

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Eero Laukkanen

VAPAA-AJAN ASUNNON SÄHKÖISTYSPROSESSI

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2014



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Maaliskuu 2014**  
**Sähkötekniikan koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
p. (013) 260 6800

**Tekijä**  
Eero Laukkanen

**Nimeke**  
Vapaa-ajan asunnon sähköistysprosessi

**Tiivistelmä**

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli koostaa kokonaiskuva kesämökin sähköistysprosessin vaiheista. Työssä käydään vaiheittain läpi koko sähköistysprosessi liittymän suunnittelusta ja hankinnasta aina sähköasennuksiin ja mittauksiin saakka. Prosessia käsitellään tiiviiksi koostettuna teoriana sekä esimerkkikohteeksi valitun kesämökin ratkaisujen avulla. Lisäksi käydään läpi esimerkkikohteen kehittämiskohteita sekä yleisellä tasolla kesämökin omaa sähköntuotantoa aurinkosähköllä.

Opinnäytetyö on tarkoitettu suuntaa antavaksi toimintamalliksi, kun suunnitellaan kesämökin sähköistystä sähköliittymällä tai harkittaessa aurinkosähköjärjestelmän hankkimista. Työstä oli tarkoitus saada selkeä ja johdonmukainen, jotta sen lukeminen ja hyödyntäminen olisi lukijalle helppoa, myös ilman syvällistä sähkötekniikan tuntemusta ja osaamista.

**Kieli**  
suomi

Sivuja 28  
Liitteet 6  
Liitesivumäärä 11

**Asiasanat**  
kesämökki, sähköliittymä, sähköistys, aurinkoenergia



**Karelia**  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**THESIS**  
**March 2014**  
**Degree Programme in Electrical Engineering**  
Karjalankatu 3  
FI 80200 JOENSUU  
FINLAND  
Tel. 358-13-260-6800

Author  
Eero Laukkanen

Title  
Electrification Process of a Summer Cottage

Abstract

The purpose of this thesis was to compile an overall picture of an electrification process steps at a summer cottage. This work goes through step by step the entire process from planning and getting the electricity connection to electrical installations and measurements. The process is handled with tightly encapsulated theory and with selected solutions of the example summer cottage. In addition, the work goes through the areas of development of the example summer cottage and also summer cottage's own electricity generation with solar power system on a general level.

The thesis is intended for a rough operating model, when planning a summer cottage's electrification with electricity connection or when considering getting a solar power system. The intention was to write this thesis as clearly and consistently as possible so that the reading and understanding would be easy, even without in-depth know-how and knowledge of electrical engineering.

Language  
Finnish

Pages 28  
Appendices 6  
Pages of Appendices 11

Keywords  
summer cottage, electricity connection, electrification, solar energy

## Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Yleistä vapaa-ajan asumisesta .....	6
3	Sähköliittymän suunnittelu ja hankinta.....	7
3.1	Tarpeiden kartoittaminen .....	7
3.2	Urakoitsijan valinta .....	7
3.3	Liittymän tilaaminen .....	8
3.4	Sähkötariffin valinta .....	9
3.5	Liittymän toimittaminen tontille ja liittämiskohdan määrittäminen.....	10
4	Sähköistyksen toteutus.....	11
4.1	Keskuksen asentaminen .....	11
4.2	Maadoittaminen.....	12
4.3	Kaapelointi .....	14
4.4	Sulakkeet .....	16
4.5	Sähkökojeiden ja -laitteiden asennus .....	18
4.6	Tarkastukset ja mittaukset .....	23
5	Kehittämismahdollisuudet esimerkkikohteen sähköistyksessä .....	24
6	Kesämökin oma sähköntuotanto aurinkosähköllä .....	24
6.1	Järjestelmän rakenne .....	24
6.2	Hyödyt ja haitat .....	25
7	Pohdinta .....	27
	Lähteet.....	28

## Liitteet

Liite 1 Sähköenergian ja sähkönsiirron hinnat

Liite 2 Tariffien kustannusten vertailu

Liite 3 Rakennusten sijoittuminen tontille sekä maakaapeloinnit

Liite 4 Mökkirakennuksen sähkökuva

Liite 5 Tarvikeluettelo

Liite 6 Käyttöönottotarkastuspöytäkirja

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee pienkohteen eli tässä tapauksessa kesämökin sähköistysprosessia. Sähköverkkoon liittymisen lisäksi, käydään läpi kesämökin oman sähköntuotannon mahdollisuuksia aurinkosähköllä. Tarkoituksena oli luoda helposti ymmärrettävä ja selkeä kokonaisuus, joka antaa kattavan kuvan pienkohteen sähköistyksestä. Lisäksi työtä voidaan käyttää apuna, kun vertaillaan sähköliittymän ja itse tuotetun aurinkosähkön eroja, kuten järjestelmän rakennetta.

Valitsin työn aiheen, kun sovimme esimerkkikohteen käytöstä. Lisäksi otin työhön mukaan vertailun aurinkosähkön tuotannosta, koska se on nykyisin niin kehittyntä, että tarjoaa jo varteenotettavan vaihtoehdon perinteiselle sähköliittymälle.

Kuluttajista on tullut nykytekniikan myötä melko vaativia. Nykyään halutaan käyttää kotoakin tuttuja pienkoneita sekä monia teknisiä ja sähköllä toimivia laitteita myös kesämökillä. Tästä syystä vanhoja ja sähköttömiä mökkejäkin on alettu varustella erilaisilla sähköjärjestelmillä. Ne helpottavat kuluttajan elämää ja mahdollistavat mökin pidemmän käyttöajan ja tilanteesta riippuen jopa ympärivuotisen käytön.

## 2 Yleistä vapaa-ajan asumisesta

Virallisten tietojen mukaan vapaa-ajan asuntoja löytyy Suomesta yli 470 000 ja tämän lisäksi on vanhoja maatiloja sekä mummonmökkejä, joista käytetään nimitystä loma-asunto. On myös kiinteistöjä, jotka on rakennettu ilman lupaa. Näitä kaikkia arvioidaan olevan yhteensä noin 550 000 kappaletta. Suomessa on noin 2,5 miljoonaa kotitaloutta, eli vapaa-ajan asunto löytyy noin joka viidenneltä taloudelta. Noin puolet suomalaisista viettää vuosittain aikaansa kesämökillä. Suomalaisten kesämökkien omistus ja käyttö on kansainvälisesti ainutlaatuista. Suomalaisen mökkikulttuurin perustana ovat luonto sekä järvet ja lammet, joita on Suomessa noin 188 000 kappaletta. Keskimäärin loma-asuntoa käytetään vuodessa noin 80 päivää ja käyttö on edelleen kasvamassa. Varustelun paraneminen ja talvilämpimyyks ovat merkittäviä suuntauksia mökkeilyssä. Tällä hetkellä Suomessa on kakkosasuntona noin 110 000 mökkiä ja tulevaisuudessa määrä tulee kasvamaan. [1]

Kesällä pääasiallisena lämmitysmuotona toimii yleensä puu ja talvella lämmitystä hoidetaan sähköllä. Lisäksi ilmalämpöpumput ovat alkaneet yleistyä myös kesämökki käytössä. Talvella noin joka viidennessä loma-asunnossa on peruslämpö. Ympärivuotiseen käyttöön soveltuvia mökkejä on tämän hetkessä mökkikannassa noin kolmannes. Uudisrakentamisessa kesäasunnon talviasuttavuus on kasvattanut suosiotaan selvästi. Talviasuttaviksi rakennetaan noin 58 % uusista mökeistä. Varustukseltaan ja tiloiltaan pieniä omakotitaloja muistuttavia kakkosasuntoja tehdään noin 40 % uusista mökeistä. Tulevaisuudessa noin kymmenen prosenttia mökkien omistajista aikoo muuttaa mökille asumaan. Varustelua ja pinta-alan kasvua selittävät omalta osaltaan muuttuvat asumis- ja käyttötarkoitukset. Suora sähköliittymä on yli 70 %:lla ja aurinkopaneeli, pientuulivoimala tai aggregaatti joka kymmenennessä mökissä. Tasaisessa kasvussa on etenkin aurinkopaneelien kysyntä. [1]

Tämän työn esimerkkikohteena toimiva kesämökki on 70-luvun alkupuolella rakennettu vapaa-ajanviettopaikka, joka sijaitsee pienen järven rannalla Itä-Suomessa. Mökillä ei ole aikaisemmin ollut sähköliittymää, vaan pieni aurinkosähköjärjestelmä, jonka sähköntuotto ei pystynyt enää vastaamaan kasvaviin kulutustarpeisiin käytön ja käyttölaitteiden lisääntyessä. Mökissä on iso kuisti, oleskeluhuone, jonka nurkassa on keittiö, sekä erillinen makuuhuone. Lisäksi on erillinen saunarakennus sekä varasto.

### **3 Sähköliittymän suunnittelu ja hankinta**

#### **3.1 Tarpeiden kartoittaminen**

Sähköliittymää suunniteltaessa on hyvä lähteä liikkeelle budjetin sekä omien tarpeiden kartoittamisesta ja tarkastelusta. Pienen sähköjärjestelmän rakentaminen satunnaisessa käytössä olevalle mökille on mahdollista toteuttaa vaihtoehtoisesti vaikkapa aurinkosähköllä perinteisen sähköliittymän sijaan. Suuremmissa sähköistyksissä ja kovemmassa käytössä sähköverkkoon liittymisellä pystytään paremmin takaamaan sähkön riittävyys ja se mahdollistaa monipuolisemmat järjestelmät.

Vaikka sähkösuunnitelman tekeminen kannattaa jättää ammattitaitoisen sähkösuunnittelijan tai sähköistyksen suorittavan urakoitsijan tehtäväksi, on asiakkaan kuitenkin hyvä myös itse miettiä omia tarpeita, joilla pystyy helpottamaan suunnittelijan työtä ja tekemään lopputuloksesta itselle mieleisemmän. Huomioon otettavia seikkoja ovat sähkönkäyttökohteet, kulutuspisteiden määrä, mökin vuotuinen käyttöaika ja ajankohta sekä mahdolliset optiot tuleviin laajennuksiin ja muunneltavuus tulevaisuudessa. Kun kaikki tarvittavat sähköä kuluttavat laitteet ja sähkökalusteet on määriteltä, ammattitaitoinen suunnittelija pystyy määrittelemään tarvittavan koon pääsulakkeille.

Esimerkkikohteen tapauksessa oli alusta alkaen selvää, että kyseeseen tulee sähköverkkoon liittyminen, sillä mökki on keväästä syksyyn lähes jatkuvassa käytössä. Mökkiin haluttiin sähkölämmitys pattereilla sekä muita paljon sähköä vieviä laitteita, joiden kulutukseen ei olisi pystytty vastaamaan kesämökin omalla sähkötuotannolla. Kiinteä sähköliittymä takasi myös paremmat mahdollisuudet järjestelmän ja sähköistyksen myöhemmille laajennuksille.

#### **3.2 Urakoitsijan valinta**

Sähkösuunnitelman pohjalta kannattaa pyytää urakkatarjouksia alueen eri toimijoilta. Tarjouksia tarkasteltaessa on syytä huomioida kilpailun lisäksi myös eri urakoitsijoiden käyttämät erilaiset tarvikkeet ja kalusteet, jotka saattavat vaikuttaa olennaisesti hintaan.

Kun sopiva urakoitsija on löytynyt, tilaaja ja urakoitsija kirjoittavat urakkasopimuksen, josta käyvät ilmi urakan yksityiskohdat, kuten työn suorittaminen, aikataulu, tarkastukset ja käytön opastus. [2]

Esimerkkikohteessa urakoitsijoita ei kilpailutettu. Valittiin paikallinen toimija, jonka kanssa sovittiin sähköistyksen suunnittelusta sekä asennustyön suorittamisesta tarkastuksineen.

### **3.3 Liittymän tilaaminen**

Sähköliittymän toimittamiseen ja liittymän rakentamiseen tulee varata riittävästi aikaa, joten sähköverkkoyhtiöön on hyvä olla yhteydessä jo noin kaksi kuukautta ennen sähköliittymän haluttua toimitusaikaa. Ennen kiinteistön liittämistä sähköverkkoon, on laadittava kirjallinen liittymissopimus. Rakennuskustannukset katetaan liittymismaksulla. Liittymisjohdon ja mittauskeskuksen asiakas joutuu kustantamaan erikseen. Verkkoyhtiön asiakaspalvelusta annetaan neuvoja pienkohteen sähköistämisestä ja tuotevalikoimasta, aina alueella toimivien sähkösuunnittelijoiden ja urakoitsijoiden tietoihin. [2]

Koska on kyse vanhan kesämökin sähköistämisestä, ei ole tarpeellista tilata tontille työmaasähköä. Työmaasähkön tarve koskee lähinnä uudisrakentamista tai suurempia saneerauskohteita, joissa tarvitaan sähköä rakennusvaiheessa ennen kuin varsinainen sähköjärjestelmä on asennettu ja käytössä. Lisäksi tulee huomioida maakaapeliliittymissä toimituksen haasteellisuus talvella routaiseen aikaan.

Aluksi esimerkkikohteen koko sähköistysprojekti oli lähtenyt liikkeelle, kun asiakas oli tiedustellut paikalliselta verkkoyhtiöltä sähköliittymän hintaa. Liittymisluokaksi muodostui 3x25 A:n liittymä. Liittymän toimitus alkoi edetä nopeasti, sillä verkkoyhtiö ilmoitti aloittavansa sähköverkkonsa päivittämisen alueella, jolla mökki sijaitsee.



### 3.4 Sähkötariffin valinta

Sähkötuotteiden hinnoittelussa puhutaan yleensä tariffeista. Pääsääntöisesti kiinteä perusmaksu ja sähkönkäyttöön perustuva kulutusmaksu muodostavat hinnan sekä sähköenergialle että sähkönsiirrolle. Tariffit ovat rakenteeltaan erilaisia. On olemassa yleis-, aika- sekä tehotariffeja. Yleistariffissa maksetaan kiinteää kuukausimaksua sekä yksiaikamittaukseen perustuvaa kulutusmaksua ja se soveltuu liittymiin, joissa käytetään vähän sähköä. Aikatariffeja on monenlaisia, joista yleisimpiä ovat yösähkö ja kausisähkö, joissa on kiinteä kuukausimaksu sekä kaksiaikamittaukseen perustuva kulutusmaksu. Yösähkössä maksetaan erisuuruista kulutusmaksua päivällä ja yöllä, kun taas kausisähkössä erisuuruiset maksut ajoittuvat esimerkiksi talvipäiviin ja muuhun aikaan. Tehotariffissa maksetaan kiinteää kuukausimaksua, kulutusmaksuja sekä tehomaksuja ja ne soveltuvat yhteisöille, jotka käyttävät paljon sähköä. [9]

Esimerkkikohteeseen tariffiksi valikoitui yleissähkö, sillä kulutus on kaikista sähkölaitteista ja mukavuuksista huolimatta verraten vähäistä. Kulutus on vuositasolla keskimäärin muutamia tuhansia kilowattitunteja, riippuen kyseisen vuoden käyttöasteesta. Yleissähkö tulee halvimmaksi vaihtoehdoksi. Vaikka kausisähköllä saisi sähköenergiaa edullisemmin, niin kiinteät maksut ovat liian suuret tämäntyyppiselle käytölle. Kulutustason noustessa ja käytön lisääntyessä voidaan joutua edullisin tariffi tarkastamaan uudelleen.

Liitteessä 1 on esitetty hinnat sähköenergialle sekä sähkönsiirrolle. Liitteessä 2 on esitetty tariffeja vertailevat laskelmat. Laskelmissa on käytetty esimerkkikohteen pääsulakekokoa, joka on 3x25 A. Vuodenaikatariffissa talven osuudeksi on laskettu 0 % ja muun ajan osuudeksi 100 %. Päivä–Yö–tariffissa päivän osuus on 95 % ja yön osuus 5 %. Laskelmissa esitetyt kustannukset sisältävät sähköenergian sekä sähkösiirron hinnan lisäksi myös kaikki kuukausimaksut sekä veroluokan 1 mukaisen sähköveron. Sähköenergian hintana on käytetty Pohjois-karjalan Sähkön 1.4.2014 voimaan astuvia hintoja ja sähkönsiirroissa 1.1.2014 voimaan astuneita hintoja.

### 3.5 Liittymän toimittaminen tontille ja liittämiskohdan määrittäminen

Liittämiskohdasta sovitaan liittymissopimuksessa ja se toimii liittyjän ja jakeluverkon sähköasennusten välisenä rajana. Verkkoyhtiö toimittaa sähkön liittämiskohtaan saakka, vastaten myös sähkön laadusta. Sähköliittymän omistajalle kuuluvat liittämiskohdasta eteenpäin johtojen ja asennusten suunnittelu, rakentaminen, ylläpito sekä omistus. Kiinteistön sähköistyksen voi suorittaa asianmukaiset asennusoikeudet omaava urakoitsija. Liittymismaksu kattaa sähköliittymän käyttöoikeuden sekä sähköliittymän rakentamisen liittämiskohtaan asti. Liittämiskohta määritellään liittymissopimuksessa, joka on yleensä ilmajohtoverkossa kiinteistön seinä tai pylväk ja maakaapeliverkossa tontin raja. [3]

Esimerkkikohteessa uutta linjaa rakennettiin vain muutamia satoja metrejä, läheisessä niemenkärjessä sijaitsevalta jakokaapilta kesämökille saakka, josta suurimman osan verkkoyhtiö toteutti upottamalla kaapelin järven pohjaan. Liittämiskohdaksi määritettiin kaapelin tulosuunnan puolella oleva mökin ranta, josta kuitenkin jatkettiin yhtäläisellä kaapelilla suoraan mökin seinällä olevaan pääkeskukseen saakka. Asiakas maksoi liittymiskaapelin kustannukset mökin rannasta eteenpäin. Kuvassa 1 näkyy liittymiskaapelin reitti jakokaapilta kesämökin rantaan.



Kuva 1. Liittymiskaapelin reitti jakokaapilta kesämökin rantaan.

## 4 Sähköistyksen toteutus

### 4.1 Keskuksen asentaminen

Keskuksien varustelussa on paljon eroja, joten kannattaa valita keskus, joka palvelee parhaiten haluttuja käyttötarkoituksia. Liian monipuolisesti varusteltu keskus on turha investointi ja aiheuttaa lisäkustannuksia, mutta jättää toki suuren laajennuskapasiteetin tulevaisuutta ajatellen. Jos keskus on varusteltu puutteellisesti, voi tulla ongelmia, kun siitä ei saada kaikkea tarvittavaa hyötyä. Pienkohteen sähköistämässä käytetään pääsääntöisesti yhtä keskusta, josta kytketään kaikki sähköasennukset. Jos keskus halutaan asentaa sisälle, saatetaan joutua asentamaan verkkoyhtiön käytännöistä tai kulutusmittarin tyypistä johtuen erillinen mittauskeskus mökin ulkopuolelle, jolloin kulutusmittarin lukeminen on esteetöntä eikä vaadi asiakkaan paikalla oloa.

Uudiskohteissa keskukselle on helpompi määrittää paikka joko sisältä tai ulkoa, kun se voidaan suunnitella jo rakennusvaiheessa. Vanhoissa saneerauskohteissa ja jälkisähköistyksissä keskus asennetaan pääsääntöisesti ulkoseinälle, josta löytyy riittävästi tilaa. Tämä on myös kustannustehokas tapa ja sen lisäksi mahdollistaa helpommin muiden tontilla olevien rakennusten sähköistämisen samasta keskuksista sekä tilapäisen sähkön ottamisen suoraan keskuksen pistorasioista. Täytyy kuitenkin muistaa, että paikan tulee olla suojaisa ja siihen täytyy olla esteetön pääsy.

Esimerkkikohteeseen ei asennettu yhtään ryhmäkeskusta, vaan ainoastaan yksi pääkeskus, josta on kytketty kaikki sähköasennukset. Keskus päädyttiin asentamaan mökin ulkoseinään, suojaan räystäään alle ja mökin varjoisemmalle puolelle, joka toimi samalla liittymisjohdon tulosuuntana. Keskuksen varustelu on perustasoa, joka pitää sisällään etäluettavan kulutusmittarin, pääsulakkeet, pääkytkimen, vikavirtasuojan, ryhmäjohtojen sulakkeet sekä yksi- ja kolmivaihepistorasiat. Kuvassa 2 on sähkökeskus asennettuna kesämökin seinään.

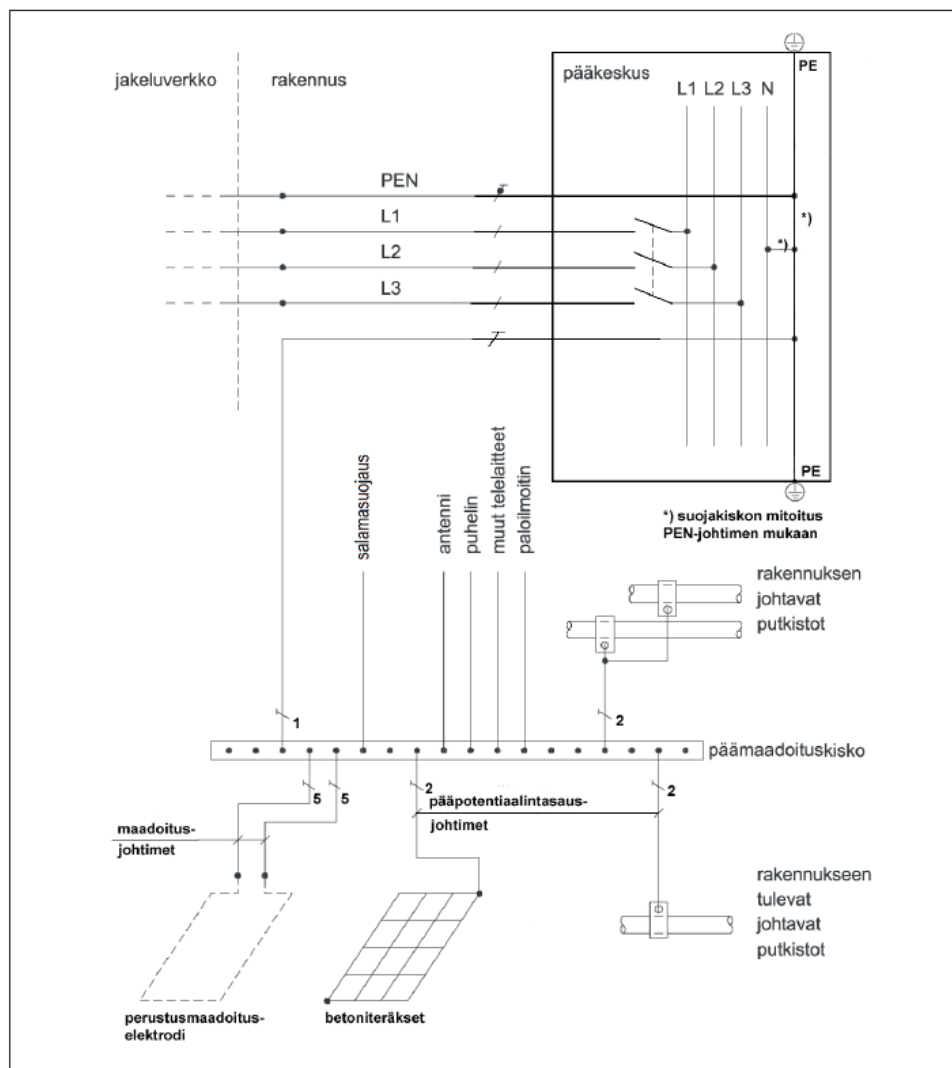


Kuva 2. Sähkökeskus asennettuna kesämökin seinään.

#### **4.2 Maadoittaminen**

Maadoitus suojaa sähköjärjestelmää ja sen käyttäjää vikatilanteissa. Käytännössä vikatilanteen sattuessa jännite voi johtua laitteen tai jonkin järjestelmän osan runkoon. Maadoitetusta rungosta jännite kytkeytyy maahan ja laukaisee sulakkeen, johdonsuoja-automaatin tai vikavirtasuojan. Maadoitus voidaan toteuttaa monella tavalla, kuten asentamalla maadoituselektrodi perustuksien sisään, alle, ympärille tai upottamalla se kaapeliojaan sähkönsyöttökaapelin kanssa.

Ensisijaisesti suositellaan käyttämään pienjännitesähköasennusstandardin SFS6000 mukaisesti perustusmaadoituselektrodiä eli perustusten sisään tai alle asennettavaa maadoituselektrodiä. Tällainen maadoitus soveltuu pääosin uudisrakentamiseen, sillä jälkiasennus on hankalaa ja todella työlästä. Vaihtoehtoisesti maadoitus voidaan rakentaa perustusten ympärille, kunhan se haudataan tarpeeksi syvään, vaurioitumisriskin minimoimiseksi. Maadoituksen vähimmäisrakenteena on vähintään 20 metriä pitkän vaakaelektrodin sijoittaminen kaapeliojaan liittymiskaapelin kanssa. Suomessa ovat yleisimmin käytössä sekä 16 mm<sup>2</sup>:n ja 25 mm<sup>2</sup>:n kupariköydet, joista suositeltavampi on 25 mm<sup>2</sup> suuremman poikkipintansa ansiosta. [4] Kuvassa 3 on esitetty maadoituksen, potentiaalintasauksen sekä syötön kytkennän periaatteita liittymässä, jossa liittymiskaapeli on varustettu PEN-johtimella.



Kuva 3. Maadoituksen, potentiaalintasauksen sekä syötön kytkennän periaatteet liittymässä, jossa liittymiskaapeli on varustettu PEN-johtimella. [10]

Esimerkkikohteen maadoitus toteutettiin kaivamalla samaan kaapeliojaan liittymiskaapelin kanssa 16mm<sup>2</sup>:n paksuinen ja 25 metriä pitkä maadoituskupariköysi.

### 4.3 Kaapelointi

Erityisesti kaapeloinnin ylimitoittamisesta, voi aiheutua suuria ylimääräisiä kustannuksia, sillä paksummat kaapelit ovat kalliimpia. Niillä pystytään takaamaan sähkön laatu pidemmällä siirtomatkoilla, mutta paksumpien kaapeleiden käytön tulee olla perusteltua käyttökohteessa.

Liittymiskaapelin mitoituksessa ja valinnassa on huomioitava valittu liittymisluokka ja pääsulakkeiden koko. Lisäksi sähkönsiirtomatka on otettava huomioon, koska liian pienellä johtimen poikkipinta-alalla syntyy helposti suuri jännitteen alenema tai johdin voi kuumentua liiasta kuormituksesta.

Ryhmäjohtojen sekä kaapeleiden mitoituksessa ja valinnassa tulee ottaa huomioon kuormitettavuusominaisuudet sekä soveltuvuus sisä- tai ulkokäyttöön. Pääsääntöisesti normaaleissa pienkohteiden sähköistyksissä käytetään 1,5 mm<sup>2</sup>:n ja 2,5 mm<sup>2</sup>:n kaapeleita. Täytyy myös miettiä tapauskohtaisesti sähkönsiirtomatkoja ja kaapelin kuormitusta. Pienkohteissa kaapeloinnit suoritetaan pääsääntöisesti pinta- ja uppoasennuksena, johtotieasennuksia ei tämän tyyppisissä kohteissa juurikaan käytetä. Pinta-asennusta käytetään lähinnä saneeraus- ja jälkiasennuskohteissa, joissa kaapelointien upottaminen rakenteisiin on vaikeaa tai mahdotonta. Johtojen asentaminen näkyviin ei ole ulkonäöllisesti paras vaihtoehto ja se asettaa omat haasteensa asennusten siistille toteutukselle. Uppo-asennusta suositetaan paljon uudisrakentamisessa, kun kaapeloinnit pystytään suorittamaan rakennusvaiheessa, ne saadaan helposti piilotettua rakenteiden sisään ja näin taataan siisti lopputulos.

Esimerkkikohteessa asiakas päätyi ostamaan liittymiskaapelin suoraan sähköverkkoyhtiöltä. Kaapeliksi valikoitui AXMK 4x50 mm<sup>2</sup>, joka on samaa kaapelia, kuin mitä verkkoyhtiö käytti linjan rakentamiseen. Poikki-pinnaltaan valittiin suuri kaapeli siksi, että välttyttäisiin jännitteen alenemilta, sillä lähimmälle muuntajalle on mökiltä pitkä matka.

Ryhmäjohtoina käytettiin tarpeesta riippuen 1,5mm<sup>2</sup> sekä 2,5mm<sup>2</sup> kaapeleita. Sisätilojen valaistukset kaapeloitiin 3x1,5s MMJ:llä ja ulkona käytettiin 2x1,5+1,5 MCMK:ta. Liedelle vedettiin valmius 3-vaiheiselle syötölle, vaikka käyttöön tulikin 1-vaiheinen ns. valovirtaliesi. Kaapelointina käytettiin 5x2,5s MMJ:tä ja liedien liitosjohtona toimii 3x2,5s VSBA. Vesipumpulle, lämmitykselle sekä pistorasiaryhmälle toteutettiin kaapeloinnit 3x2,5s MMJ:llä. Sähkönsyöttö toteutettiin varastolle 2x2,5+2,5 MCMK:lla ja saunarakennukselle 4x2,5+2,5 MCMK:lla. (Katso Liite 3.) Kuvassa 4 näkyy sähkökeskuksen kaapelointeja, järjestyksessä vasemmalta oikealle maadoituskupari, liittymisjohto ja ryhmäjohdot.



Kuva 4. Keskuksen kaapelointeja.

Kaapeloinnit pyrittiin toteuttamaan mahdollisimman huolellisesti ja siististi. Näkyvä pintakaapelointi haluttiin minimoida ja tästä syystä kaapelit vedettiin pääosin mökin alla alapohjassa, mikä oli kohtuullisen helppo toteuttaa, koska mökki on rakennettu rinteeseen eikä siinä ole sokkelia. Valaistuksien kaapelointeja kulkee myös yläpohjassa eristeiden päällä. Kuvassa 5 näkyy kesämökin alle asennettuja kaapeleita.



Kuva 5. Kesämökin alle asennettuja kaapeleita.

#### 4.4 Sulakkeet

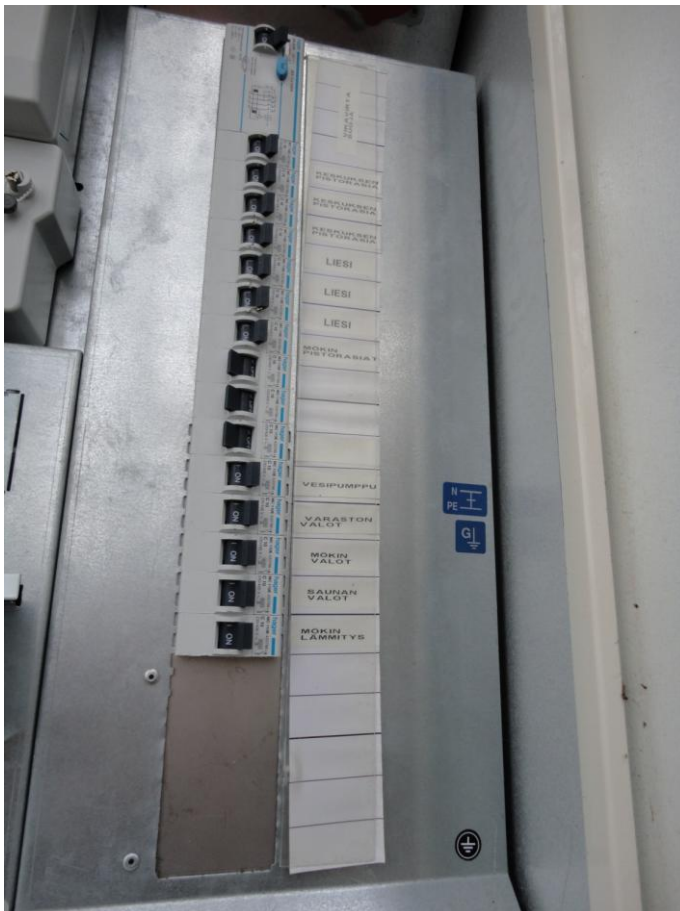
Sulakkeiden ja johdonsuoja-automaattien mitoituksessa ja valinnassa tulee ottaa huomioon jännite sekä virta, jolla sulake toimii. Lisäksi myös sulakkeen toimintanopeus ja suurimman oikosulkuvirran katkaisukyky ovat tärkeitä kriteereitä, kun puhutaan esimerkiksi moottorilähdöstä. Yleensä kuormasta ja mitoituksesta johtuen 1,5 mm<sup>2</sup>:n johdolle käytetään 10 A:n sulaketta ja 2,5 mm<sup>2</sup>:n johdolle 16 A:n sulaketta.

Esimerkkikohteessa liittymän pääsulakkeiksi asennettiin liittymätyypin mukaiset 3x25 A:n sulakkeet. Sisä- ja ulkovalaistuksille asennettiin 10 A:n sulakkeet. Hellalle varustettiin valmiiksi 3x16 A:n sulakkeet, mahdollisen 3-vaiheisen liedon varalle. Tällä hetkellä käyttöön tuli vain yksi 16 A:n sulake, sillä nykyinen liesi on 1-vaiheinen. Vesipumpulle ja lämmityksille asennettiin 10 A:n sulakkeet ja pistorasiaryhmälle asennettiin 16 A:n sulake. Varastolle ja saunalle tuli kummallekin 10 A:n sulakkeet. Kuvissa 6 ja 7 näkyy sähköjärjestelmään asennettuja sulakkeita ja johdonsuojakatkaisijoita.





Kuva 6. Järjestelmän pääsulakkeina toimivat kuvan mukaiset 3x25A sulakkeet.



Kuva 7. Johdonsuojakatkaisijoita asennettuna keskukseseen.

#### 4.5 Sähkökojeiden ja -laitteiden asennus

Sähkökojeet kuten kytkimet, valaisinpisteet ja pistorasiat tulee asentaa siististi ja sijoittaa sellaisiin paikkoihin, missä niiden käyttäminen on helppoa sekä esteetöntä. Asennukseen voidaan käyttää pinta- tai uppoasennusta. Tämän lisäksi tulee huomioida suojausluokat tilasta riippuen.

Suurten sähkölaitteiden kuten liedon, vesipumpun, pattereiden ja sähkökiukaan osalta, tulee valita ja mitoittaa käyttöä parhaiten vastaavat ratkaisut, sekä sähkölaitteiden että sähköjärjestelmänkin osalta. Kaikki edellä mainitut laitteet on helppo ylimitoittaa käyttöön nähden ja näin ollen ne tuovat turhia kuluja. Vuotuinen käyttöaika sekä käyttäjien määrä vaikuttavat olennaisesti oikeaan mitoitukseen. Valaistuksen osalta tulee huomioida, että saavutetaan haluttu valaistustaso.

Esimerkkikohteen sähkökalusteet pyrittiin asentamaan siististi ja valittiin tyyliältään mökkiympäristöön hyvin sopivia ja hillittyjä ratkaisuja. Sisävalaistuksissa suosittiin kattotasoon asennettavia valoja ja ulkona käytettiin valaisinpylväitä sekä sisävalaistuksen kanssa yhtäläistä linjaa noudattavia kiinteitä kattotasoon kiinnitetyjä valaisimia. Mökin ja saunarakennuksen valaistuksien kytkimet asennettiin yhteen käyttöpaneeliin, joka sijoitettiin makuuhuoneen seinälle. Samasta paneelista voidaan ohjata myös lämmitystä ja vesipumppua sekä ottaa virtaa pistorasiasta. Katso Liite 4. Kuvassa 8 on kytkimille rakennettu käyttöpaneeli. Kuvissa 9, 10 ja 11 on esitetty kohteen valaistusratkaisuja.



Kuva 8. Kytkimille rakennettu käyttöpaneeli.



Kuva 9. Valaisin kesämökin terassin katossa.



Kuva 10. Kohdevalaisimet takan edustalla.



Kuva 11. Valaisinpylväs.

Lämmitys toteutettiin kolmella patterilla, joista kaksi asennettiin oleskeluhuoneeseen, jonka nurkassa myös keittiö sijaitsee. Yksi patteri asennettiin makuuhuoneeseen. Teholtaan molemmat oleskeluhuoneen patterit ovat 900 W ja niitä ohjaa yksi termostaatti. Makuuhuoneen patteri on 350 W ja sillä on oma termostaatti. Lämmitysryhmään jäi vielä reserviä mahdolliselle lämmityksen lisäämiselle myöhemmässä vaiheessa. Kuvassa 12 on oleskelutilan patteri sekä 2-osainen pistorasia. Kuvassa 13 näkyy pattereiden ohjauksien kytkentöjä.



Kuva 12. Oleskelutilan patteri sekä 2-osainen pistorasia.



Kuva 13. Pattereiden ohjauksien kytkentöjä.

1-vaiheinen liesi asennettiin keittiön nurkkaan omalle käyttöpaikalleen. Pistorasioita asennettiin reilusti eripuolille kesämökkiä, jotta käyttö olisi helppoa ja vaivatonta. Vesipumppu asennettiin telineeseen mökin alle. Kuvassa 14 on liesi asennettuna keittiön nurkkaan.



Kuva 14. Liesi asennettuna keittiön nurkkaan.

Saunalle ja varastorakennukseen asennettiin vain valaistukset ja pistorasioita. Varaston valaistuksien kytkimet asennettiin omille käyttöpaikoilleen varastoon, kun taas saunan valaistuksien ohjaus sijoitettiin mökissä sijaitsevaan käyttöpaneeliin. Liitteessä 5 on esitetty tarvikeluettelo kesämökin sähköistykseen käytetyistä tarvikkeista.

#### 4.6 Tarkastukset ja mittaukset

Sähköurakoitsijan tulee tehdä kaikille rakentamilleen sähköasennuksille lakisääteinen käyttöönottotarkastus, jossa turvallisuus varmennetaan erilaisilla mittauksilla. Urakoitsijan tulee luovuttaa laadittu käyttöönottotarkastuspöytäkirja asiakkaalle, kun asennukset ovat valmistuneet. Pöytäkirja yhdessä muiden sähköistykseen liittyvien dokumenttien kanssa muodostaa hyvän tietopaketin myöhempää huoltoa ja käyttöä varten. Vuoden 1997 jälkeen laki ei ole edellyttänyt ulkopuolisen tekemää varmennustarkastusta omakotitalo-kohteissa. Asennuksen tekijän suorittama käyttöönottotarkastus jää näin ollen ainoaksi lain velvoittamaksi tarkastukseksi ja sen huolellinen ja tarkka toteutus korostuu. [5]

Käyttöönottotarkastus pöytäkirjasta tulee selvittää kohteen yksilöintitiedot sekä selvitys sähkölaitteistoon kohdistuvien säännösten ja määräysten mukaisuudesta. Tämän lisäksi täytyy kirjata myös yleiskuvaus tarkastusmenetelmistä, joita kohteessa on käytetty sekä tarkastuksien ja testauksien tulokset. Mittauksien osalta edellytetään merkintää eristysresistanssin- sekä silmukkaimpedanssinmittauksista kaikkine mittaustuloksineen. Lisäksi vaaditaan mittaustulokset vikavirtasuojien toiminnasta, jatkuvuusmittauksista sekä kiertosuunnan todentamisesta. [8]

Tarkastuspöytäkirjat voivat olla rakenteeltaan ja laajuudeltaan erilaisia riippuen kohteen tyypistä ja laajuudesta. Pöytäkirjasta on käytävä ilmi kaikki vaaditut asiat, mutta sen toteutukselle ei ole asetettu minkäänlaisia muotovaatimuksia. Liitteessä 6 on esimerkki käyttöönottotarkastuspöytäkirjasta. [8]

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjaa ei edellytetä mm. vähäistä vaaraa ja häiriötä aiheuttavista töistä eli maallikoille sallituista töistä, kuten lampunvaihto. Yksittäisen komponentin vaihdon tai lisäyksen saa tehdä myös ilman tarkastuspöytäkirjaa, kuten myös enintään 50 V AC tai 120 V DC sähkölaitteistojen asennukset. [8]

Tarkastuksen tekijällä tulee olla käytössään sellaiset mittalaitteet ja tarvikkeet, joilla voidaan suorittaa vaaditut testit ja mittaukset. Tarvittavia mittalaitteita ovat yleismittari, eristysresistanssimittari, pihtiampeerimittari, vaihejärjestyksen ilmaisimien, suojajohdinpiirin kunnan toteamiseen soveltuva laite, jännitteenkoetin sekä oikosulkuvirran määrittämiseen soveltuva laite. [8]

Esimerkkikohteessa urakoitsija suoritti asianmukaiset tarkastukset ja mittaukset. Laitteisto todettiin toimivaksi ja turvalliseksi käyttää. Mittauksista laadittu mittauspöytäkirja luovutettiin asiakkaalle.

## **5 Kehittämismahdollisuudet esimerkkikohteen sähköistyksessä**

Koska esimerkkikohteeseen tehtiin vain perussähköjärjestelmä, jäi järjestelmään vielä paljon kehittämistä sekä parannettavaa. Käytön lisääntyessä ja käyttöajan pidentyessä ensimmäisinä kehityskohteina tulevat eteen todennäköisesti 1-vaiheisen lieden päivittäminen 3-vaiheiseen sekä lämmitystehon kasvattaminen.

Haluttaessa käyttömukavuutta voidaan lisätä asentamalla erilaisia liiketunnistimia sekä hämäräkytkimiä, joiden avulla voidaan helpottaa esimerkiksi valojen ohjausta. Etäohjattavilla sähkökiukaalla ja lämmityksellä, voidaan alentaa mökille lähtemisen kynnystä ja lisätä käyttömukavuutta. Mikäli kulutuslaitteiden ja kalliin elektroniikan määrä kasvaa, on syytä hankkia myös rikosilmoitinjärjestelmä, joka auttaa suojautumaan rikollisuudelta, kuten esimerkiksi varkauksilta.

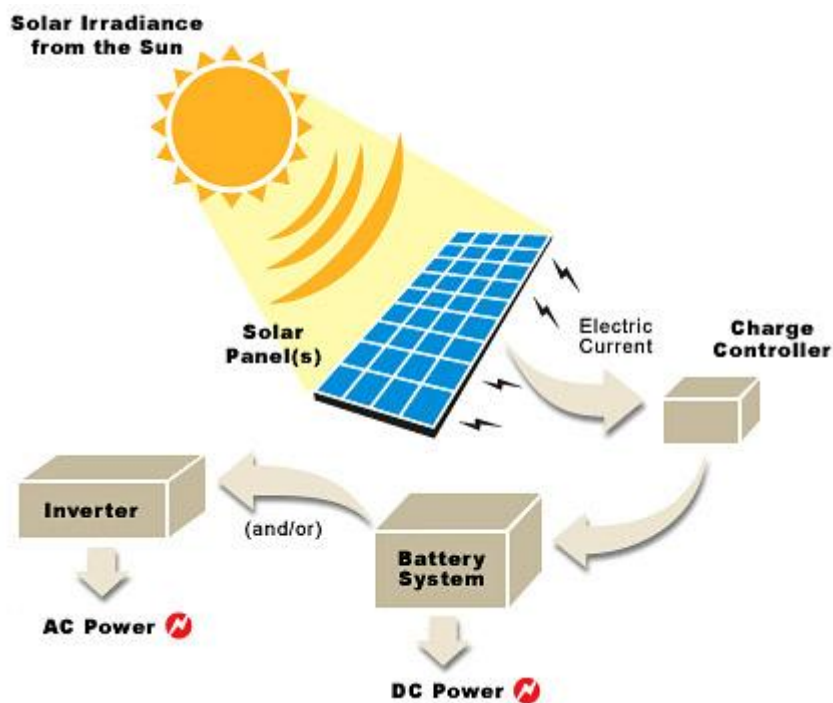
## **6 Kesämökin oma sähköntuotanto aurinkosähköllä**

### **6.1 Järjestelmän rakenne**

Aurinkosähköjärjestelmä koostuu tyypillisesti aurinkopaneeleista, lataussäätimestä, johdotuksista sekä akustosta. Auringonvalo muunnetaan 12 V:n tasavirraksi aurinkopaneeleilla, joita on aurinkosähköjärjestelmässä yleensä 1–2 kappaletta.



Lataussäätimellä pyritään estämään akkujen yllilatautuminen ja syväpurkautuminen, usein myös käyttölaitteiden ohjaus tapahtuu lataussäätimellä. Mökkikäyttöön soveltuvan akuston hyvinä ominaisuuksina pidetään pakkasenkestoa, vähäistä itsepurkua ja huoltovapautta. Akkutyypin tulee kestää jatkuvaa syvälatausta ja – purkua. Pienellä aurinkosähköjärjestelmällä voidaan käyttää vaikkapa valoja, pumpata vettä tai katsoa televisiota. Jos käytössä on riittävästi paneelitehoa, voidaan käyttää vaikkapa 12 V:n jännitteellä toimivaa pienikulutuksista jääkaappia tai normaaleja 230 V:n jännitteellä toimivia kotitalouskoneita järjestelmään kytketyn invertterin eli vaihtosuuntaajan avulla. [6; 7] Kuvassa 15 on kuvattu aurinkosähköjärjestelmän rakenne.



Kuva 15. Aurinkosähköjärjestelmän rakenne. [11]

## 6.2 Hyödyt ja haitat

Auringosta saatava energia on uusiutuvaa ja päästötöntä, eikä siitä synny jätteitä. Aurinkosähkö on itsenäinen ja omavarainen järjestelmä ja se soveltuu erinomaisesti kesämökeille, jotka ovat lomakäytössä. Järjestelmä on pitkäikäinen ja huollon tarve on pieni. [6; 7]

Mikäli sähkön käyttökohde on kaukana olemassa olevasta sähköverkosta, voidaan aurinkosähköjärjestelmällä säästyä pitkän ja kalliin sähköverkon rakentamiselta. Jos käyttöön halutaan vain muutamia valaisimia sekä esimerkiksi televisio tai radio, kannattaa miettiä tarkkaan aurinkosähkön tarjoamaa potentiaalia. Tällöin kulutkaan eivät ole vielä kovin suuret verrattuna sähköliittymän hankkimiseen.

Jos mökin käyttö on kevästä syksyyn jatkuvaa tai jossain tapauksissa ympärivuotista, kasvaa tehontarve monesti niin suureksi, että kannattaa harkita sähköverkkoon liittymistä. Sähköverkkoon liittyminen on aiheellista myös sähkölämmitystä hankittaessa. Aurinkosähköjärjestelmä voi romahtaa suuren kulutuksen takia, kun paneelien tuottama sähkö, ei enää riitä sähkölaitteiden käyttämiseen. Paneelien tuottaman sähkön määrä riippuu saatavilla olevan valon määrästä ja voi näin ollen vaihdella jonkin verran vuosittain. Pilviset kesät ja runsaslumiset talvet ovat suurimpia latauksen heikentäjiä. Kuvassa 16 näkyy aurinkopaneelien puhdistusta lumesta talviseen aikaan.



Kuva 16. Aurinkopaneeleja joudutaan puhdistamaan lumesta latauksen parantamiseksi.

## 7 Pohdinta

Perinteinen sähköliittymä on varma tapa turvata jatkuva sähkönsaanti, mutta käyttökelpoisia vaihtoehtoja tälle on kuitenkin olemassa. Aurinkosähkön mahdollisuudet tulevat paranemaan tekniikan kehittyessä ja yhä useampi hiilijalanjäljestään välittävä kuluttaja tulee puntaroimaan eri vaihtoehtoja.

Työn tekeminen oli mielenkiintoista ja se auttoi minua hahmottamaan sähköistysprosessin kokonaisuutena käytännön näkökulmasta, josta ei itselläni ollut juurikaan omakohtaista kokemusta. Omasta mielestäni onnistuin koostamaan melko kattavan ja helposti ymmärrettävän kokonaisuuden, jota voidaan käyttää apuna esimerkiksi suunniteltaessa vanhan kesämökin sähköistystä tai harkittaessa aurinkosähköjärjestelmän hankkimista.

Tämä opinnäytetyö ei ottanut juurikaan kantaa kustannuksiin, joten siltä osin jäi vielä aihetta jatkotutkimukseen. Lisäksi esimerkkikohteen kehitysmahdollisuudet ovat vielä tarkemmin ideoimatta ja toteuttamatta.

## Lähteet

1. Suomirakentaa.fi. Mökkeilyn tilastoja. [luettu 15.1.2014]  
<http://www.suomirakentaa.fi/lomarakentaja/suunnittelu-ja-valmistelu/moekkeily-tilastojen-valossa>
2. Parikkalan Valo Oy. Sähköliittymän hankinta. [luettu 16.1.2014]  
<http://www.parikkalanvalo.fi/fi/index.php?page=rakentajan-sahkoopas>
3. Kymenlaakson Sähkö Oy. Liittämiskohta. [luettu 18.1.2014]  
<http://www.ksoy.fi/kotitalouksille/rakentajille/liittamiskohta>
4. Paneliankosken Voima Oy. Maadoittaminen. [luettu 20.1.2014]  
<http://www.paneliankoskenvoima.fi/tuotteet-ja-palvelut-uusi-liittyma/maadoitus>
5. STEK Sähköturvallisuuden edistämiskeskus Ry. Käyttöönottotarkastus. [luettu 23.1.2014]  
[http://www.stek.fi/sahko\\_ja\\_rakentaja/sahkotoiden\\_teettaminen/fi\\_FI/kayttoonottotarkastus/](http://www.stek.fi/sahko_ja_rakentaja/sahkotoiden_teettaminen/fi_FI/kayttoonottotarkastus/)
6. Rakenna Oikein.fi. Aurinkosähköjärjestelmä. [luettu 4.2.2014]  
<http://www.rakennaoinkein.fi/fi/artikkelit/aurinkos%C3%A4hk%C3%B6j%C3%A4rjestelm%C3%A4t>
7. Aurinkosähkö.net. Aurinkosähköjärjestelmä. [luettu 4.2.2014]  
<http://aurinkosahko.mycashflow.fi/page/7/aurinkosahkojarjestelma-12v>
8. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. D1 – Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Espoo 2013. ISBN: 978-952-231-079-8
9. Kilpailuttaja.fi. Sähkötariffit. [luettu 24.2.2014]  
[https://www.kilpailuttaja.fi/palvelut/tuki\\_ja\\_ohjeet/Sahkon\\_hinta\\_ja\\_kilpailuttaminen\\_kilpailuttajafi\\_palvelussa/sahkotuotteet\\_eli\\_tariffit/](https://www.kilpailuttaja.fi/palvelut/tuki_ja_ohjeet/Sahkon_hinta_ja_kilpailuttaminen_kilpailuttajafi_palvelussa/sahkotuotteet_eli_tariffit/)
10. Sähkötieto ry. ST-kortti 53.21 Rakennusten sähköasennusten maadoitukset ja potentiaalintasaukset. Espoo 2012.
11. Alternative Energy News. Aurinkosähköjärjestelmän periaatekuva. [luettu 19.3.2014]  
<http://www.alternative-energy-news.info/technology/solar-power/>
12. Cam Matherin englanninkielinen blogi. Aurinkopaneelin puhdistaminen lumesta. [luettu 19.3.2014]  
<http://www.cammather.com/energy/solar-panel-snow-removal>
13. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Sähköenergian hintatiedot. [luettu 21.3.2014]  
<http://www.pks.fi/oiva>
14. Pohjois-Karjalan Sähkö Oy. Sähkönsiirron hintatiedot. [21.3.2014]  
<http://www.pks.fi/hinnasto>

## Sähköenergian ja sähkönsiirron hinnat [13,14]

## PKS Oiva -hinnasto

Hinnat (sis. alv. 24%)	1.1.2014- 31.3.2014	1.4.2014- 30.6.2014
------------------------	------------------------	------------------------

## PKS Oiva (alle 2 500 kWh vuosikäyttöön)

## Yksiaika (sopii myös kaksiaikaisesti mitatuille)

Kuukausimaksu (euroa/kk)	1.15	1.04
Energiamaksu (snt/kWh)	8.80	6.45

## PKS Oiva plus (yli 2 500 kWh vuosikäyttöön)

## Yksiaika (sopii myös kaksiaikaisesti mitatuille)

Kuukausimaksu (euroa/kk)	3.92	3.52
Energiamaksu (snt/kWh)	7.43	5.39

## Vuodenaika

Kuukausimaksu (euroa/kk)	3.92	3.52
Energiamaksu talviarkipäivä (snt/kWh)	8.27	6.18
Energiamaksu muu aika (snt/kWh)	6.96	5.18

## Päivä-Yö

Kuukausimaksu (euroa/kk)	3.92	3.52
Energiamaksu päivä (snt/kWh)	7.79	5.83
Energiamaksu yö (snt/kWh)	6.65	4.89

# Sähkön siirtopalvelun hinnasto

Voimassa alkaen 1.1.2014

## YLEISSIIRTO Yksiaika

Pääsulakkeen koko	Kuukausimaksu (€/kk) alv. 24%
1x35 A*	9,32
3x25 A**	14,62
3x25 A	17,89
3x35 A	29,88
3x50 A	48,24
3x63 A	66,96
3x80 A	92,01
3x100 A	122,76
Siirtomaksu snt/kWh	4,13
sähkövero (lk1)	2,36
yhteensä	6,49

\*) 1-vaiheiset 25 A ja 35 A kerros- ja rivitaloasiakkaat

\*\*\*) Kerros- ja rivitaloliittymät, joissa 5 tai useampi käyttöpaikkaa

## YLEISSIIRTO Päivä-Yö

Pääsulakkeen koko	Kuukausimaksu (€/kk) alv. 24%
3 x 25A	31,00
3 x 35A	46,28
3 x 50A	70,06
3 x 63A	92,94
3 x 80A	123,69
3 x 100A	159,96
3 x 125A	206,71
3 x 160A	271,70
3 x 200A	343,78
<b>Siirtomaksut snt/kWh</b>	
<b>Päivä klo 7-22*</b>	4,32
sähkövero (lk1)	2,36
yhteensä	<b>6,68</b>
<b>Yöaika klo 22-7</b>	1,71
sähkövero (lk1)	2,36
yhteensä	<b>4,07</b>

**YLEISSIIRTO Vuodenaika**

<b>Pääsulakkeen koko</b>	<b>Kuukausimaksu (€/kk) alv. 24%</b>
3 x 25A	31,00
3 x 35A	46,28
3 x 50A	70,06
3 x 63A	92,94
3 x 80A	123,69
3 x 100A	159,96
3 x 125A	206,71
3 x 160A	271,70
3 x 200A	343,78
<b>Siirtomaksut snt/kWh</b>	
<b>Talviarkipäivä**</b>	5,59
sähkövero (lk1)	2,36
yhteensä	<b>7,95</b>
<b>Muu aika</b>	1,71
sähkövero (lk1)	2,36
yhteensä	<b>4,07</b>

**YLEISTÄ**

Sähkövero:

- veroluokka 1: 1,903 snt/kWh (alv 0 %) eli 2,360 snt/kWh (alv 24 %),
- veroluokka 2: 0,703 snt/kWh (alv 0 %) eli 0,872 snt/kWh (alv 24 %). Sisältää huoltovarmuusmaksun 0,013 snt/kWh. Hinnastossa sähkövero on esitetty likiarvona.

Kaikki asiakkaat kuuluvat automaattisesti sähköveroluokkaan 1 elleivät ole muuta ilmoittaneet. Jos asiakas on oikeutettu sähköveroluokkaan 2, on hänen toimitettava siitä kirjallinen vakuutus verkkoyhtiölle.

\*\*\*) Talviarkipäivä on 1.11. - 31.3. klo 7 - 22 maanantaista lauantaihin.

\*) Päivä-Yösähkö on maanantaista sunnuntaihin klo 7 - 22.

## Tariffien kustannusten vertailu

## PKS Oiva Plus yksiaika + Yleissiirto Yksiaika

Sähkönkulutus (kWh/a)	Sähköenergia (€/a)	Sähkösiiirto (€/a)	Yhteensä (€/a)
1000	96,1	279,6	375,7
2000	150,0	344,5	494,5
3000	203,9	409,4	613,3
4000	257,8	474,3	732,1
5000	311,7	539,2	850,9
6000	365,6	604,1	969,7
7000	419,5	669,0	1088,5

## PKS Oiva Vuodenaika + Yleissiirto Vuodenaika

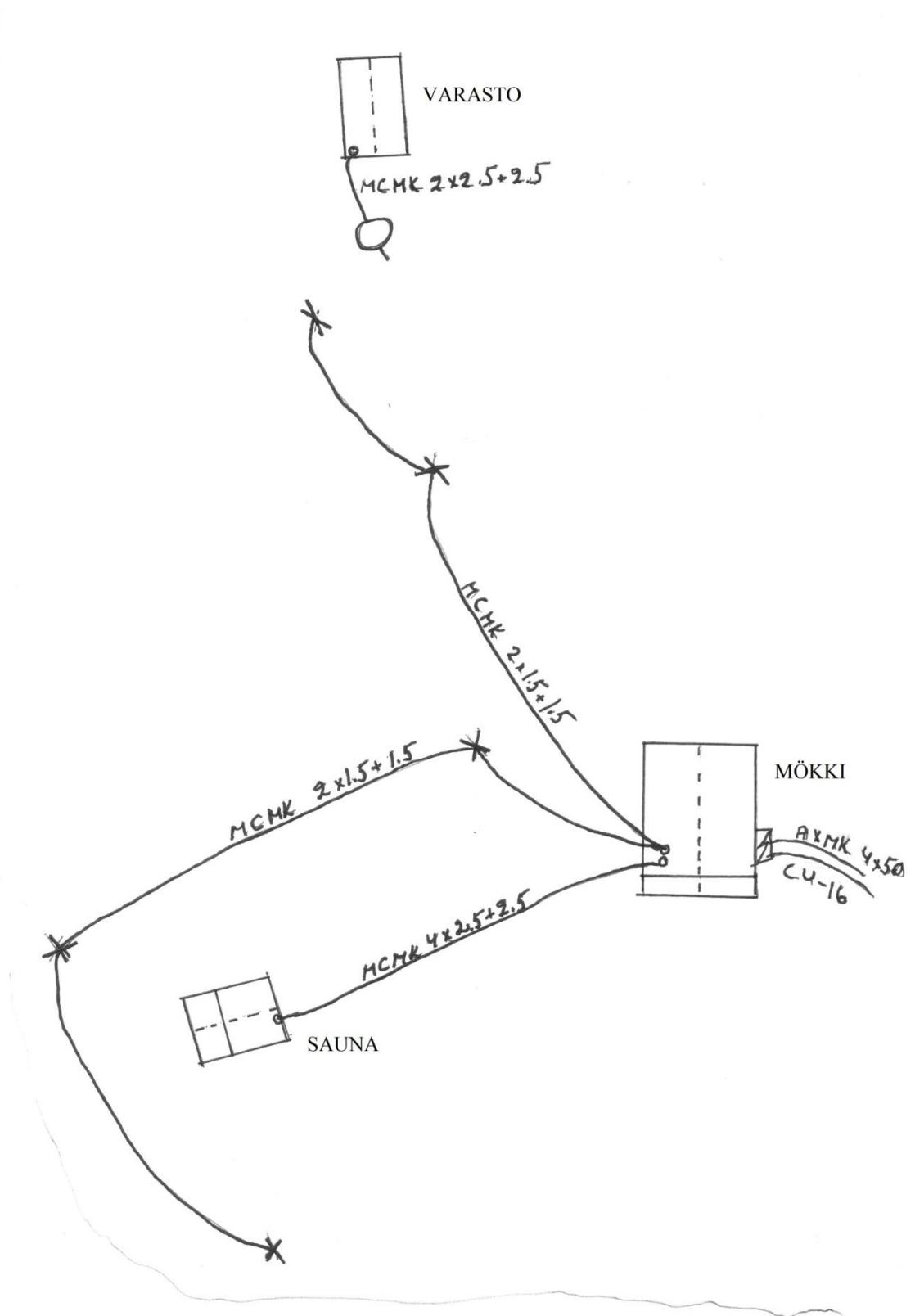
Sähkönkulutus (kWh/a)	Sähköenergia (€/a)	Sähkösiiirto (€/a)	Yhteensä (€/a)
1000	94,0	412,7	506,7
2000	145,8	453,4	599,2
3000	197,6	494,1	691,7
4000	249,4	534,8	784,2
5000	301,2	575,5	876,7
6000	353,0	616,2	969,2
7000	404,8	656,9	1061,7

## PKS Oiva Päivä–Yö + Yleissiirto Päivä–Yö

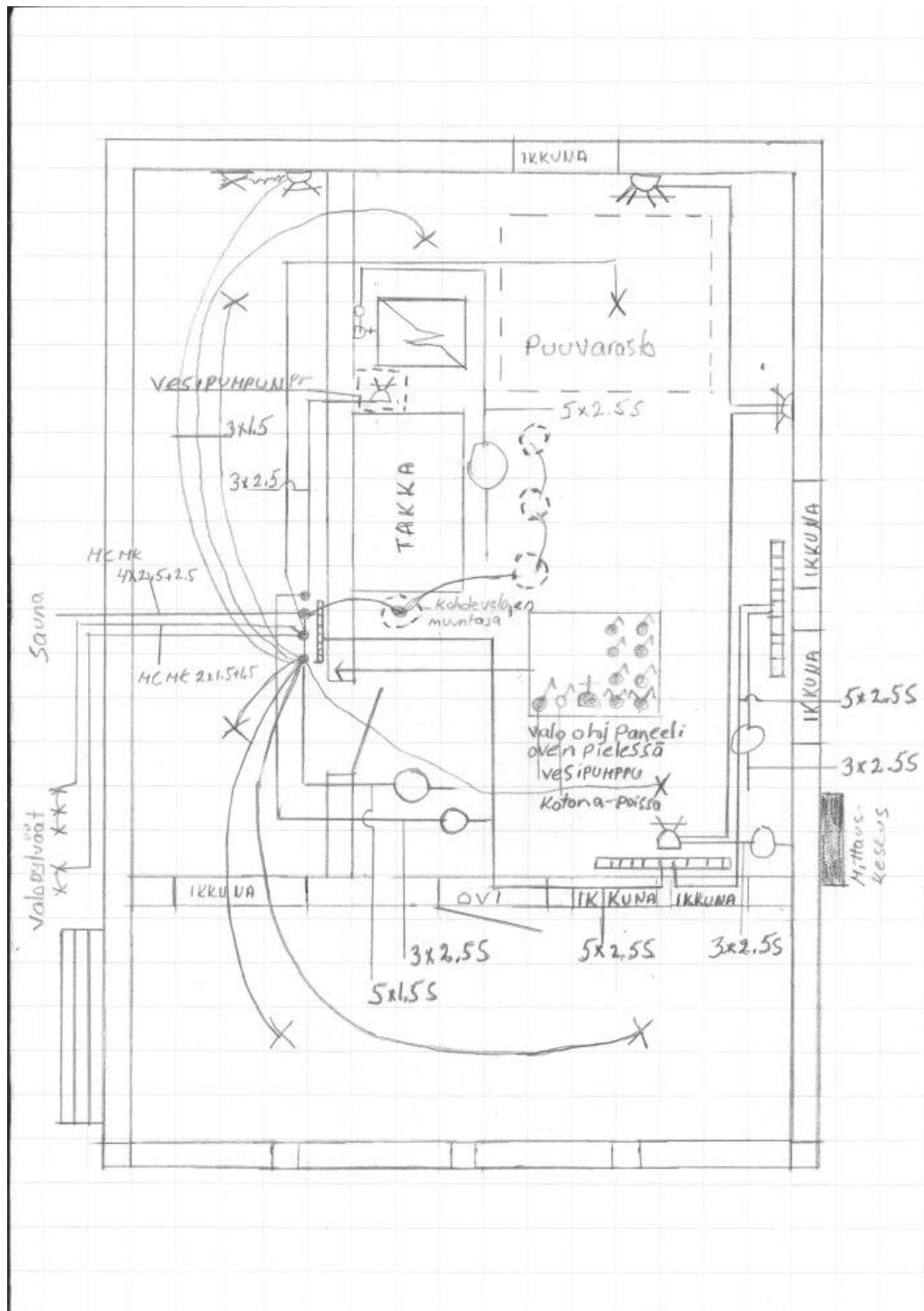
Sähkönkulutus (kWh/a)	Sähköenergia (€/a)	Sähkösiiirto (€/a)	Yhteensä (€/a)
1000	100,1	437,5	537,6
2000	157,9	503,0	660,9
3000	215,7	568,5	784,2
4000	273,6	634,0	907,5
5000	331,4	699,5	1030,9
6000	389,2	765,0	1154,2
7000	447,1	830,5	1277,5



Rakennusten sijoittuminen tontille sekä maakaapeloinnit (ohjeellinen, ei mittakaavassa)



Mökkirakennuksen sähkökuva (ohjeellinen, ei mittakaavassa)



## Tarvikeluettelo

Mittauskeskus:	MK 12 AR+PR IP34	
Kaapelit:	AXMK	4x50 25 m
	CU	16 25 m
	MMJ	3x1,5s 50 m
	MMJ	5x1,5s 20 m
	MMJ	3x2,5s 25 m
	MMJ	5x2,5s 20 m
	MCMK	2x1,5+1,5 60 m
	MCMK	2x2,5+2,5 50 m
	MCMK	4x2,5x2,5 20 m
Rasiat:	jakorasia pintaan IP34	4 kpl
	jakorasia upotettava	4 kpl
	kohdevalojen suojakupit	4 kpl
Pistorasiat:	schukopistorasia 4-osainen pintaan	1 kpl
	schukopistorasia 2-osainen pintaan	4 kpl
	schukopistorasia 1-osainen upotettava	1 kpl
	schukopistorasia 2-osainen pintaan IP34	1 kpl
	schukopistorasia + kytkin 1-osainen pintaan IP34	1 kpl
	schukopistorasia 1-osainen pintaan	1 kpl
Kytkimet:	1-kytkin upotettava	6 kpl
	5-kytkin upotettava	2 kpl
	1-kytkin pintaan	1 kpl
	1-kytkin ”nokka” upotettava	1 kpl
	6-kytkin pintaan IP34	2 kpl
	1-kytkin pintaan IP34	1 kpl
	Valaisimet:	kohdevalaisin
riippuvalaisin		1 kpl
kiinteä kattovalaisin		8 kpl
kiinteä ulkovalaisin		3 kpl
seinävalaisin		2 kpl
saunavalaisin		1 kpl
valopylväät		5 kpl + betoniset maatuet 5 kpl
Lämmittimet:	lämmitin 900 W	2 kpl
	lämmitin 350 W	1 kpl
Asennustarvikkeet:	naulakiinnikkeet	500–600 kpl
	kytkentäliittimet	noin 50 kpl

## Käyttöönottotarkastuspöytäkirja



ST 51.21.05

1 (4)

Pöytäkirjan nro \_\_\_\_\_

KÄYTTÖÖNOTTO-  
TARKASTUSPÖYTÄKIRJA

Käyttöönottotarkastuksen osatarkastus <input type="checkbox"/>			
Käyttöönottotarkastus <input type="checkbox"/>			
Muu <input type="checkbox"/>			
<b>PERUSTIEDOT</b>			
Kohteen tiedot	Työnumero	Kohteen nimi ja yksilöinti	Osoite ja postitoimipaikka
Sähkölaitteiston rakentaja	Rakentajan nimi		Osoite ja postitoimipaikka
	Sähkötöiden johtaja		
	Puhelinnumero		Sähköpostiosoite
<b>1. AISTINVARAINEN TARKASTUS</b>			
Koko kohde	<input type="checkbox"/>	Vain kyseinen keskusalue	<input type="checkbox"/>
a)	Sähköiskulta suojaus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
b)	Palosuojaus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
c)	Johtimien valinta	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
d)	Suoja-, käyttö- ja vaivontalaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
e)	Erotus- ja kytkentälaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
f)	Sähkölaitteiden suojausmenetelmät	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
g)	Nolla- ja suojaohjimien tunnuukset	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
h)	Yksivaiheiset kytkinlaitteet	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
i)	Dokumentit, varoituskilvet yms.	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
j)	Tunnistettavuus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		
k)	Johtimien liittösten sopivuus	Kunnossa <input type="checkbox"/>	Ei sisälly <input type="checkbox"/>
	Huom! _____		

1. AISTINVARAINEN TARKASTUS (jatkuu)									
l) Suojajohtimien olemassa olo		Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>				
Maadoltuselektrodin rakenne:									
Perustusmaadoitus		<input type="checkbox"/>							
Muu, mikä?		_____							
Perustelut _____									
m) Sähkölaitteiston vaatima tila		Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>				
Huom! _____									
n) Erikoistilat		Kunnossa	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly	<input type="checkbox"/>				
Kohdetta koskevat erikoistilat:									
Lääkintätila		Liite _____							
Rajähdyksivaarallinen tila		Liite _____							
		Liite _____							
<b>KESKUKSEN NIMI JA TUNNUS:</b> _____									
2. SUOJAJOHTIMIEN JATKUVUUS (PE-, PEN-, maadoitus-, pää- ja lisäpotentialintasausjohtimet)									
Todettu kaikista laitteista ja pistorasioista		<input type="checkbox"/>	Suurin resistanssi _____ Ω, ryhmässä _____						
Jatkuvuus todettu vaatimusten mukaiseksi		<input type="checkbox"/>							
Liitteet: _____									
3. ERISTYSRESISTANSSI									
Kohde	Ryhmä nro	$R_p/M\Omega$	Huom	Kohde	Ryhmä nro	$R_p/M\Omega$	Huom		
<input type="button" value="Lisää rivi"/>		<input type="button" value="Poista viimeinen rivi"/>							
Eristysresistanssit todettu vaatimusten mukaisiksi <input type="checkbox"/>									
PE- ja N-johtimien yhdistys on palautettu mitausten jälkeen entiseleen <input type="checkbox"/>									
Erikoistoimenpiteet mitausten suorittamisessa: _____									
Liitteet: _____									
4. SYÖTÖN AUTOMAATTINEN POISKYTKENTÄ									
		$I_k/A$	$Z_k/\Omega$	Suojalaite	In/A (suojalaitteet)				
Keskus									
Epäedullisin piste (0,4 s)									
Epäedullisin piste (5,0 s)									
<input type="button" value="Lisää rivi"/>		<input type="button" value="Poista viimeinen rivi"/>							
Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu mittaamalla		<input type="checkbox"/>	Vikasuojaus on toteutettu vikavirtasuojalla					<input type="checkbox"/>	
Oikosulkuvirta- ja silmukkaimpedanssiarvot saatu laskemalla		<input type="checkbox"/>							
Saadut arvot ovat standardin vaatimusten mukaiset		<input type="checkbox"/>							
Liitteet: _____									
Vikavirtasuojat									
Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus	Tyyppi ja käyttö-tarkoitus	Ryhmä nro	Nimellisarvo/mitattu arvo		Painike-testaus
		t/ms	$I_{\Delta n}$				t/ms	$I_{\Delta n}$	
<input type="button" value="Lisää rivi"/>		<input type="button" value="Poista viimeinen rivi"/>							
Toiminnot todettu standardien vaatimusten mukaisiksi		<input type="checkbox"/>	Käyttötarkoitus: VS - vikasuojaus, LS - lisäsuojaus, PS - palosuojaus						
Liitteet: _____									
5. KIERTOSUUNNAN TARKASTUS									
Keskus	<input type="checkbox"/>	3-vaihepistorasiat	<input type="checkbox"/>	Ei sisälly asennukseen	<input type="checkbox"/>				

<b>6. TOIMINTA- JA KÄYTTÖTESTIT</b>	
Koneet ja laitteet <input type="checkbox"/>	Toiminnalliset kokonaisuudet <input type="checkbox"/> Ei sisälly asennukseen <input type="checkbox"/>
<b>7. EMC-SUOJAUS</b>	
Kohteessa on käytetty TN-S -järjestelmää	<input type="checkbox"/>
Maadoitukset ja potentiaalitasaukset on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti	<input type="checkbox"/>
Kaapeleiden valinta, sijoittelu ja asentaminen on toteutettu EMC-vaatimusten mukaisesti	<input type="checkbox"/>
Laittevalinnoissa on huomioitu asennusympäristön vaatimukset	<input type="checkbox"/>
Asennuksissa on noudatettu laitevalmistajien ohjeita	<input type="checkbox"/>
Muuta, mitä? _____	
Liitteet: _____	
Sähkölaitteisto täyttää sähköturvallisuuslain ja valtioneuvoston asetuksen (1466/2007) sähkömagneettista yhteensopivuutta koskevat vaatimukset <input type="checkbox"/>	
<b>8. HUOLTO- JA KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TARVE</b>	
Kohteen kunnossapito-ohjelma vaaditaan <input type="checkbox"/>	
ei vaadita <input type="checkbox"/>	
Kohteessa on huolto- ja kunnossapito-ohjelma <input type="checkbox"/>	
Kohteessa on käyttö-, huolto- ja kunnossapito-ohjeet <input type="checkbox"/>	
Kohteessa on polstumisreittivalaistus <input type="checkbox"/>	Kohteessa on polstumisreittivalaistusta koskeva kunnossapito-ohjelma <input type="checkbox"/>
<b>9. SEURAAVA MÄÄRÄAIKAISTARKASTUS</b>	
Tarkastus: vaaditaan <input type="checkbox"/> määräaikaistarkastuksen ajankohta _____	
ei vaadita <input type="checkbox"/>	
Huom! _____	
<b>10. KOHTEEN TOTEUTUKSESSA KÄYTETYT STANDARDIT</b>	
Toteutuksessa on käytetty standardikäsi kirjaa SFS 600/20 _____ ja	
muuta, mitä? _____	
Kohde on todettu edellä mainittujen standardien vaatimusten mukaisesti toteutetuksi <input type="checkbox"/>	
<b>11. PALOVAROITTIMET</b>	
<input type="checkbox"/> Vakuutamme, että asennetut palovarotitimet täyttävät niille säädöksissä ja määräyksissä asetetut vaatimukset (pelastustoimen laitelaki, asetus palovarotitinten teknisiä ominaisuuksia, sähköturvallisuus säädökset jne.) ja että ne on asennettu ao. suunnitelman mukaisesti.	
<input type="checkbox"/> Palovarotitinten käyttö- ja huolto-ohjeet on luovutettu.	
Selvitys kuinka palovarotitinten virran ja varavirran syöttö on toteutettu:	
_____ _____ _____	
Lisätietoja:	
_____ _____	
<input type="checkbox"/> Palovarotitinten osalta on laadittu erillinen asennustodistus, jossa on mainittu edellä esitetyt asiat ja joka on tämän pöytäkirjan liitteenä.	
<b>12. TARKASTUKSEN TEKIJÄ(T)</b>	
<input type="button" value="Lisää tarkastuksen tekijöitä"/> <input type="button" value="Poista tarkastuksen tekijöitä"/>	
Päiväys	Päiväys
Alekirjoitus ja nimen selvennys	Alekirjoitus ja nimen selvennys
Mittauksessa käytetyt mittalaitteet:	
_____ _____	

4 (4)

13. LUOVUTUSMERKINTÄ	
a)	Ilmoitus kohteen valmistumisesta tehty: Verkkoyhtiö <input type="checkbox"/> Verkkoyhtiön nimi _____ TUKES <input type="checkbox"/> _____
b)	Käytön opastus <input type="checkbox"/> Sovittu pidettäväksi pvm __. __ 20__
c)	Käyttöönottotarkastuspöytäkirja luovutettu liitteineen <input type="checkbox"/> Liitteet: _____
d)	Piirustukset ja muut dokumentit luovutettu <input type="checkbox"/>
Luettelo piirustuksista ja dokumenteista:	
Lisätietoja:	
Päiväys	Alekirjoitus ja nimen selvitys
14. TILAAJAN TAI HÄNEN EDUSTAJANSA KUITTAUS	
Olen vastaanottanut kohdassa 13, Luovutusmerkintä, ilmoitetut suoritukset. Pöytäkirja säilytettävä ja tarvittaessa esitettävä koko sähkölaitteiston käyttöajan.	
Päiväys	Alekirjoitus ja nimen selvitys

Käyttöönottotarkastuspöytäkirjan täyttöohje, ks. liite 1.  
Mittauksissa tarvittavaa perustietoa, ks. liite 2.