeuttaa ja auttaa toteuttamaan urakoinnin laadukkaasti. Älykotiratkaisujen osalta tärkein tekijä on huomioida asiakkaan toiveet sekä toteuttaa sähkösuunnittelu huolellisesti. Kustannustehokas ratkaisu saadaan suunnittelemalla älytoiminnot muunneltaviksi sekä laajennettavaksi, mikä mahdollistaa mahdolliset muutokset sekä käytön pitkäikäisyyden. (Suomen kotiautomaatio Oy.) Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia ohjeistus sähkösuunnitteluun pientaloja varten Sähköpalvelu Seppo Tuoviselle. Mallisuunnitelmat toimivat ohjeistuksena tulevien pientaloprojektien toteutuksessa.

Suunnittelukohteena on Rovaniemelle rakennettava yksikerroksinen puutalo, jonka pinta-ala on 144 m<sup>2</sup>. Lämmitysmuotona kohteessa käytetään vesi-ilmalämpöpumppujärjestelmää, joka on yhdistetty vesikiertoiseen lattialämmitykseen. Vaikka autotallin sähkösuunnitelmat rajataan tämän työn ulkopuolelle, suunnittelussa otetaan huomioon tarvittavat sähkövaraukset autotallin tulevaisuuden toteutusta varten. Lisäksi tilaajan toiveesta taloon suunnitellaan yksinkertainen automaatiojärjestelmä, jonka avulla valaistusta ja lämmitystä voidaan ohjata paitsi paikallisesti, myös etäyhteydellä puhelinsovelluksen kautta.

Työn tarkoituksena on luoda selkeä sähkösuunnittelumalli, joka huomioi pientalorakentamisen standardit, määräykset sekä tilaajan toiveet. Opinnäytetyössä tuodaan myös esille yrityksessä käytettyjä käytäntöjä ja esimerkkejä, jotka on huomattu toimiviksi ratkaisuiksi eri projekteissa. Tämä opinnäytetyö toimii pohjana tuleville sähkösuunnitteluhankkeille sekä ohjeistuksena tuleville sähkösuunnittelijoille.

## 2 SÄHKÖPALVELU SEPPO TUOVINEN

Opinnäytetyöni toimeksiantajana toimii Sähköpalvelu Seppo Tuovinen on Rovaniemellä toimiva sähkösuunnittelutoimisto, joka on perustettu vuonna 1996. Yrityksen palvelut kattavat sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien suunnittelun sekä niihin liittyvän dokumentoinnin ja piirustusten laadinnan. Asiakkaita ovat muun muassa yksityiset rakentajat, yritykset ja kunnat. Yrityksessä työskentelee tällä hetkellä neljä sähkösuunnittelijaa, ja toiminta-alueena on Rovaniemi sekä muu Pohjois-Suomi. Sähköpalvelu Seppo Tuovinen tarjoaa asiakkailleen selkeitä ja toimivia ratkaisuja, jotka ovat kustannustehokkaita ja käytännöllisiä. Projekteja on toteutettu laajasti erilaisiin kohteisiin, kuten asuinrakennuksiin, liiketiloihin ja julkisiin rakennuksiin.

Yrityksen tavoitteena on tarjota asiakaslähtöistä palvelua ja varmistaa, että projektit etenevät joustavasti ja sujuvasti alusta loppuun. Vuosien kokemus ja ammattitaito näkyvät yrityksen työssä.

### 3 SÄHKÖSUUNNITTELU

Sähkösuunnittelun avulla saadaan varmistettua, että sähköjärjestelmät ovat toimivia, turvallisia ja täyttävät kaikki tarvittavat määräykset, standardit ja säädökset. Suunnittelussa pyritään varmistamaan kohteen mukavuus ja turvallisuus. Kuvien laadinnassa tulee huomioida myös laitteiden oikea sijoittelu, laitevalinnat ja suojausmenetelmät. Tämä on tärkeää, jotta järjestelmä täyttää sähköasennuksia koskevat määräykset. (Tukes 2024a.) Sähkösuunnitelmat mahdollistavat rakentajalle sähköurakan vertailukelpoisten urakkatarjousten saamisen.

Sähkösuunnittelua ei ole säädelty pätevyysvaatimuksilla, mutta sähköturvallisuusvaatimusten ja yleisten standardien noudattaminen suunnittelussa on silti välttämätöntä (Tukes 2024a). Yleensä sähkösuunnittelu aloitetaan tilaajan kanssa aloituspalaverin yhteydessä, missä käydään läpi kohteen tarpeet ja toiveet. Palaverissa määritellään varustelutaso ja tilaajan tarpeet, mikä luo selkeän pohjan suunnittelun aloittamiselle. Sähkösuunnittelussa on huomioitava vaatimustaso, joka määräytyy kohteen ja tilaajan tarpeiden mukaisesti. (Urakkamaailma 2023.) Yrityksemme käytännön mukaan vaatimustasot jaetaan yleisesti kolmeen tasoon:

Perustason toteutuksessa ei lisätä ylimääräisiä sähköpisteitä ja tehdään mahdollisimman edullisesti suunnitelmat (ns. grynderitaso). Esimerkiksi makuuhuoneeseen tulee kaksi kappaletta pistorasioita, valaisinpiste, valokytkin sekä yleiskaa-pelointi- ja antennirasia.

Mukautetulla tasolla asennukset suunnitellaan siten, että tilaajan tarpeet sekä erityistoiveet otetaan huomioon. Valtaosassa suunnitelmia käytetään tätä tasoa, ja yleensä tilaaja haluaa esimerkiksi LED-nauhoja sekä himmennyksiä valaistuksen ohjaukseen.

Soveltavalla tasolla suunnitelmat tehdään laajemmin, sähköjärjestelmät suunnitellaan huomioiden rakennuksen sekä käyttäjän tarpeet koko rakennuksen elinkaaren ajaksi. Tämä taso on todella monipuolinen verrattuna aikaisempiin tasoihin, koska siinä otetaan huomioon tulevaisuuden tarpeet, joustavuus sekä älykkäät ja energiatehokkaat ratkaisut. Kohteeseen voidaan suunnitella jokin markkinoilla oleva kotiautomaatiojärjestelmä esimerkiksi ABB-Free@home.

## 4 SÄHKÖTYÖSELOSTUS

Sähkötyöselostus on annettava kaikille toteutuksen hankintaan ja/tai toteutukseen osallistuville osapuolille. Selostus toimii keskeisenä asiakirjana, jonka avulla kaikki projektin osapuolet saavat yleiskuvan koko urakasta, sen laajuudesta ja vaatimuksista. Selostuksessa määritellyt velvoitteet on huomioitava sekä järjestelmän toteutuksessa että tuotteiden toimituksissa, jotta projekti toteutuu suunnitelmien mukaisesti ja kaikkien osapuolten vastuut ja velvollisuudet ovat selkeät. (ST 70.24 2022, 1.) Selostuksessa määritellään urakkarajat eli tarkennetaan, mitä vaiheita kohteen suunnitteluun ja rakentamiseen kuuluu sekä kenelle vastuut on osoitettu eri töistä. Selostuksessa kuvataan kohteen tiedot sekä hankkeeseen osallistuvat henkilöt. Dokumentin avulla urakoitsija tarkastaa, minkälaisia vaatimuksia ja ohjeita kohteen urakassa tulee noudattaa. (ST 70.24 2022, 1–4.) Selostuksessa esitetään monesti myös laitteet sekä mahdolliset erityisvaatimukset, esimerkiksi S160-putkitusjärjestelmät. Järjestelmässä käydään läpi putkituksen tekniset vaatimukset sekä asentaminen. Selostuksessa myös viitataan eri järjestelmien kohdalla paljon lainsäädännön ja standardien määrittelemiin erityisvaatimukseen sekä hyviin asennustapoihin.

Sähkötyöselostuksen luokitus urakka-asiakirjojen pätevyysjärjestyksessä on YSE:n taulukon mukaan korkealla. YSE 1998 on vuonna 1998 laadittu rakennusurakan yleiset sopimusehdot. YSE:n tarkoitus on selkeyttää urakan osapuolten oikeudet ja velvollisuudet. Sopimusehdoissa on määritelty toimintatavat, joita noudatetaan erimielisyyksien ilmetessä. Pätevyysjärjestys on kerrottuna YSE:n 13. pykälässä. (RT 16-10660 1998, 5.)

## 5 TURVALLISUUSMÄÄRÄYKSET JA STANDARDIT

Turvallisuusmääräykset ja standardit tulee huomioida pientalon sähkösuunnittelussa. Määräysten ja standardien noudattaminen sähkösuunnittelussa ehkäisee sähkötapaturmien sekä tulipalon riskiä. (Tukes 2024b.) Sähkösuunnittelussa noudatetaan sähköasennuksia koskevaa S10-2023 luettelo, jonka mukaan suunnitelmat toteutetaan. Luettelo määrittelee vaatimukset sähkötyöturvallisuudelle sekä sähkölaitteistoiden turvallisuudelle. SFS-EN-standardit ovat erikoisasennuksiin kohdennettuja tarkentavia määräyksiä, jotka tulee ottaa huomioon suunnittelussa. Sähkösuunnittelussa on tärkeää tietää tämänhetkistä määräyksistä ja standardeista. Suomessa sähköturvallisuuslaki (1135/2016 § 6) säätelee, että sähkölaitteet ja -laitteistot on suunniteltava, rakennettava, valmistettava ja korjattava sekä niitä on huollettava ja käytettävä käyttötarkoituksensa mukaisesti niin, että:

- 1) niistä ei aiheudu kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle vaaraa
- 2) niistä ei sähköisesti tai sähkömagneettisesti aiheudu kohtuutonta häiriötä
- 3) niiden toiminta ei häiriinny helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti.

### 5.1 IP-luokitus

IP-luokituksen tarkoituksena on suojata sähkölaitetta esimerkiksi vedeltä tai pölyltä sekä suojata ihmisiä koskettamasta vaarallisia osia. IP-luokituksen eli kotelointiluokan valintaan vaikuttaa sähkölaitteiden käyttöolosuhteet. Luokituksen ensimmäinen numero kertoo, kuinka hyvin kotelointi suojaa sähköisiä osia tuntemattomilta esineiltä tai pölyn tunkeutumiselta. Vastaavasti toinen numero ilmaisee, kuinka hyvin laite on eristetty vedeltä. (Tukes 2024f.) Sähkösuunnittelua tehdessä tulee huomioida, minkälaiseen tilaan sähkölaitte ollaan asentamassa, ja tehdä suunnitelmiin merkinnät IP-luokituksesta. Esimerkiksi pihalla olevat ulkopistorasiat ovat yleensä IP44 tai suurempi luokka. Pistorasia on tällöin ainakin suojattu langalta sekä roiskavalta vedeltä.

## 5.2 Kotelointiluokkien merkintöjen kuvaukset

Kotelointiluokkien merkintästandardi SFS-EN 60529+A1:2000 määrittelee suojaustasot, jotka koskevat laitteiden kotelointia. Suojaustason ensimmäinen numero ilmaisee suojauksen vierailta esineiltä ja kosketukselta, ja toinen numero ilmaisee suojauksen vedeltä. Esimerkiksi IP23 kotelointiluokka tarkoittaa suojausta sormelta sekä sateenkestävä. Alla taulukossa 1 on esitetty numeroiden merkitykset.

Taulukko 1. Kotelointiluokan ensimmäinen sekä toinen numeron merkitys (muokailen SFS-EN 60529+A1:2000, 24)

Ensimmäinen numero	Suojaustaso	Toinen numero	Suojaustaso
0	Suojaamaton	0	Suojaamaton
1	1 Suojaus nyrkiltä > 50 mm	1	Pystysuoraan tippuva vesi
2	Suojaus sormelta > 12,5 mm	2	Tippuva vesi (kallistus 15 astetta)
3	Suojaus työkalulta > 2,5 mm	3	Satava vesi
4	Suojaus langalta > 1,0 mm	4	Roiskuva vesi
5	Suojaus langalta (pölysuojaus)	5	Vesisuihku
6	Suojaus langalta (pölytiivis)	6	Voimakas vesisuihku
		7	Lyhytaikainen upotus
		8	Jatkuva upotus

Lisä- ja täydentäviä kirjaimia käytetään harvemmin, mutta ne ovat tarpeen silloin, kun halutaan tarkentaa laitteen suojaustasoa tai käyttöolosuhteita. Kirjaimien avulla saadaan tarkempi luokitus tiettyihin käyttökohteisiin (SFS-EN 60529+A1:2000.) Lisä- ja täydentävät kirjaimet ovat esitettynä taulukossa 2.

Taulukko 2. Kotelointiluokan lisäkirjaimet ja vapaaehtoiset lisäkirjaimet sekä niiden määrittämät suojaustasot (mukaillen SFS-EN 60529+A1:2000, 24)

Lisäkirjaimet	Suojaustaso	Täydentävä kirjain	Suojaustaso
A	Kosketussuojatut vaaralliset osat	H	Suurjännitelaite
B	Suojaus nyrkiltä	M	Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa käynnissä
C	Suojaus sormelta	S	Vesisuojaus koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä
D	Suojaus työkalulta	W	Laite on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin

Vuoden 1997 jälkeen uusissa kylpyhuoneissa asennettujen pistorasioiden on tullut olla suojattuja vikavirtasuojakytkimellä, joka katkaisee virran vikatilanteissa pienellä virralla ja estää hengenvaaran. Vuoden 2007 lopulla vaatimukset laajentuivat koskemaan kaikkia verkkojännitteisiä sähköasennuksia uusissa kylpyhuoneissa. Kylpy- ja suihkutilojen alueiden kotelointiluokat sekä suojaetäisyydet on esitettynä kuviossa 1. Kuviossa alue 0 käsittelee tilaa, joka on suoraan kosketuksessa veden kanssa, tälle alueelle ei sijoiteta mitään sähkölaitteita. Alue 1 on 120 cm säteen sisällä suihkusta ja ulottuu lattiatasosta 225 cm korkeuteen. Tämän alueen sisällä olevat laitteet tulee olla vähintään IPX4 mukaisia, eli roiskevedeltä eristetty. Kuviossa 1 on esitettynä kiinteä suihkuseinä, jonka ansiosta mitattaessa



## 6 PIENTALON LIITTYMÄN MITOITTAMINEN

Sähkölaitteiden mitoituksen tarkoituksena on varmistaa, että kohteessa olevat sähkölaitteiden kuormitukset eivät ylitä pääsulakkeen tehoarvoja. Sähkölaitteiden mitoituksesta vastaa aina asiakas itse tai hänen toimeksiannostaan sähkösuunnittelija tai sähköurakoitsija. (Elenia 2024.) Yrityksemme toimintatapoihin kuuluu käydä tilaajan kanssa kohteen alkutiedot läpi, jotta saadaan mahdollisimman kattava käsitys kohteen sähkökulutuksesta ja laitteista, jotta voidaan alkaa tekemään laskelmia pääsulakkeiden sekä syöttökaapelin suuruudesta ja pääkeskukseen nimellisvirrasta. Tilaajan kanssa keskustellaan lämmitysmuodosta, mahdollisesta sähköajoneuvon tarpeesta sekä varustelutasosta. Kohteeseen valittu lämmitysmuoto on merkittävä osa teholaskelmaa, koska huipputehon laskentakaava määräytyy lämmitysmuodon mukaisesti. Kun tilaajalta on saatu alustavat tiedot, voidaan lähteä tekemään laskelmia kohteen huipputehoista. Kohteeseen tulee vesi-ilmalämpöpumppu sekä sähkösauna. Huipputehon laskemisessa käytettiin apuna ST-kortin 13.31 taulukkoa *Kokemusperäiset laskentamallit asuinrakennuksen huipputehon määrittämiseksi*. (ST 13.31, 2020, 4)

$$Ph = 7,5 + \frac{26 \cdot A}{1000} \quad (1)$$

$Ph$  Arvioitu huipputeho [kW]

A Lämmitetty pinta-ala [m<sup>2</sup>], 144 m<sup>2</sup>

$$Ph = 7,5 + \frac{26 \cdot 144}{1000} \quad (2)$$

$$Ph = 11,24 \text{ kW}$$

Kun kiinteistön huipputeho on saatu laskettua, voidaan laskea jokaisessa vaihejohtimessa kulkeva virta. Tässä käytetään 3-vaihe tehon laskentakaavaa, joka on

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{11244}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,96} = 16,9 \text{ A.} \quad (3)$$

Huippuvirta kohteessa on 16,9 ampeeria, joten kiinteistön pääsulakkeeksi valittiin kolme kappaletta 25 A gG -sulakkeet.

Paikallisen jakeluverkkoyhtiön nettisivuilla on mainittuna, että 25 A -pääsulakkeille minimi kaapelin poikkipinta-ala tulee olla vähintään  $Al$  25 mm<sup>2</sup>. Tämän vuoksi kohteeseen valittiin kaapeliksi AXMK 4x25 S. Verkkoyhtiö lupaa 25 A sulakkeille oikosulkuvirraksi vähintään 250 A (Rovakaira 2022, 4). Tämä oikosulkuvirta on minimi, jonka verkkoyhtiö lupaa, mutta yleensä oikosulkuvirrat ovat kuitenkin kiinteistössä huomattavasti suurempia.

Liittymisjohdolla tarkoitetaan kaapelia, jolla kiinteistön omistaja liittyy jakeluverkkoon. Verkkoyhtiö tuo kaapelin yleensä tontin laidalle, jonka jälkeen tilaajan tulee itse kustantaa liittymiskaapelin hankinta ja asennus pääkeskukselle. Liittymiskaapelin suositeltu asennussyvyys on 0,7 metriä, tällöin kaapelinvaroituss nauha asennetaan 0,3 metrin syvyyteen. Jos asennussyvyyttä ei jostain syystä saada toteutettua, on kaapeli suojattava mekaanisesti esimerkiksi suojaputkella (Tukes 2018). Suojaputken lujuusluokka tulee olla tarpeeksi suuri olosuhteet huomioiden. On olemassa lujuusluokat A ja B, joilla ilmaistaan, kuinka suuri massa saa kulkea kaapelisuojaputken päällä. Lujuusluokat on määritelty seuraavasti:

A-luokan putki (SN 16) = 16 kN / m<sup>2</sup>. A-luokan putkea käytetään kohteissa, jossa on paljon raskasta liikennettä, esimerkiksi katujen ja maanteiden alituksissa.

B-Luokan putki (SN 8) = 8 kN / m<sup>2</sup>. B-luokan putkea käytetään taas, jos raskasta liikennettä ei ole, esimerkiksi kevyen liikenteen väylien alituksissa. (Rotmon 2017.)

## 7 VAHVAVIRTASUUNNITTELU

### 7.1 Valaisinsuunnittelu

Valaisinsuunnittelu on olennainen osa pientalon sähkösuunnittelua, koska hyvä valaistus tekee talosta paitsi viihtyisän myös toimivan ja energiatehokkaan. Valaistuksen suunnittelu alkaa yleensä keskustelulla tilaajan kanssa, jossa käydään läpi toiveet ja tarpeet: minkälaista valaistusta eri tiloihin halutaan, kuinka laaja varustelutaso on toiveena ja mikä on valaisimien väriämpötila. Yleisimmät kriteerit mitä tulee huomioida, kun suunnitellaan on kotelointiluokka, asennustapa, valonlähde, koko sekä ulkonäkö (ST 58.04, 7). DIALux ohjelman avulla voidaan tarkastaa, että tilaan tai huoneeseen saadaan hyvä valaistusteho. Ohjelmalla saadaan laskettua valaistuspisteiden määrät, ottaen huomioon tilan korkeus ja koko. Taulukossa 3 on esitettyä eri huoneiden ja tilojen valaistustehon suositellut valomäärät.

Taulukko 3. Suositukset valaistustehoille eri alueilla (Lumme energia 2024.)

Huone / Alue	Yleisvalaistus (lx)	Erityisvalaistus (lx)
Eteinen	200 (pystypinnat), 150 (lattia)	-
Keittiö	300 (työtasot), 100 (hyllyt)	0–500 (ruokapöytä)
Makuuhuone	300 (lukupiste), 30 (lattia)	-
Lastenhuone	300 (lukupiste)	-
Olohuone	300 (lukupiste), 30 (lattia)	Tunnelmavalistus
Kylpyhuone	50 (lattia)	-
Sauna	Tunnelmavalistus	Tunnelmavalistus
Kodinhoituhuone	300 (työtasot), 100 (hyllyt)	-

## 7.2 Valonohjausjärjestelmä

Omakotitalon valaistusjärjestelmiä on monenlaisia, ja valaistusohjauksen suunnittelussa on tärkeää huomioida, mitä valaisimia ohjataan ja millainen ohjaustapa on käytännöllisin ja optimaalisin. Esimerkiksi pihan valaisimia voidaan hallita liiketunnistimilla tai astronomisella kellolla, joka säätää valaistuksen päälle ja pois kellokytkimeen asetetuiden koordinaatioiden mukaisesti ja säätää valaistusta auringon nousu ja laskuaikojen perusteella. Sisätiloissa liiketunnistimia hyödynnetään usein esimerkiksi teknisissä tiloissa, joissa käydään harvoin, jolloin valaistus sammuu automaattisesti, eikä valot jää vahingossa päälle pitkäksi aikaa. (ST-58.04, 8.) Suunnittelukohteissamme olen huomannut että, sisävalaistuksessa tyypillisiä ohjaustapoja ovat perinteiset on-off-kytkimet, joilla valaisimet saadaan päälle ja pois. Nykyään on yleistynyt push-dim-himmentimet, joiden avulla valaisimen kirkkautta voidaan säätää pitämällä painonappia painettuna. Valaistusta säätämällä voidaan luoda tunnelmavalistus eri tiloihin.

Valaistusohjausjärjestelmät tarjoavat myös älykkäämpiä ratkaisuja, joilla valaistusta ja muita kodin laitteita voi hallita entistä monipuolisemmin, esimerkiksi etänä mobiilisovelluksen kautta. Järjestelmän avulla säästetään energiaa sekä parannetaan kodin tunnelmaa. (Sonepar Suomi 2022.) Tunnettuja järjestelmiä ovat muun muassa ABB free@home, Schneider Electric Wiser ja SG Armaturen SG Smart. Tämän opinnäytetyön kohteeseen suunniteltiin SG Smart -järjestelmä, jonka avulla valaisimia voidaan kytkeä päälle ja pois sekä säätää valaistuksen voimakkuutta kätevästi myös puhelinsovelluksen avulla. Järjestelmä tuo joustavuutta ja mukavuutta valaistuksen hallintaan ja mahdollistaa myös energiansäästön.

## 7.3 Keskuksset

Mittauskeskus eli pääkeskus on sähköjärjestelmän tärkein osa, sen avulla saadaan kiinteistön sähköliittymä yhdistettyä sähköverkkoon (Sähkösuunnittelua 2019). Jos keskus sijoitetaan sisätilaan, joudutaan oven viereen lisäämään putkilukko, jonka avulla sähkölaitos pääsee keskukselle tarvittaessa (ST 13.31, 2.) Keskuksen suunnittelussa on otettava huomioon toimivuus ja turvallisuus. Mitta-

rikeskus sijoitetaan yleensä ulos siten, että keskus on sateelta suojassa ja verkoyhtiöllä on vapaapääsy keskukselle. Yrityksessämme pääkeskusten suunnittelussa varmistamme, että ryhmäkohtainen kapasiteetti on riittävä kattamaan kaikki kohteen tarpeet. Suunnittelussa huomioimme esimerkiksi ulkovalaistuksen ja suurten kuluttajien, kuten sähköautojen latausasemien, edellyttämät varaukset ja liitännäismahdollisuudet. Nykyään on yleistä, että pääkeskukseen varataan tila kuormanhallinnalle, koska sen avulla saadaan hallittua sähköautojen latauspiSTEIDEN tehoa.

Keskuksien suunnittelussa tulee huomioida aina selektiivisyys. Selektiivisyydellä tarkoitetaan sitä, että vikatilanteessa laitteen lähin suojalaite laukeaa. Jos keskuksen pääsulake on pienempi kuin pistorasiaryhmän sulake, vikatilanteessa pääsulake palaa ensin. Tämä johtaa siihen, että koko talon sähköt katkeavat, koska pääsulake katkaisee virran koko rakennuksesta. Selektiivisyyden säilyminen on keskeinen osa järjestelmän toimivuutta (ST 53.13, 2).

Yrityksemme käytäntöihin on yleistynyt että, jakokeskus merkataan yleensä sähkökuvissa joko lyhenteillä RK tai JK. Yleensä keskus sijoitetaan rakennuksen tekniseen tilaan, jos se on mahdollista. Jakokeskus on mittarikeskuksen alakeskus, jonka kautta syötetään sähköpisteille sähköt asuinrakennuksessa. Jakokeskuksen tarkoituksena on saada laskettua kaapelikustannuksia sekä parantaa asuinrakennuksen toimivuutta. Jakokeskuksia on erilaisia, keskuksissa suurin ero on suojalaitteiden määrä sekä mahdollinen IT-osa. Yleensä pientaloissa käytetään eri valmistajien valmiita keskuksia. Keskuksen koko määräytyy talon koosta sekä sähköpisteiden määrästä.

#### 7.4 Maadoituskaavio

Maadoitus- ja potentiaalintasausjärjestelmät ovat keskeisiä sähköasennusten turvallisuuden ja toiminnan kannalta. Maadoituksen päätarkoitus on henkilösuojaus, sillä se rajoittaa vikatilanteissa kosketusjännitteitä ja varmistaa suojalaitteiden toiminnan. Lisäksi maadoitus tukee laitteiden ja järjestelmien häiriötöntä toimintaa toiminnallisista syistä. Niiden avulla rajoitetaan kosketus- ja askeljännitteitä vikatilanteissa, estetään vaarallisten jännitteiden siirtymistä järjestelmien vä-

lillä sekä ehkäistään vuotovirtojen, kipinöiden ja valokaarien syntyä. Lisäksi maadoitukset ja potentiaalintasaukset parantavat laitteistojen häiriösuojausta ja mahdollistavat tehokkaan vika- ja maasulkusuojauksen. (Sähkösuunnittelua 2018.)

Pientaloissa on yleensä kaksi maadoituskiskoa: Päämaadoituskisko eli MEB, joka sijaitsee yleensä pääkeskuksen yhteydessä ja pääpotentiaalintasauskisko EB-1, joka yleensä sijaitsee JK:n alla. Kiskoihin liitetään rakennuksen betoniraudoitus, maadoituselektrodi, johtavat putkistot, IV-kone, IT-osa, antennihaarointi ja kaikkiin metallisiin rakenneseisiin.

## 7.5 Sähköpisteet

Yrityksessämme sähköpisteiden suunnittelu toteutetaan tyypillisesti siten, että pohjakuvaan tehdään pistesijoittelu, jossa esitetään sähköpisteiden lukumäärä ja sijoituspaikat. Kuvassa ilmoitetaan myös pisteiden korkeudet, jotka voivat poiketa standardien mukaisista korkeuksista. Suunnittelussa tulee huomioida asiakkaan kanssa keskustellut toiveet, sekä käytännöllisyys. Kohteen sähköpistekuva löytyy liitteistä. Sähköpisteitä suunnitellessa tulee huomioida riittävä määrä pistorasioita, sijoittelu muun muassa sohvien, työpöytien, sänkyjen sekä keittiötason alueille. Yleisesti huoneistoissa pistorasioiden asennuskorkeus on 0.2 metriä lattiasta (ST 51.22, 2). Valaistuskytkimet sijoitetaan metrin korkeuteen lattiasta ja sijoittelu tulee suunnitella siten, että saadaan maksimoitua käyttömukavuus. Yleensä käytävän molemmista päistä löytyy kytkin, jotta valot saadaan sammutettua ja sytytettyä molemmista suunnista. Olohuoneen ja keittiön valaistusoikeudet voivat olla välillä haastavia, koska joudutaan suunnittelemaan monta eri valaistusryhmää ohjattaviksi eri paikoista. Kuviossa 2 on esitettyä sähköpisteiden yleisiä korkeusohjeita.

Asennuskorkeudet yleensä	Lattiasta mm
<b>Ohjauspisteet</b> Kytkimet yms. Termostaatit, mekinantokojeet yms. Palohälytyspainike Ilmanvaihdon häätäpysäytyspainike	1000 1400 1700 1700 tai palohälytyspainikkeen yläpuolella 1900
<b>Pistorasiat, telepisteet</b> Asuinhuoneet Pesu- ja kylpyhuone (tapa 1) Pesu- ja kylpyhuone (tapa 2) Pesu- ja kylpyhuone, kodinkoneasennusten niin vaatiessa, esim. "pesutorni" Siivous Porrashuone, kellarikäytävä Parveke, (tapa 1) Parveke (tapa 2) Keittiön työpöytätaaso Astianpesukone (vierteisessä kaapissa) Kylmäkaappiyhdistelmä Liesituuletin Lieden pistorasia, liitännärasia tai keittiön pistorasiaryhmän jakorasia liedien takana Mikroaaltouuni  Seinä-tv Soittokello	200 800 tai 1000 1700 1900 1000 tai 1800 1800 300 1700 1000 tai 1200 300 2200 1800 300  Kalustopiirustuksen mukaan, usein työtason yläpuolella olevassa kaapissa, h = 1600 1900–2100 tai kalustopiirustuksen mukaan 2200
<b>Seinävalopisteet</b> Kylpyhuoneen ja WC:n peilivalaisin, kiinteä liitäntä (Peilin päällä) (Peilin sivulla) Peilikaapin liitäntä Kaapistot matalalla (työtaso 850 mm) Keittiön työtasoalaisin Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin Kaapistot korkealla (työtaso 900 mm) Keittiön työtasoalaisin Keittiön yläkaapin alareunaan sijoitettava valaisin  <b>Jakorasiat</b>	1900 1700 Kalustopiirustuksen mukaan 1300 1300 1380 1400  2200 tai katossa

Kuvio 2. Sähkölaitteiden sijoittelukorkeudet (ST 51.22.2013, 2)

## 7.6 Johdotus- ja kaapelointipiirustus

Yrityksessämme noudatamme seuraavaa toimintamallia johdotuspiirustusten laadinnassa. Piirustuksen tarkoituksena on esittää yksityiskohtaisesti kaikki kiinteistön sähköasennukseen liittyvät kaapeloinnit, kytkennät sekä johdotusreitit. Johdotuspiirustus on apuna sähköasennuksia tehdessä. Piirustuksessa ilmoitetaan kaapelin tyyppi, johtimien määrä ja kaapelin poikkipinta-ala, mikä nopeuttaa sähköurakoitsijaa. Kaapeleiden ja johtimien tulee täyttää standardin mukaiset vaatimukset. Kaapeleiden poikkipintojen tulee olla sulakkeen kanssa yhteensopivia. Johdotusreitit täytyy suunnitella määräysten mukaisiksi ja tulee huomioida erityyppiset kaapelit sisä- ja ulkoasennuksissa. Johdotus voidaan tehdä pinta-, uppo- tai putkiasennuksena. Putkiasennus helpottaa kaapelin vaihtamista tule-

vaisuudessa, jos johtimet rikkoutuvat tai kytkinryhmään täytyy lisätä ohjausjohdin. Johdotusreitit pyritään suunnittelemaan mahdollisimman lyhyiksi, jonka ansiosta kaapelin jännitealenema sekä kustannukset saadaan pienennettyä.

Yrityksemme vakiintuneisiin käytäntöjen mukaisesti johdotuskuvaa laatiessa tulee huomioida, että valaistus on yleensä 10 A sulakkeen takana ja kaapelointi toteutetaan MMJ 3x1,5 S tai MMJ 5x1,5 S. Sen sijaan pistorasiat tarvitsevat suuremman sulakkeen, koska pistorasioihin kytkettävät laitteet ovat teholtaan suurempia ja ovat yleisesti 16 A sulakkeen takana, jolloin kaapelointi toteutetaan MMJ 3x2,5 S tai MMJ 5x2,5 S.

### 7.7 Palovaroitinjärjestelmän suunnittelu

Kaikissa uusissa rakennuksissa, jotka liitetään sähköverkkoon, on oltava palovaroittimet. CE-merkinnällä varustetut palovaroittimet täyttävät tarvittavat turvallisuusvaatimukset, ja palovaroittimien tarkemmat tekniset vaatimukset löytyvät SFS-EN 14604 -standardista.

Palovaroittimen hankinnasta ja kunnossapidosta vastaa asukas. Suositusten mukaan palovaroittimen toiminta tulisi tarkistaa kuukausittain, ja paristo tulisi vaihtaa vuosittain, ellei kyseessä ole palovaroitin, jonka virtalähde kestää koko laitteen käyttöä. Lisäksi on tärkeää puhdistaa palovaroitin säännöllisesti pölystä, sillä pöly voi heikentää sen toimintakykyä ja aiheuttaa vääriä hälytyksiä. (Tukes 2024e.)

Palovaroittimen sijoittamisessa on huomioitava useita tekijöitä paloturvallisuuden maksimoimiseksi. Rakennuksen jokaista alkavaa 60 m<sup>2</sup> kohden tulisi olla vähintään yksi palovaroitin. Paras paikka palovaroittimelle on katossa huoneen keski-osassa tai muussa kohdassa, johon savu pääsee esteettömästi leviämään. Palovaroittimen asentamista ei suositella keittiöön, kosteisiin tiloihin tai muihin tiloihin, joissa voi syntyä virrehälytyksiä. Lisäksi se tulisi asentaa vähintään puolen metrin päähän seinistä ja kattopalkeista.

Suunnittelussa tulee myös huomioida palovaroittimien etäisyys tuloilmaventtiileistä, ilmalämpöpumpuista sekä kaikista minkä ilmavirta puhalttaa savun pois varoittimesta. Poistoilmaventtiileiden yhteydessä ei tarvitse huomioida etäisyyksiä

palovaroittimien sijoituksessa, koska venttiili vetää ilmaa luokseen, jolloin savu tulee palovaroitinta päin. (SPEK 2024.)

## 7.8 LVI-laitteiden sähköistyksen huomioiminen suunnittelussa

Sähkösuunnittelussa on yleisen sähköistyksen lisäksi huomioitava myös LVI-laitteet, jotka vaativat sähkösyötön ja ohjausjärjestelmän liitännät (Sähkökuvio 2024). LVI-suunnitelmat toimitetaan sähkösuunnittelijalle hyvissä ajoin, jotta sähkösuunnitelmat voidaan päivittää yhteistyössä muiden erikoissuunnittelijoiden kanssa. Tämä mahdollistaa järjestelmien yhteensovittamisen sekä varmistaa, että kaikki tekniset vaatimukset otetaan huomioon. LVI-kuvien perusteella sähkösuunnittelijan tulee tunnistaa kaikki LVI-laitteet, jotka vaativat sähkösyötön. Näihin kuuluvat esimerkiksi jakotukit, termostaatit, ilmanvaihtokoneet, sekä lämmityslaitteet, kuten vesi-ilmalämpöpumppu tai maalämpöpumppu. Näiden laitteiden kohdalla on tärkeää tarkastella, mitä sähkösyötön vaatimuksia ja ohjauskaapelointeja laitteet edellyttävät. Laitteiden tarkastelussa tulee huomioida nimelliskäyttöjännitteet, suojalaitteet, mahdolliset turvakytkimet sekä ohjauskaapelointi. Nykyisissä laitteissa etävalvonta ja etäohjaus ovat yhä yleisempiä ominaisuuksia. Laittevalmistajien asennusohjeissa kerrotaan yleensä WiFi-yhteyksistä tai kiinteään internetkaapelin liittämismahdollisuuksista, mikä on tärkeää huomioida suunnittelussa.

## 8 TIETOTEKNISET JÄRJESTELMÄT

### 8.1 Antennijärjestelmä

Antennijärjestelmä on tärkeä osa asuinrakennuksen viestintäratkaisuja, joiden avulla televisio- ja radio-ohjelmat siirretään yleisestä verkosta käyttäjien päätelaitteisiin. Järjestelmän toteuttamisessa on noudatettava Traficomien määräystä 65. Antenniverkon tähtiverkkorakenne mahdollistaa digitaalisten televisiopalveluiden ja analogisten radiolähetysten jakelun antennirasioihin taajuusalueella 5–1218 MHz. (ST 621.12, 2020, s 3.) Kaikkiin asuinhuoneisiin, mukaan lukien keittiöön, on asennettava vähintään yksi antennirasia. (Traficom 2022.) Käytännössä kannattaa kuitenkin asentaa useampia rasioita huoneisiin, joissa oleskellaan eniten, jotta televisiot ja muut viestintälaitteet voidaan sijoittaa vapaammin. (ST 25.22, 4)

Antennijärjestelmä koostuu antenniverkosta, mahdollisista vahvistimista ja antenneista muodostunutta kokonaisuutta, jota käytetään viestinnän välittämiseen joukko- viestintäverkon ja huoneistossa sijaitsevien päätelaitteiden välillä. Antennimasto maadoitetaan suoraan päämaadoituskiskoon. (Traficom 2022.) Antenniverkon ja -järjestelmään tulevat maadoitukset sekä potentiaalintasauksen suunnittelussa tulee huomioida ja tehdä SFS-EN 60728-11 mukaisesti. (ST 621.12, 2020, 2.)

Kotijakamossa tulee olla tarkoituksenmukaisesti järjestetty tila asiakkaan päätelaitteille sekä riittävä säilytystila asukkaan sisäverkkoihin liittyville asiakirjoille. Lisäksi kotijakamossa on oltava vähintään kaksi kiinteästi asennettua sähköpistorasiaa, joiden ylivirtasuojan mitoitus on vähintään 10 A. Tämä takaa riittävän virransyötön antennijärjestelmälle ja muille viestintälaitteille. (Traficom 2022.)

### 8.2 Yleiskaapelointijärjestelmä

Yleiskaapelointijärjestelmä tarkoittaa rakennuksen tietoliikennekaapelointia. Se mahdollistaa erilaisten viestintäpalvelujen, kuten laajakaistan ja sisäverkon käytön. Yleiskaapeloinnin suunnittelussa noudatetaan kansainvälisiä ja kansallisia

standardeja, kuten EN 50173 ja EN 50174, jotka määrittelevät kaapeloinnin rakenteen, suorituskyvyn, komponenttien ja materiaalien vaatimukset. Suomessa yleiskaapeloinnin suunnittelua ohjaa myös Liikenne- ja viestintäviraston määräys M65, joka velvoittaa suunnittelijat huomioimaan kaapeloinnin turvallisuuden ja suojausvaatimukset. Asuinkiinteistöjen kategoriassa 6 komponenteilla toteutetun parikaapeloinnin pysyvien siirtoteiden suorituskyvyn tulee vastata vähintään standardin SFS-EN 50173-1 määrittämää luokkaa E. Uudisrakentamisessa kotikaapelointi on suunniteltava siten, että kotijakamosta asennetaan jokaiseen asuinhuoneeseen vähintään kaksi kategorian 6 parikaapelia, jotka päätetään joko kaksiosaiseen tai kahteen yksiosaiseen tietoliikennesasiaan. Standardien mukainen yleiskaapelointi koostuu kotijakamosta, pistekaapeloinnista, tietoliikennesasioista ja RJ-45-liittimistä. Esimerkiksi pientaloissa voidaan käyttää kategorian 6A U/UTP-tietoverkkokaapelia, joka yhdistää kotijakamon eri huoneiden tietoliikennesasioihin. (Traficom 2022.)

### 8.3 Kameravalvontajärjestelmän suunnittelu

Kameravalvontajärjestelmän avulla saadaan kuvattua sekä valvottua haluttua ympäristöä. Järjestelmä on yleistynyt rikosten ehkäisemiksi sekä turvallisuuden parantamiseksi (ST-käsikirja 13, 8). Valvontajärjestelmän tallentimen avulla saadaan tallennettua tietoa esimerkiksi ilkeistä tai luvattomasta liikkumisesta. Tallentaminen kohteissa voidaan toteuttaa eri tavoilla esimerkiksi kovalevyllä tai verkkotallentimen avulla. (ST-Käsikirja 13, 22.) Uudisrakennuksen suunnittelussa kannattaa huomioida kameravalvontapisteiden mahdolliset paikat ja keskustella tilaajan kanssa mahdollisista varauksista sekä tarpeista. Suunnittelussa tulee myös huomioida minkälainen kamera sopii kohteeseen. Valinnassa tulee huomioida esimerkiksi asennuspaikan valaistus, sääolosuhteet sekä muut toimintaympäristön erityisvaatimukset. Tämän avulla saadaan suunniteltua kaapelireitit sekä tilavaraukset kameroille. (ST-Käsikirja 13, 33.)

Langattomia valvontakameroita käytetään yleensä saneerauskohteissa, kun uutta kaapelointia ei voida suorittaa helposti. Langaton versio on tällöin parempi vaihtoehto. Langattoman järjestelmän siirto tapahtuu kuvilla tai videoilla langattomasti tallentimeen tai järjestelmän omaan pilvipalveluun.

Kamerat toimivat yleensä WLAN verkon avulla, jolloin kameroihin saadaan langaton yhteys. Kameroiden sähkösyöttö toteutetaan esimerkiksi akuilla, paristoilla tai pienellä aurinkopaneelilla. Tästä syystä valvonnan heikkoutena on ajoittainen katkeaminen sekä säännöllisempi huollon tarpeellisuus. Järjestelmässä on myös tietoturvariski, koska se toteutetaan WLAN yhteyden avulla. Langattoman verkon suunnitteluun on ST kortisto 669.14. Langattoman lähiverkkojärjestelmän suunnittelu, asennus ja käyttö. (ST-Käsikirja 13, 21.)

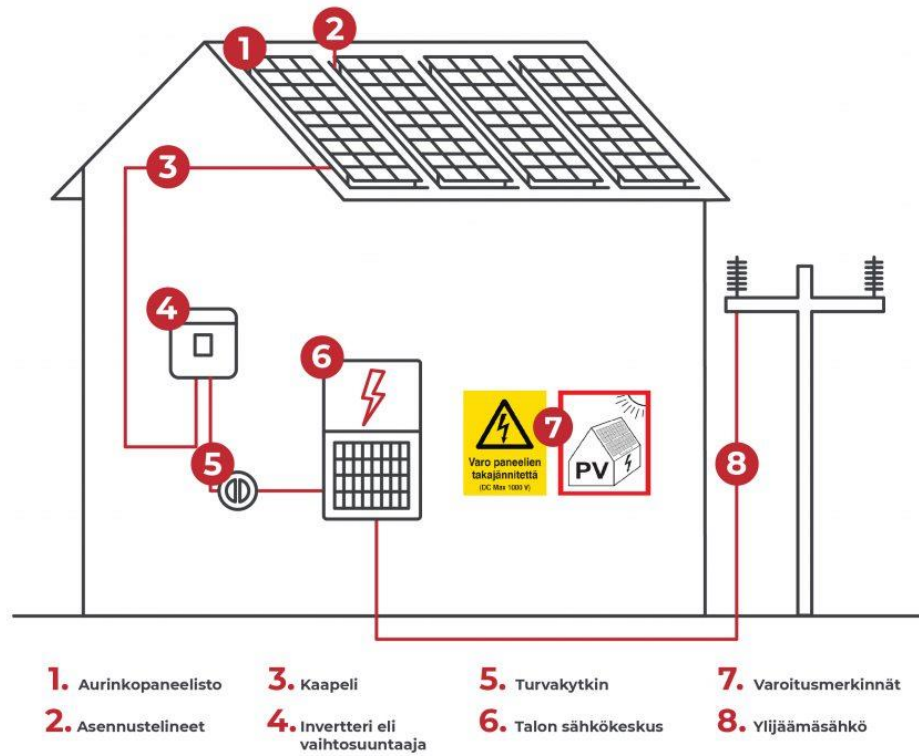
Langallinen valvontakamera tarjoaa luotettavan järjestelmän ilman huolta virran katkeamista. Uudisrakennuksissa kaapelointi valvontakameroille toteutetaan sisätiloissa sekä ulkoseinillä yleensä 6A U/UTP tietoverkkokaapelilla. Kaapeloinnin avulla saadaan kytkettyä verkkoon eri kameravalvontajärjestelmän laitteita, kuten kameroita ja tallentimia. Kaapeloinnilla saadaan kytkettyä kameran kuvan- ja tiedonsiirto sekä mahdollinen kamerantehon syöttö (PoE), jos verkossa riittää kapasiteetti. Tietoturva on tärkeä ottaa huomioon järjestelmän suunnittelussa. Tietoturvaa voidaan lisätä segmentoimalla lähiverkkoa. Segmentoinnilla tarkoitetaan verkon jakamista pienempiin osiin, jolloin voidaan rajata kenellä on oikeudet kirjautu ja muokata eri segmenttejä lähiverkossa. (ST 664.10,2024, s 3–26)

## 9 AURINKOPANEELIJÄRJESTELMÄ PIENTALOSSA

Aurinkosähköjärjestelmien kysyntä on jatkanut kasvuun viime vuosina, koska ympäristöystävälliset energiantuotanto sekä taloudelliset hyödyt ovat alkaneet kasvamaan kuluttajien keskuudessa. Suuret pörssisähkön vaihtelut viime vuosina on ollut myös yksi syynä järjestelmän kysynnän kasvuun. (Tampereen sähköverkko 2024.)

Hyvin suunniteltu ja vaatimusten mukaisesti asennettu aurinkosähköjärjestelmä, joka on valmistettu laadukkaista komponenteista, tarjoaa turvallisen ja ympäristöystävällisen energianlähteen. Mahdollisessa vaurioilanteessa on tärkeää, että korjaus- tai vaihtotyöt suorittaa ammattitaitoinen sähköurakoitsija, sillä esimerkiksi rikkoutuneet kaapelit voivat aiheuttaa sähköiskun tai tulipalon riskin. (Tukes 2024g.) Järjestelmän suunnittelussa ja asennuksessa tulee ottaa huomioon sähköasennusstandardi SFS 607-käsikirjan standardit aurinkosähköjärjestelmiin. Kirjan tarkoituksena on ollut kerätä järjestelmän suunnitteluun, asentamiseen, tarkastamiseen sekä käytönvalvontaan liittyvät keskeisimmät asiat. Käsikirja sisältää IEC 62548:2016, suunnitteluvaatimukset sekä SFS-EN 62446-1:2016 + A1:2018, Aurinkosähköjärjestelmät.

Kansainvälisissä tutkimuksissa, jotka on koottu Motivan Aurinkosähkön paloturvallisuus -hankkeessa, on todettu, että aurinkovoimaloiden syttymisriski liittyy usein johtimien ja sulakkeiden väärään mitoitukseen, puutteelliseen asennuslaatuun sekä huonoihin sähköliitoksiin. Paloturvallisuutta voidaan parantaa vähentämällä sähköliitosten määrää ja panostamalla niiden laatuun, sillä huonot liitokset lisäävät valokaaririskin todennäköisyyttä. Suurin osa paloista johtuu heikoista liitoksista, virheellisistä asennustavoista tai siitä, että ulkoisia tekijöitä ei ole huomioitu tarpeeksi. SFS 6000-7-712-standardi mukaan, aurinkosähköjärjestelmissä tulee käyttää saman valmistajan yhteensopivia liittimiä ja asentaa kaapelit omille johtoreiteilleen katon pinnan sijasta. (ST-käsikirja 40, 20–21.)



Kuvio 3. Rakennuksen aurinkojärjestelmän kaavio (aurinkosähkökotiin 2024)

## 10 SÄHKÖAJONEUVON LATAUSPISTE PIENTALOSSA

Sähköajoneuvojen latauspisteiden yleistyminen johtuu erityisesti sähköajoneuvojen kasvaneesta määrästä Suomessa, mikä puolestaan johtuu muun muassa ilmastotavoitteista sekä valtion tukitoimista. Sähköajoneuvojen suosio on kasvanut myös niiden teknologian kehittymisen, latausverkostojen laajentumisen ja käyttökustannusten alentumisen ansiosta. (Teknologiateollisuus 2024.) Sähköajoneuvot voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan:

**Täyssähköautot (BEV, Battery Electric Vehicle):** Toimivat kokonaan sähköllä eivätkä tarvitse lainkaan polttomoottoria. Latauspisteiden tarve on suurin täyssähköautoille.

**Hybridiautot (HEV, Hybrid Electric Vehicle):** Käyttävät sekä polttomoottoria että sähkömoottoria, mutta eivät yleensä lataudu ulkoisesta lähteestä.

**Plug-in hybridit (PHEV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle):** Näissä autoissa on sekä polttomoottori että sähkömoottori, mutta niitä voidaan ladata ulkoisesta lähteestä, jolloin ne voivat kulkea lyhyempiä matkoja pelkällä sähköllä. (Motiva 2024.)

Yleisesti sähkölatauspisteiden suunnittelussa käytetään hyödyksi ST-kortistoja esimerkiksi sähköajoneuvoissa ja niiden latauksessa ovat ST-käsikirja 41, ST 51.95, ST 51.94, ST 51.93, ST 51.90. (ST-Käsikirja 41, 11.) Työn alussa käydään läpi esiselvitys, jotta saadaan tieto minkälainen latausasema soveltuisi parhaiten kohteeseen. (ST-Käsikirja 41, 81.)

Pientaloihin suositellaan useasti 11 kW latausasemaa, koska sen avulla saadaan tehokaslataus sekä sulakekokoon kanssa ei yleensä tule ongelmia. 11 kW latausasemaan pystytään kaapeloida MMJ 5x2,5S ja 3x16A sulakkeet. Usein omakotitaloissa pääsulakkeen koko on 25 A. Jos omakotitaloon halutaan 22 kW:n latausteho, pääsulakkeiden kokoa on kasvatettava 35 ampeeriin. (Nordic plug 2024.)

Kuormanhallinta on keskeinen ominaisuus latausasemissa, ja sen avulla lataustehoa voidaan säätää dynaamisesti talon muun kulutuksen mukaan. Kuormanhallintajärjestelmä varmistaa, että lataus tapahtuu tasaisesti ja turvallisesti ilman sulakkeiden ylikuormittumisriskiä.

Kuormanhallinnan avulla voidaan säätää automaattisesti sähköajoneuvonlatausta, kiinteistön muun sähkönkulutuksen mukaan. Tällä tavoin kuluttaja pystyy käyttämään ilman huolia esimerkiksi kodinkoneita, ilman että kuormitus vaikuttaa pääsulakkeisiin. Yksi kuormanhallinnan eduista on, että sähköajoneuvon latauspiste voidaan lisätä omakotitaloon ilman tarvetta suurentaa pääsulakkeiden kokoa. Kuormanhallinta rajoittaa lataustehoa automaattisesti talon muun sähkönkulutuksen mukaan, jolloin pääsulakkeet eivät ylikuormitu, vaikka kuormitus kasvaa (Paraslataus 2023). Kuormanhallintaa varten useat toimijat suosittelevat käyttää JAMAK kaapelia, joka mahdollistaa tehokkaan tiedonsiirron pääkeskukseen ja latausaseman välillä (Garo 2024).

Turvallisuuden kannalta vikavirtasuojaus on olennainen osa latausjärjestelmää. Asennusstandardin SFS 6000:2022 mukaan, lukuun ottamatta sähköisellä erotuksella suojattuja piirejä, jokainen sähköajoneuvon liitäntäpiste on suojattava erillisellä, enintään 30 mA mitoitustoimintavirran omaavalla vikavirtasuojalla. (Sesko 2024.) Mikäli latausasema on standardin SFS-EN 61581-1 mukainen ja varustettu SFS-EN 62196 -standardisarjan mukaisella pistorasialla tai pistokeella, on tasasähkövikavirtojen havaitsemiseksi toteutettava asianmukaiset suojaustoimenpiteet, mikäli suojausta ei ole integroitu itse latausasemaan. Tasasähkövikavirran suojaus voidaan toteuttaa asentamalla joko tyypin B vikavirtasuojaa, tyypin A vikavirtasuojaa yhdessä standardin IEC 62955 mukaisen tasasähkövikavirran tunnistimen (RDC-DD) kanssa tai tyypin F vikavirtasuojaa yhdessä samanlaisen RDC-DD-tunnistimen kanssa. (SFS 6000-7-722:2022, 10–12.) Näin varmistetaan, että mahdollisten vikatilanteen sattuessa suojalaitteisto katkaisee virran nopeasti, mikä ehkäisee vaaratilanteet ja suojaa sekä ihmisiä että laitteistoa (Tukes 2024f).

## 11 PIENTALON LOPPUDOKUMENTOINTI

### 11.1 Loppudokumentointi

Pientalon loppudokumentointi on olennainen osa rakennusprojektin viimeistelyä, ja sen tarkoituksena on saada päivitettyt sähköpiirustukset koko kiinteistöstä loppukäyttäjälle. Sähköasennustöiden valmistuttua sähköurakoitsija toimittaa asiakkaalle punakynäkuvat eli tarkekuvat, joihin on merkitty asennusten aikana tehdyt muutokset, kuten kytkimien siirrot tai johtoreittien päivitetty sijainti. Nämä piirustukset ovat keskeisiä kiinteistön sähköjärjestelmän käytön, huoltotöiden ja turvallisuuden kannalta, joten niiden tulee vastata toteutuneita sähköasennuksia.

Tarkekuvia suositellaan päivitettäväksi työmaalla koko ajan, jotta ne pysyvät koko ajan päivitettyinä. Tulevaisuuden muutoksia varten, pystytään loppukuvia hyödyntämään sähköisessä muodossa PDF- ja DWG-kuvia. Valmiiksi puhtaaksi piirrettyjä ja päivitettyjä piirustuksia kutsutaan loppukuviksi. (Tokisähkö 2024.) Loppukuvien yhteyteen lisätään käyttöönottotarkastuspöytäkirjat sekä kaikki kohteessa vaaditut mittauspöytäkirjat. Tämä varmistaa, että koko dokumentaatio on koottuna yhteen pakettiin, joka on käytettävissä tarvittaessa (Aikatalo 2024.) SFS 6000-1 kohta 132.13. Standardissa mainitaan, että jokaisesta sähköasennuksesta on oltava tarpeelliset dokumentit.

### 11.2 Käyttö- ja huolto-ohje

Pientalon sähköjärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet auttavat asukasta ymmärtämään järjestelmän turvallisen käytön sekä tarvittavat huoltotoimenpiteet. Käyttö- ja huolto-ohjeiden sisällyttäminen loppukäyttäjälle on mainittuna seuraavasti sähköturvallisuuslaissa ”*Sähkölaitteen merkintöjen, turvallisuustietojen ja ohjeiden sekä sähkölaitteen mukana olevien asiakirjojen tulee olla suomen ja ruotsin kielellä. Niiden on oltava selkeitä, ymmärrettäviä ja helppotajuisia.*” (Sähköturvallisuuslaki 1135/2016 § 16). Sähköjärjestelmän säännöllisiin huoltotoimiin kuuluvat esimerkiksi vikavirtasuojien tarkistaminen, laitteiden silmämääräinen kunnon arviointi sekä vikojen valvonta (STUL 2017). Sähkölaitteen mukana toimitetaan käyttö- ja huolto-ohje, joita tulee noudattaa laitteen turvallisen ja tehokkaan käytön takaamiseksi. Ohjeiden mukainen huolto lisää laitteen käyttöikää, vähentää

palovaaraa ja estää ominaisuuksien heikkenemistä. Vian tai toimintahäiriön ilmeessä laitteen käyttö tulee lopettaa välittömästi. Sähkölaitteiden korjaus on sallittua vain Tukesin hyväksymille sähköalan ammattilaisille. (Tukes 2024f)

## 12 MALLISUUNNITELMAT

Suunnitelmien toteutuksessa lähdettiin aluksi liikkeelle tilaajan kanssa aloituspalaverista. Palaverissa käytiin läpi, millä varustelutasolla sähkösuunnitelmat tehdään. Keskustelimme asiakkaan kanssa eri järjestelmistä, joita hän mahdollisesti haluaisi kohteeseen, sekä rakennuksen lämmitysmuodosta. Kaivuutyöt olivat jo alkaneet kohteessa, joten pyrimme saamaan asemakuvan mahdollisimman nopeasti valmiiksi, jotta voisimme reagoida ulkona tehtäviin kaapelointeihin ja alitusputkiin. (Liite 10)

Kaivuutyöt olivat täydessä käynnissä, tein myös maadoituskaavion, jonka avulla ulkoalueen maadoitukset voitiin toteuttaa. (Liite 5)

Työmaalla jakeluverkkoyhtiön kaapeli oli valmiina tontin rajalla. Asiakas pyysi, että tarkastaisin mahdollisimman nopeasti pääkeskuksen kohteeseen, jotta sähköasentaja voisi tilata keskuksen. Jakeluverkkoyhtiö oli tuonut tontille valmiiksi AXMK 4x25 -kaapelin, jonka avulla pääsin tilaamaan pääkeskuksen, tietäen kaapelikoon ja keskuksen nimellisvirran. (Liite 11)

Tämän jälkeen aloin laatia asuinrakennuksen sähköpistekuvia. Aloituspalaverin pohjalta suunnitelmien tekeminen oli helppoa, koska olimme käyneet asiakkaan tarpeet tarkasti läpi. Sähköpistekuvia laatiessani käyn yleensä yhden järjestelmän kerrallaan läpi. Ensin sijoitin rakennukseen kaikki pistorasiat, minkä jälkeen lisäsin yleiskaapelointirasiat ja antennirasiat. Yleiskaapelointijärjestelmä on esitetty liitteessä 6, ja antennijärjestelmäkaavio liitteessä 7.

Keittiösuunnitelmat olivat valmiina jo alusta alkaen, joten keittiön sähköpistekuvien tekeminen oli suoraviivaista, koska keittiölaitteiden sijoittelu oli selvillä. Seuraavaksi aloin suunnitella valaistusta. Tilaajan kanssa sovittiin, että valaistusta ohjattaisiin myös puhelinsovelluksella, ja ehdotin SG-Smart-sovellusta, jonka avulla tämä olisi mahdollista. Valaistussuunnittelussa huomioin valaistustehojen lisäksi värilämpötilan. Aloituspalaverissa tilaaja toivoi valaisimia, joiden värilämpötila on 3000 K, eli hieman lämpimämpää valoa. Näiden pohjalta toteutin valaistussuunnitelmat.

Joissain huoneissa hyödynsin SG:n verkkosivuilla olevaa pikalaskuria, jolla voi tilan mittojen perusteella laskea valaistustehon tarvittaville valaisimille. Valaisinluettelo on esitetty liitteessä 2. Kun olin määrittänyt valaistuksen huoneisiin, suunnittelin valaistuksen ohjauksen. Ohjauksen suunnittelussa huomioitiin myös oheislaitteet, joiden avulla valaistus saadaan toimimaan puhelinsovelluksella.

Valaistuksen jälkeen aloin suunnitella palovaroitinjärjestelmää, joka on esitetty liitteessä 8. Alustavien kuvien valmistuttua lähetin ne tilaajalle kommentoitavaksi. Tilaaja toivoi, että saarekkeen päälle asennettaisiin sisustusvalaisin, joka tarjoaisi tasaisen valaistuksen saarekkeen kohdalle. Päivitin kuvat tilaajan toiveiden mukaisesti, ja sain sähköpistekuvat valmiiksi lukuun ottamatta LVI-sähköistystä. Sähköpistepiirustus on esitetty liitteessä 3.

Tilaaja toimitti minulle LVI-suunnitelmat muutaman päivän kuluttua, minkä jälkeen pääsin jatkamaan sähkösuunnitelmia LVI:n osalta. Kävin LVI-suunnitelmat ja niiden asennusohjeet tarkasti läpi. Näiden pohjalta syvennyin kaapeloinnin ja turvalaitteiden vaatimuksiin. Päivitin LVI-suunnitelmat sähköpistekuviin ja keskustelin LVI-suunnittelijan kanssa termostaattien vaihtamisesta SG:n termostaatteihin, jotta lämmityksen ohjaus olisi myös puhelinsovelluksen avulla mahdollista, kuten aloituspalaverissa sovittiin. LVI-laitteiden sähköistys on esitetty liitteessä 9.

Kun sähköpistekuvat olivat valmiit, aloitin pääkaavioiden ja JK1-keskuskuvien laatimisen. (Liite 12) Keskuskuvien laatiminen oli helppoa, koska kaikki sähköpisteet oli vahvistettu tilaajan kanssa. Aloitan yleensä suuremmista kokonaisuuksista, kuten 5x2,5S-kaapeloitavista lähdöistä esimerkiksi liesi, kiuas ja LVI-laitteet, jonka jälkeen etenen järjestyksessä pistorasioihin ja valaisimiin. Tarkistan huolella, että kaikille laitteille on varattu sulakkeet ja että ne on huomioitu keskuksen suunnittelussa.

Kun olin saanut laskenta-asiakirjat kohteesta valmiiksi ja asiakas oli hyväksynyt suunnitelmat, tein asiakirja- ja piirustusluettelon, missä on esitettyinä kaikki suunnitelmat, jotka koskevat sähköurakoitsijaa kohteen urakoinnissa liite 1. Laadin asiakkaalle sähkösuunnitelmista PDF-muotoiset tulostustiedostot, joiden avulla hän pystyi pyytämään tarjouksia sähköurakasta. Valittu urakoitsija, joka ryhtyi toteuttamaan omakotitalon sähköasennuksia, otti minuun yhteyttä ja pyysi tarjousta

työkuvien laatimisesta. Tarjouksemme hyväksyttiin, ja laadin kohteesta johdotuspiirustuksen, joka on esitetty liitteessä 4.

## 13 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia sähkösuunnitelmat moderniin omakotitaloon, jossa huomioitiin sekä aurinkosähköjärjestelmä että sähköajoneuvon latausmahdollisuus. Lisäksi tavoitteena oli luoda toimeksiantajalle selkeät ohjeet, jotka tukisivat vastaavien projektien suunnittelua tulevaisuudessa.

Työn tuloksena syntyi kattavat sähkösuunnitelmat, jotka täyttävät omakotitalon vaatimukset ja ottavat huomioon sekä nykyiset sähkötarpeet että tilaajan toiveet. Suunnitelmien ohella työssä käsiteltiin sähkösuunnittelun keskeisiä periaatteita ja avattiin määräysten ja standardien roolia suunnittelutyön tekemisessä.

Opinnäytetyön suurimmaksi haasteeksi osoittautui standardien ja määräysten löytäminen. Sähköalalla on käytössä laaja määrä erilaisia säädöksiä, ja juuri oikean tiedon etsiminen oli aikaa vievää. Erityisesti suunnittelun vaatimuksia käsittelevää tietoa oli standardeissa ja määräyksissä tarjolla rajallisesti, mikä teki ohjeistuksen laatimisesta odotettua haastavampaa.

Kokonaisuudessaan työ sujui mielestäni hyvin. Onnistuin avaamaan omakotitalon sähkösuunnitteluun liittyviä keskeisiä asioita ja tuottamaan hyödylliset mallisuunnitelmat tulevia projekteja varten. Työ tarjoaa mielestäni hyvän pohjan modernin omakotitalon sähkösuunnittelun tueksi.

## LÄHTEET

Aikatalo 2024. Muutos ja korjaustyöt. Viitattu 11.10.2024  
<https://aikatalo.fi/yrityksille/muutos-ja-korjaustyot>

Aurinkosähkökotiin 2024. Laitteet. Viitattu 5.10.2024  
<https://aurinkosahkoakotiin.fi/laitteet/>

Elenia 2024. Pienjänniteliittymien tekninen ohje. Viitattu 11.11.2024  
<https://www.elenia.fi/files/e641824a7e02c4ca20abbd950bb62ce601cf1542/elenia-pienjanniteliittymat-ohje-2024.pdf>

GARO 2024. Miten dynaaminen kuormanhallinta toteutetaan. Viitattu 2.11.2024  
[https://garo.fi/wp-content/uploads/2024/01/Miten\\_dynaaminen\\_kuormanhallinta\\_toteutetaan\\_yhteen\\_GARO\\_GLBDC-latausasemaan\\_2024-01.pdf](https://garo.fi/wp-content/uploads/2024/01/Miten_dynaaminen_kuormanhallinta_toteutetaan_yhteen_GARO_GLBDC-latausasemaan_2024-01.pdf).

Motiva 2024. Valitse auto viisaasti – autotyyppi. Viitattu 25.10.2024  
[https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava\\_liikenne\\_ja\\_liikkuminen/valitse\\_auto\\_viisaasti/autotyyppi](https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/autotyyppi).

Mukaillen SFS-EN 60529+A1:2000. Sähkölaitteiden kotelointiluokat (IP-koodi). 2. painos. Suomen Standardoimisliitto SFS.

Lumme energia 2024. Paljonko valoa on tarpeeksi? Viitattu 12.10.2024  
<https://www.lumme-energia.fi/blogi/paljonko-valoa-on-tarpeeksi>

Nordic Plug 2024. Sähköauton kotilatausasema – 11kW vai 22kW. Viitattu 1.11.2024  
<https://nordicplug.fi/blogs/sahkoautot-ja-lataaminen-blogi/sahkoauton-kotilatausasema-11kw-vai-22kw>.

Paraslataus 2023. Kuormanhallinta. Viitattu 4.10.2024  
<https://paraslataus.fi/kuormanhallinta/>

Rotmon 2024. Kaapelinsuojaus. Viitattu 1.10.2024  
<https://www.rotomon.fi/osasto/kaapelinsuojaus/>.

Rovakaira Oy 2022. Sähköurakoitsijan ohjeet. Viitattu 8.10.2024  
<https://rovakaira.fi/wp-content/uploads/2022/06/Sa%CC%88hko%CC%88urakoitsijan-ohjeet-2022.pdf>.

RT 16-10660 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot. Rakennustieto Oy.

Sesko 2024. Sähköajoneuvojen latauspisteiden vikavirtasuojaus. Viitattu 4.11.2024  
<https://sesko.fi/standardointi/sahkoautot-ja-latausjarjestelmat/sahkoauton-latausaseman-vikavirtasuojaus/>.

SFS 6000 2022. Pienjännitesähkösäennukset. Osa 7–722: Erikoistilojen ja -asennusten vaatimukset, Sähköajoneuvojen syöttö. (Suomen standardoimisliitto SFS ry)

Sonepar Suomi 2022. Älykäs valaistuksen ohjaus. 10.11.2022. Viitattu 10.10.2024 <https://shop.sonepar.fi/fi-fi/static/uutishuone-ajankohtaisia-uutisia/uutishuone-blogit/alykas-valaistuksenohjaus>.

SPEK 2024. Kotien paloturvallisuus.( Suomen Pelastusalan Keskusjärjestö) Viitattu 8.10.2024 <https://www.spek.fi/turvallisuus/paloturvallisuus/palovaroitin/>.

ST 13.31 2020. Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. Sähkötieto Oy.

ST 25.22 2019. Sähköinen varustetaso vapaa-ajan asunnossa. Sähkötieto Oy.

ST 51.22 2013. Kytkimien, pistorasioiden yms. sijoitus. Sähkötieto Oy.

ST 53.13 2017. Kiinteistön sähköverkon suojauksen selektiivisyys. Sähkötieto Oy.

ST 58.04 2022. Ohjeita valaistuksen suunnitteluun ja toteutukseen. Sähkötieto Oy.

ST 621.12 2022. Selostusmallipohja, Antennijärjestelmä. Sähkötieto Oy.

ST 664.10 2024. Kameravalvontajärjestelmän suunnitteluohje. Sähkötieto Oy.

ST 70.24 2022. Yleiset toteutusvaatimukset ja -ohjeet. Sähkötieto Oy.

ST-käsikirja 13 2021. Kameravalvontajärjestelmät. Sähkötieto Oy.

ST-käsikirja 40 2023. Aurinkosähköjärjestelmien suunnittelu ja toteutus. Sähkötieto Oy.

ST-käsikirja 41 2022. Sähköajoneuvot ja latausjärjestelmät. Sähkötieto Oy.

STUL 2017. Sähkölaitteiston haltijan kunnossapito-opas (Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto) Viitattu 10.11.2024 [https://www.stul.fi/wp-content/uploads/2020/02/sahkolaitteiston\\_haltijan\\_kunnossapito\\_opas\\_2017\\_ve rkko.pdf](https://www.stul.fi/wp-content/uploads/2020/02/sahkolaitteiston_haltijan_kunnossapito_opas_2017_ve rkko.pdf)

Suomen kotiautomaatio Oy, kotiautomaation vankka perusta. Viitattu 16.11.2024 <https://suomenkotiautomaatio.fi/ajankohtaista-kotiautomaatiosta/sahkosuunnittelu-kotiautomaation-vankka-perusta/>

Sähkökuvio 2024. Sähkösuunnittelu, asuinrakennus. Viitattu 4.9.2024 <https://sahkokuvio.fi/palvelut/sahkosuunnittelu/asuinrakennukset/>

Sähkösuunnittelua 2018. omakotitalorakentajan maadoitusopas. Viitattu 4.10.2024 <https://www.sahkosuunnittelua.com/blogimme/category/kevi>

Sähkösuunnittelua 2019. Mikä on tonttikeskus? Viitattu 4.10.2024 <https://www.sahkosuunnittelua.com/blogimme/category/saumlhkouml>

Sähköturvallisuuslaki 1135/2016. Viitattu 4.10.2024 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161135>.

Tampereen energia 2024. Väärin asennetuissa aurinkopaneeleissa piilee tulipaloriski 15.3.2024. Viitattu 11.9.2024  
<https://www.tampereensahkoverkko.fi/blogit/vaarin-asennettu-pientuotantolaitteisto-on-riski/>

Teknologiateollisuus 2024. Sähköisen liikenteen tilannekatsaukset 29.10.2024. Viitattu 10.10.2024 <https://teknologiateollisuus.fi/emobility/tietoa-toimialasta/tilannekatsaukset-vuosittain/>

Tokisähkö 2024. Mitä piirustuksia sähkösuunnitteluun sisältyy? Viitattu 15.11.2024 <https://www.tokisahko.fi/mita-piirustuksia-sahkosuunnitteluun-sisaltyy-ja-tarvitsenko-kaikkia/>

Traficom 2022. Kiinteistön sisäverkko M65 (Liikenteen turvallisuusvirasto). Viitattu 5.10.2024  
<https://www.traficom.fi/fi/sisaverkot?toggle=M%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ys%2065%20kiinteist%C3%B6n%20sis%C3%A4verkoista%20ja%20teleurakoinnista>

Tukes 2024e. Palovaroittimet. Viitattu 7.11.2024 <https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/pelastustoimen-laitteet/palovaroittimet#bcdcd59a>

Tukes 2018. Jakeluverkon maakaapeloinnissa vakavia puutteita. Uutinen 10.10.2018. Viitattu 8.10.2024 <https://tukes.fi/-/jakeluverkon-maakaapeloinnissa-vakavia-puutteita#bcdcd59a>.

Tukes 2024a. Sähkölaitteistojen suunnittelu. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto) Viitattu 4.10.2024 <https://tukes.fi/sahko/sahkolaitteistot/suunnittelu>.

Tukes 2024b. Sähkölaitteistot. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto) Viitattu 4.10.2024 <https://tukes.fi/sahko/sahkolaitteistot#bcdcd59a>

Tukes 2024d. Kylpy- ja suihkutilojen sähköasennukset. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto) Viitattu 9.10.2024 <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset/kylpy-ja-suihkutilojen-sahkoasennukset>.

Tukes 2024f. Kodin turvallisuus. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto) Viitattu 4.10.2024 <https://tukes.fi/kodin-sahkoturvallisuus>

Tukes 2024g. Aurinkosähköjärjestelmät. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto) Viitattu 10.10.2024 <https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/aurinkosahkojarjestelmat>.

Urakkamaailma 2023. Sähkösuunnittelu. Viitattu 4.10.2024  
<https://www.urakkamaailma.fi/sahkosuunnittelu>

## LIITTEET

- Liite 1. Asiakirja ja piirustusluettelo
- Liite 2. Valaisinluettelo
- Liite 3. Sähköpistepiirustus
- Liite 4. Sähköjohdotuspiirustus
- Liite 5. Maadoituskaavio
- Liite 6. Yleiskaapelointijärjestelmä
- Liite 7. Antenniverkkojärjestelmä
- Liite 8. Palovaroitinjärjestelmä
- Liite 9. LVI-Laitteiden sähköistys
- Liite 10. Asemakuva, sähköpisteet
- Liite 11. Pääkaavio, Keskus PK
- Liite 12. Pääkaavio, Keskus JK1

## Liite 1. Asiakirja ja piirustusluettelo

ASIAKIRJA- JA PIIRUSTUSLUETTELO  
 UUDISRAKENNUS  
 SÄHKÖTYÖ N:O  
 PÄIVÄYS

Työ n:o	Piir. N:o	Viim. muutos	Piir. Päiv.	Piirustuksen nimi	Mitta- kaava	Koko	Lehtiä	Tiedosto	Jakelu / Kopiot				Huom. N:o
									SU	RU	LVI	AU	
	000			Asiakirja- ja piirustusluettelo		A4		Excel					
	001			Asemapiirustus, sähköpisteet	1:200			CADMATIC					
	101			Asuinrakennus, sähköpisteet	1:50			CADMATIC					
	101.1			Asuinrakennus, johdotuspiirustus	1:50			CADMATIC					
	102			Asuinrakennus, palovaroitinjärjestelmän kaapelointi	1:50			CADMATIC					
	103			Asuinrakennus, LVI-laitteiden sähköistys	1:50			CADMATIC					
	211			Pääkaavio, keskus PK		A4		CADMATIC					
	212			Pääkaavio, keskus JK01		A4		CADMATIC					
	251			Maadoituskaavio		A4		CADMATIC					
	311			Antennijärjestelmäkaavio	1:50			CADMATIC					
	313			Yleiskaapelointijärjestelmäkaavio	1:50			CADMATIC					
	401			Valaisinluettelo		A4		Excel					

## Liite 2. Valaisinluettelo

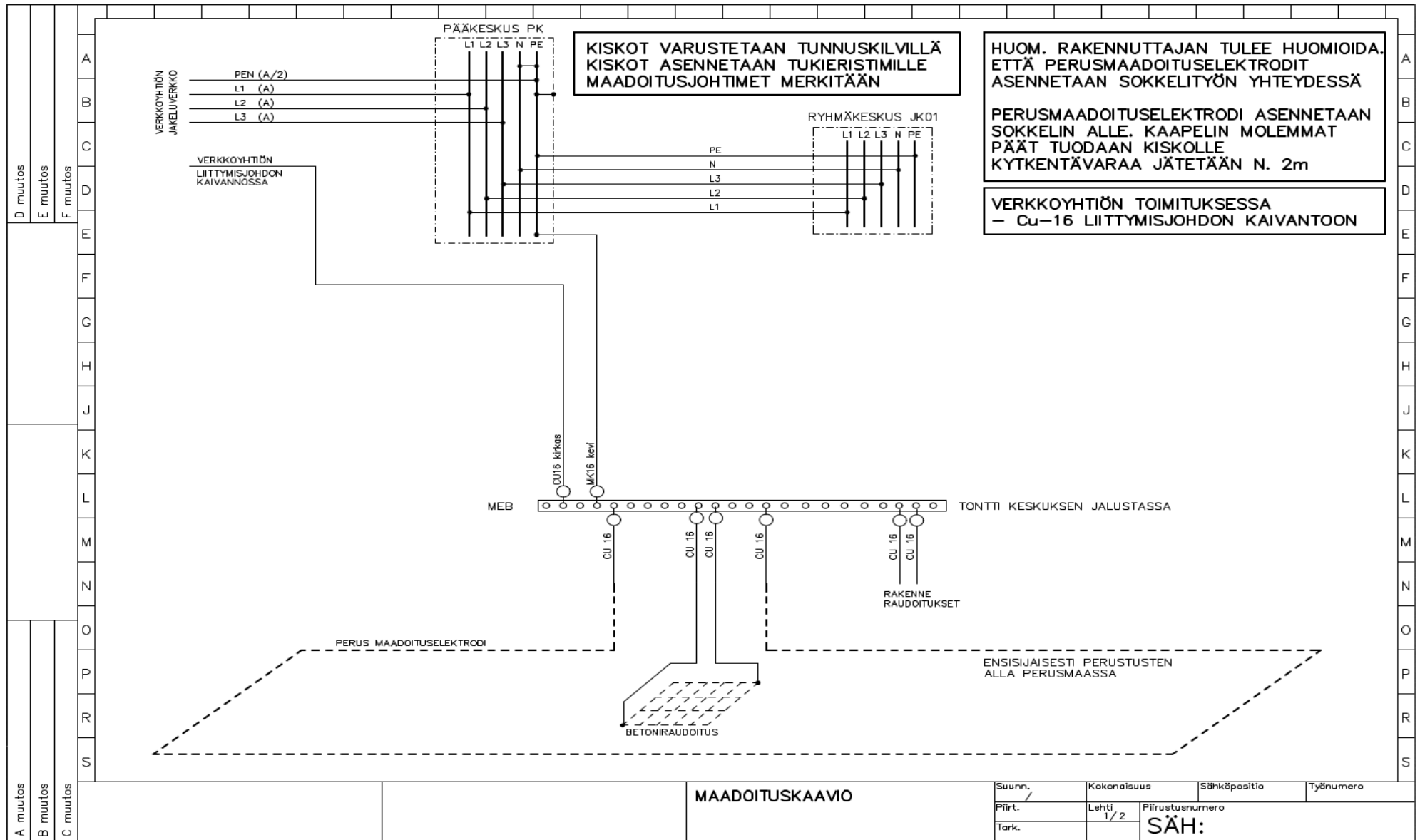
VALAISINLUETTELO  
UUDISRAKENNUS

Pos. N:O	Valaisin						Valonlähde					Määrä							Viim. muutos	Huom.	
	Valmistaja	SNRO	Tuotekoodi	Väri	IP-luokka	As.tapa	Väriämpötila (K)	Teho (W)	Valovirta (lm)	Tyyppi	Kanta	Talousrakennus	Asuinrakennus	Saunarakennus							Yhteensä
1	SG	4241842	SG, Inspire Musta 4140lm 3000K Ra>80 DALI / Push Dim	MU	20	R	3000	34	4140	LED			1						1		
2	SG	4220380	Ripustusvalaisin Circulus R - Circulus R	VA	20	R	3000	19	1350	LED			1						1		
3	-																				
4	-																				
5	SG	4156132	Junistar Eco Outdoor Musta	MU	44	K	4000	6	360	LED			8						8		
6	SG	4522864	Artes Musta 360lm 4000K	MU	65	K	4000	8	360	LED			8						8		
7	SG	4225525	Junistar ECO Isosafe Valkoinen 590lm	VA	44	K	3000	6	590	LED			4						4		
8	SG	4225525	Junistar ECO Isosafe Valkoinen 590lm	VA	44	K	3000	6	590	LED			39						39		
9	SG	4223881	Soft Slim Valkoinen 850lm 3000K Ra 98	VA	54	K	3000	9	850	LED			4						4		
10	SG	4156151	StripLine 5m 790lm/m RGBW	RGB W	54	L	3000	15	790	LED			4						4		
10.1	SG	4156154	LEDDim Smart Valkoinen Color Controller SG Smar	VA	-	-	-	-	-	-			2						2		
10.2	SG	2620542	Remote Control Musta RF RGBW, Kaukosäädin	MU	-	-	-	-	-	-			1						1		
11	SG	4532852	Junistar ECO Isosafe Musta 590lm	MU	44	K	3000	6	590	-			4						4		
	SG	4156064	SG Valkoinen Liit.laite 24V 36W Vaihehimmennys	VA	-	-	-	-	-	-			2						2		
	SG	4156065	SG Valkoinen Liit.laite 24V 75W Vaihehimmennys	VA	-	-	-	-	-	-			2						2		
	SG	4156066	SG Valkoinen Liit.laite 24V 150W Vaihehimmennys	VA	-	-	-	-	-	-			1						1		

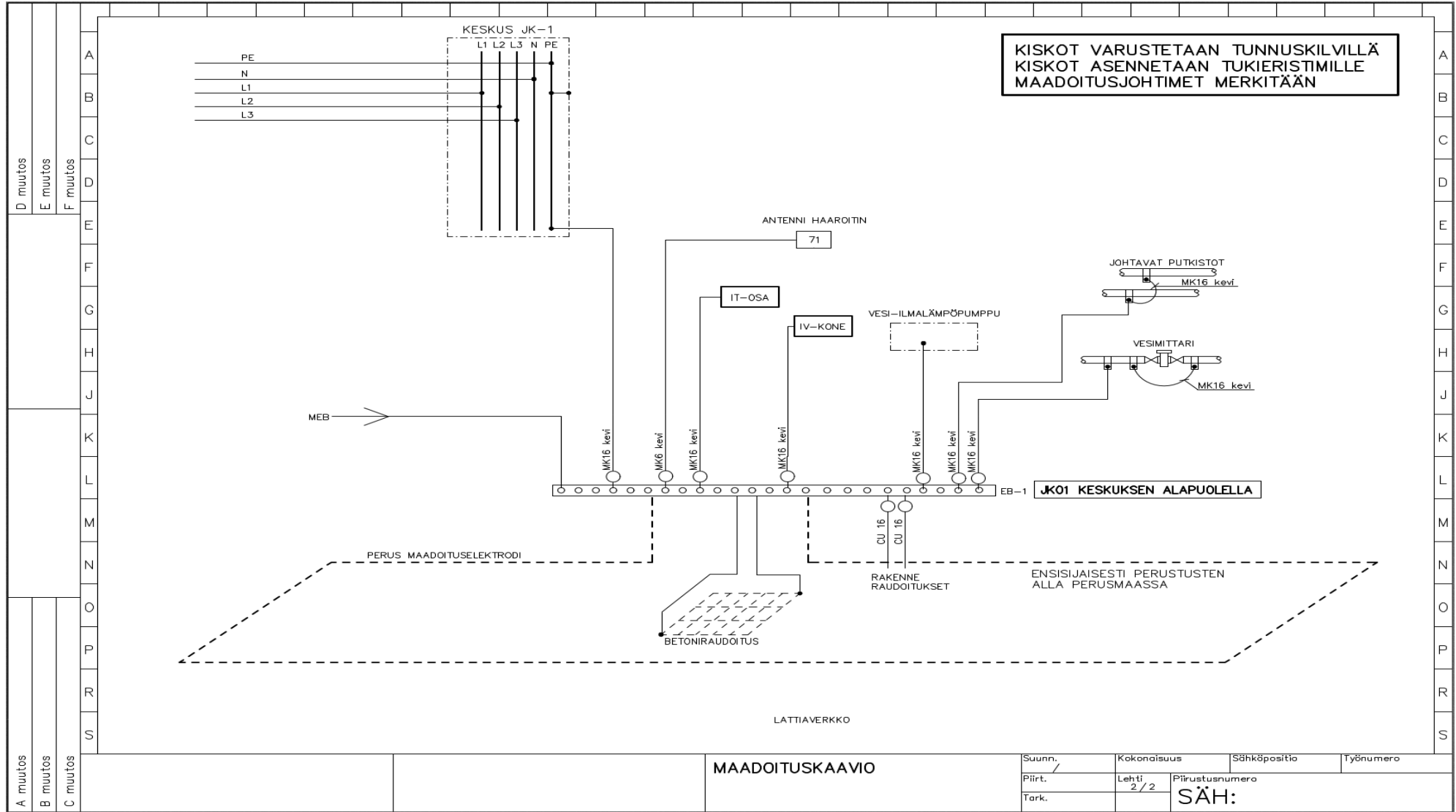




Liite 5 1(2). Maadoituskaavio



Liite 5 2(2). Maadoituskaavio



D muutos  
E muutos  
F muutos

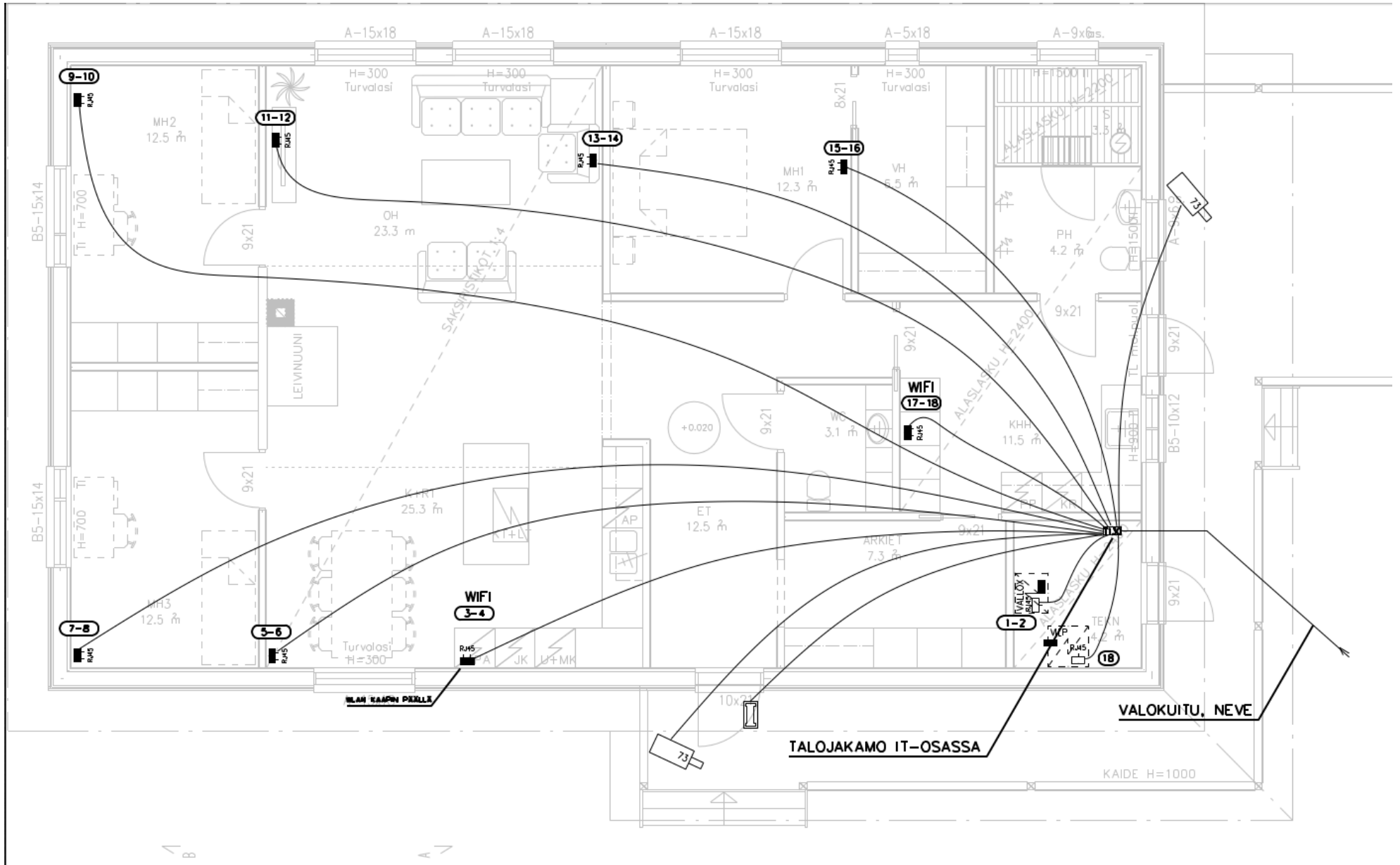
A muutos  
B muutos  
C muutos

A  
B  
C  
D  
E  
F  
G  
H  
J  
K  
L  
M  
N  
O  
P  
R  
S

KISKOT VARUSTETAAN TUNNUSKILVILLÄ  
KISKOT ASENNETAAN TUKEKILVILLÄ  
MAADOITUSJOHTIMET MERKITÄÄN

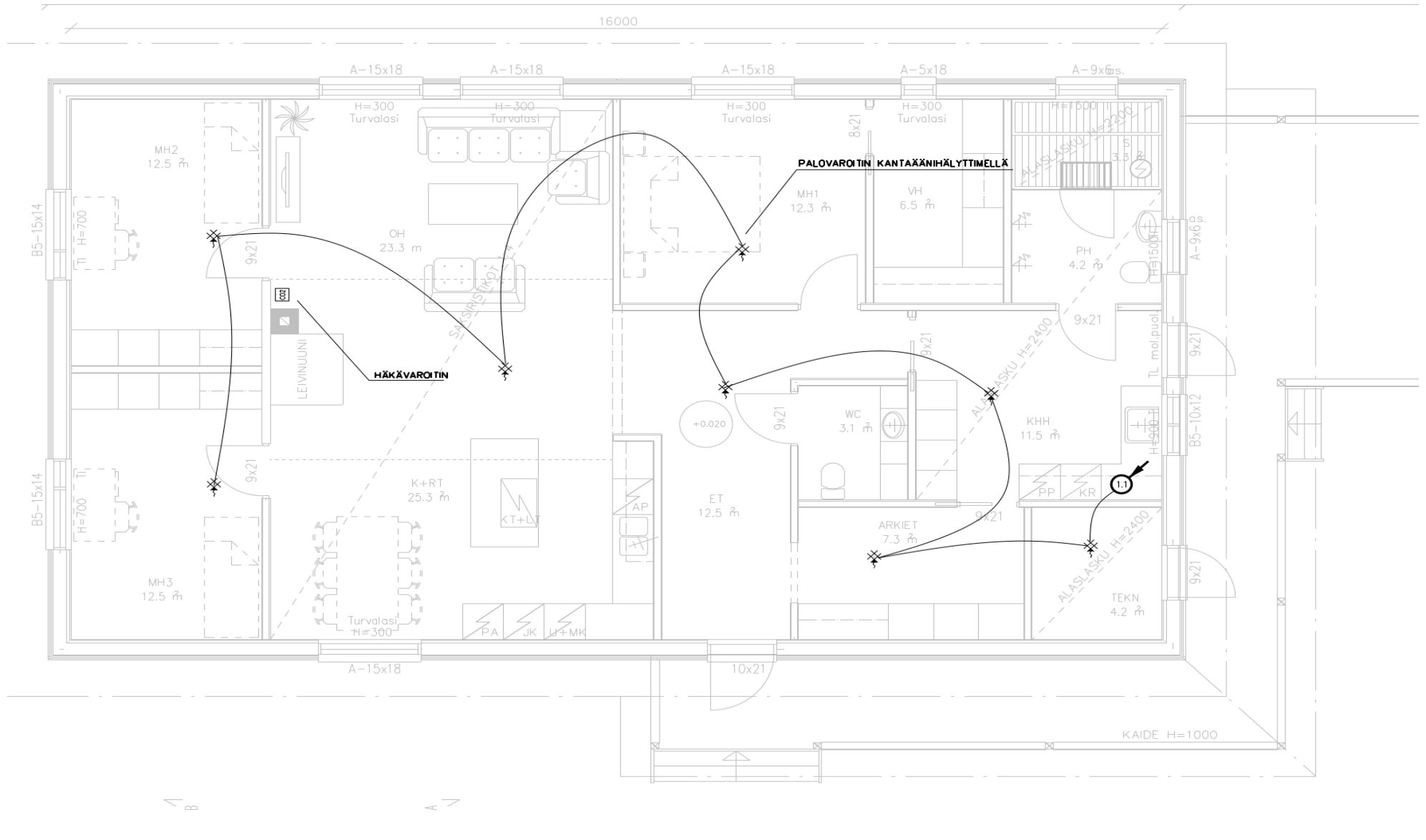
**JK01 KESKUKSEN ALAPUOLELLA**

Liite 6. Yleiskaapelointijärjestelmä

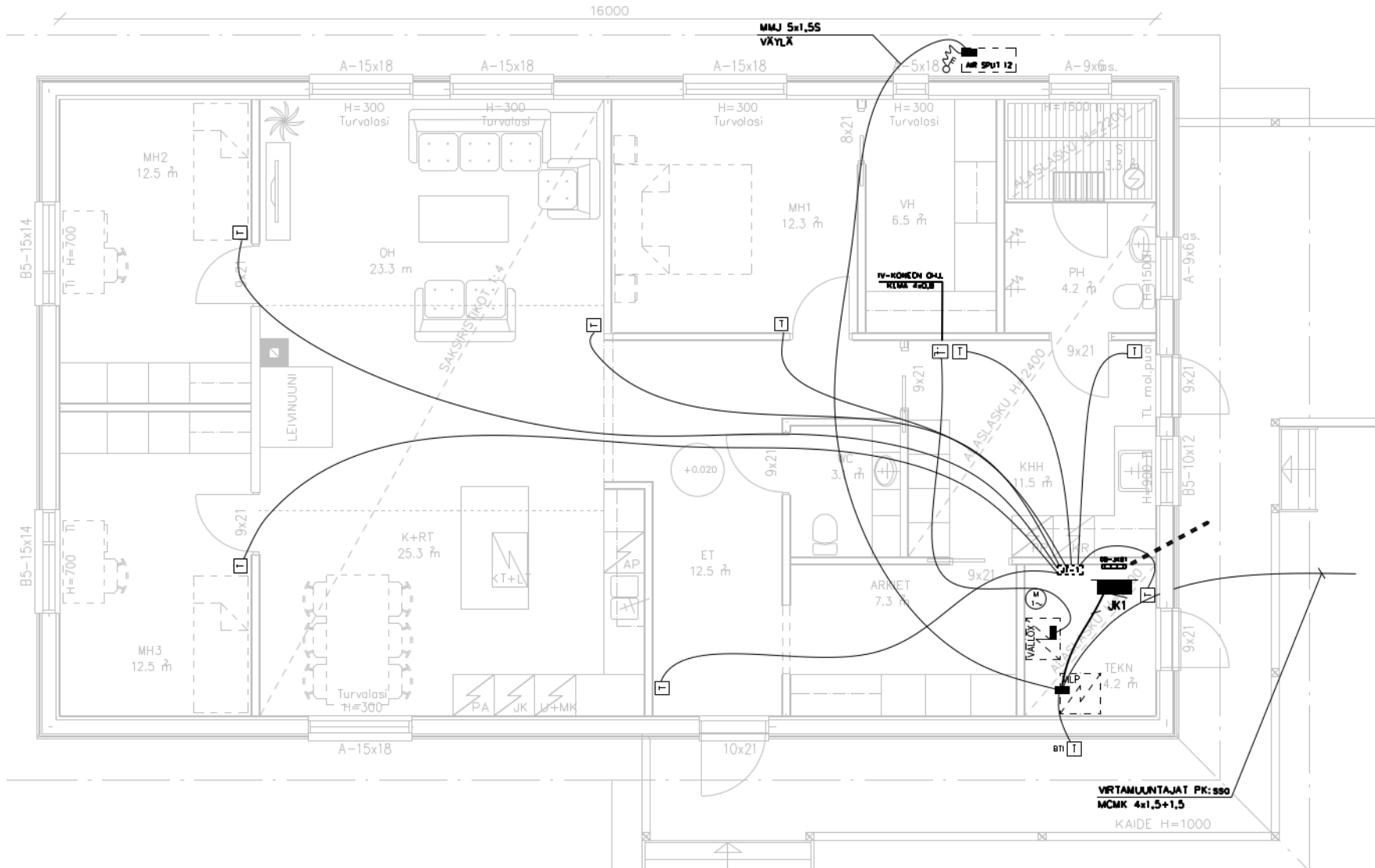




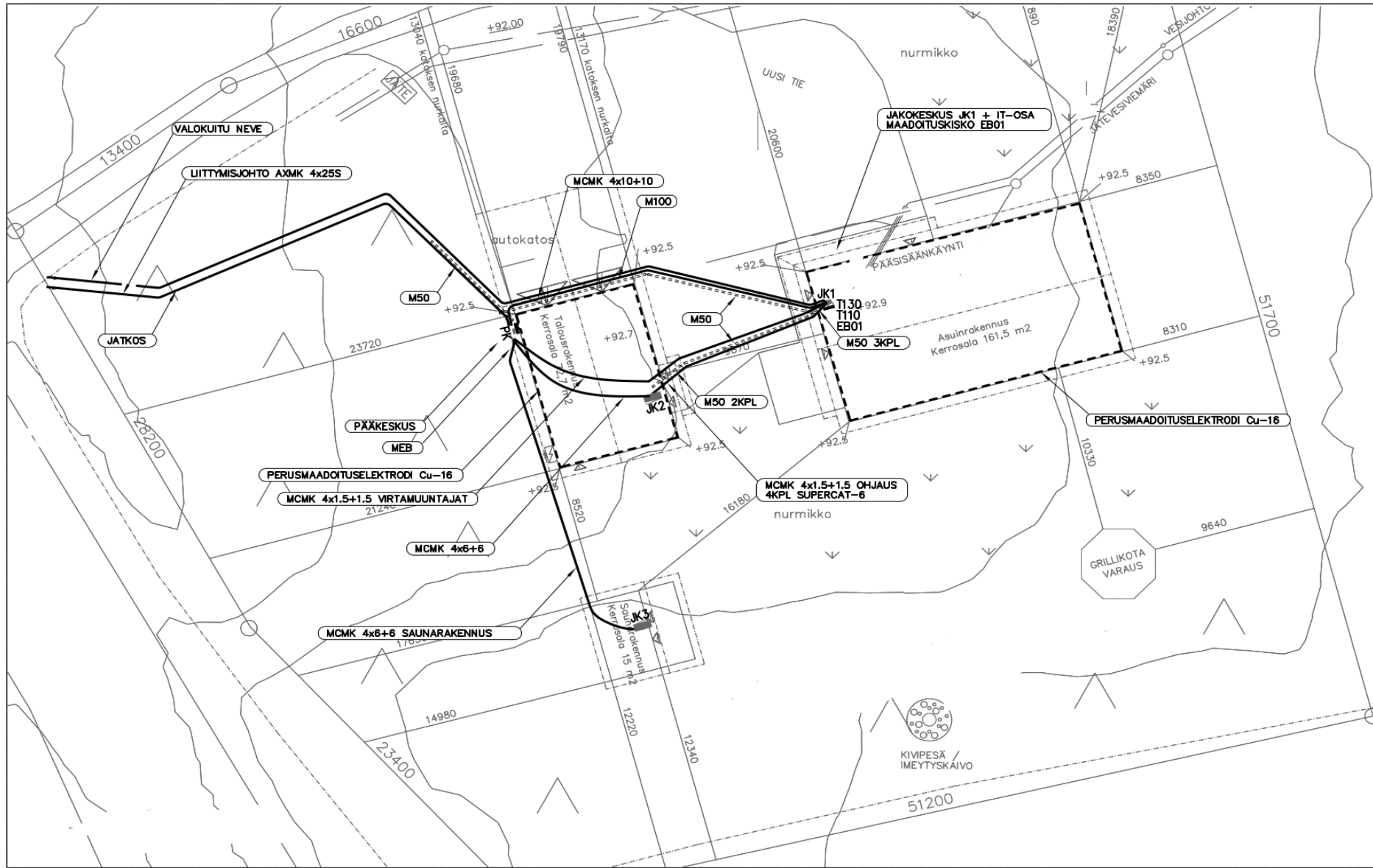
Liite 8. Palvaroitinjärjestelmä



Liite 9. LVI-Laitteiden sähköisty

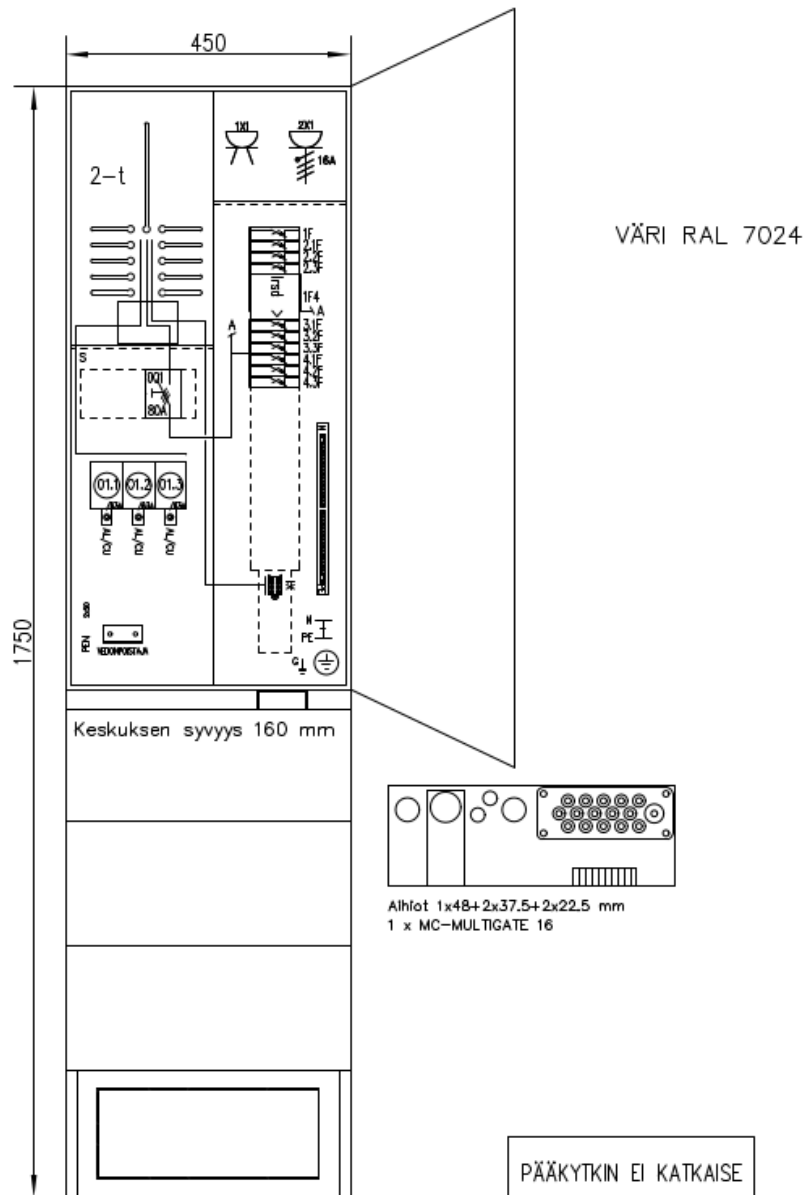


## Liite 10. Asemakuva, sähköpisteet



## Liite 11 1(2). PK pääkaavio kuvat

◀ A = A-MUUTOSMERKILLÄ MERKITYT KOJEET LISÄTÄÄN VALMIS KESKUKSEEN.



PÄÄKYTKIN EI KATKAISE  
JÄNNITETTÄ MITTARILTA

EN 61 439-3	Sähkö n:o 3426373	Nimellinen tasoituskerroin	2--3 autom./vaihe 0,8	
Malli	collie 3806P63 2T+PR JAL X 63A		4--5 autom./vaihe 0,7	
Pl / kW	I <sub>NA</sub> / A	U <sub>n</sub> / V	P <sub>H</sub> / kW	
Nimellisjännite	U <sub>n</sub>	400 V	Pistorasiaryhmit 0,7	
Apupiirin nimellisjännite	- V	Nimellisaajuus	50 Hz	
Nimellisieristysjännite	U <sub>i</sub>	400 V	Suojaus sähköiskulta	Suojamaad. ja kotelointi
Nimellisvirta, keskus	I <sub>NA</sub>	63 A	Moodoitusjärjestelmä	TN-S järjestelmä
Nimellisvirta, piirit	I <sub>NC</sub>	- A	Ympäristöolot	Normaalit
Terminen rajavirta	I <sub>ew</sub>	< 10 kA	EMC-käyttöympäristö	A ja B
Dynaaminen rajavirta	I <sub>pk</sub>	- kA	Paino	- kg

collie

UTU	UTU OY	MADE IN FINLAND	CE	FI
MALU	collie 3806P63 2T+PR JAL X 63A	I <sub>NA</sub>	63 A	EN 61 439-3
U <sub>n</sub>	400 V	IP	34	
F	50 Hz	TYÖ N:o		

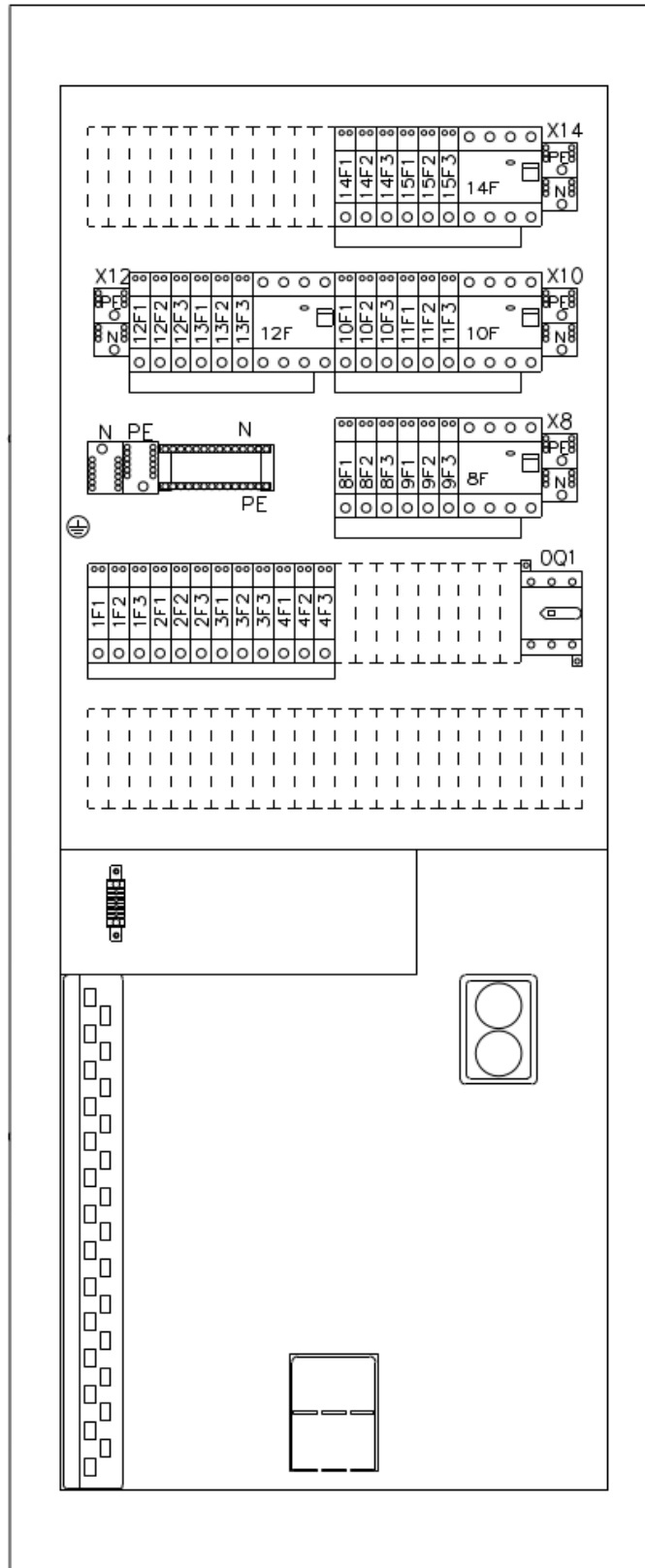
Suunn.	Pvm.	KOKOONPANOKUVA	Lehti 1/2	Arkistotunnus
Tark.	Muutos	Keskustunnus	Plir. n:o	
Hyv.	Suhde 1:10 (A4)	PK		3426373

## Liite 11 2(2). PK pääkaavio kuvat

KESKUS	NRO	NIMITYS	A/A	kW	JOHDOTUS
<p>POTENTIAALIN TASAUUS</p> <p>KESKUKSEN ULKOPUOLELLA</p> <p>KESKUKSEN SINETÖITY OSA</p> <p>X1</p> <p>1F4 4/25A/30mA</p> <p>L3</p> <p>L1</p> <p>L2</p> <p>L3</p> <p>Pistorasia 3x16A+N+PE</p> <p>L1</p> <p>L2</p> <p>L3</p> <p>L1</p> <p>L2</p> <p>L3</p> <p>1/2</p> <p>A</p> <p>NOUSU JK1, ASJINRAKENNUS</p> <p>OHJAUS JK01</p>		PERUSTUSMAADOITUSELEKTRODI			CU16
		PERUSTUSMAADOITUSELEKTRODI			CU16
		BETONIRAUDOITUS			CU16
		MAADOITUS			MK16, Ke-Vi
	01	Talokaapeli ( Syötön liittimet Al 6-50 / Cu 1,5-35 )	25/63		AXMK 4x25S
		Ohjauksivillittimet (22, 23, 32, 33)			
	1	Pistorasia 2x16A+N+PE keskuksessa	C16		
	2.1	KESKUSPISTORASIA	C16		
	2.2	KESKUSPISTORASIA	C16		
	2.3	KESKUSPISTORASIA	C16		
	3.1	VARAUS			
	3.2	VARAUS			
	3.3	VARAUS			
	4.1	VARAUS	C10		
	4.2	VARAUS	C10		
4.3	VARAUS	C10			
5	ULKOVALAISTUSVARAUS	C10		MCMK 2x1,5+1,5	
	NOUSU JK1, ASJINRAKENNUS			MCMK 4x10+10	
	OHJAUS JK01			MCMO 7x1,5	

Suunn.	Pvm.	PÄÄKAAVIO	Lehti 2/2	Arkistotunnus
Tark.	Muutos	Keskustunnus	Piir. n:o	
Hyv.	Suhde	PK		3426373

Liite 12 1(3). JK1 pääkaavio kuvat



KESKUKSEN VARATILAT	
Yhteensä	47 mod

KESKUKSEN MITAT	
Leveys :	550 mm
Korkeus:	1350 mm
Syvyys :	112 mm

Työ nro	Ark. koodi	COMBI50-4V36J-B	KESKUS	JK 1		
Pvm.	Suunn.	PP	Tark.	JK		
			Hyt.	ABB		
			PÄÄKAAVIO	PÄÄKAAVIO- KOKOONPANOPIIRUSTUS		
					Tal.koodi	3310159-K
					Lehti	1
Päivälylus nro	212					



