

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma, talotekniikka
Jussi Koskela

Opinnäytetyö

Vapaa-ajan asuntojen sähköistys

Työn ohjaaja
Tampere 05/2010

Diplomi-insinööri Veijo Piikkilä

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma, talotekniikka

Tekijä	Jussi Koskela
Työn nimi	Vapaa-ajan asuntojen sähköistys
Sivumäärä	45
Valmistumisaika	5/2010
Työn ohjaaja	Diplomi-insinööri Veijo Piikkilä, TAMK

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli opastaa kesämökkien sähköistyksessä. Pääpaino työn tekemisessä oli kaksi sukuni omistuksessa olevaa kesämökkiä, jotka tullaan sähköistämään kuluvan vuoden aikana. Työssä käytiin lävitse sähkötöihin liittyvät standardit, sähköliittymän suunnittelu ja tilaaminen, sähköasennukset ja maadoitukset sekä lopputarkastukset. Koska mökkien sähköistys tullaan toteuttamaan yhteisliittymällä, työssä käsiteltiin tarkemmin sähköliittymän ja sähköjohtimien mitoitusperiaatteita laskuesimerkein sekä sanallisesti.

Työn lähtökohtana oli oma kiinnostus sähkösuunnittelua kohtaan sekä koulussa opittujen asioiden hyödyntäminen todelliseen kohteeseen. Työssä esitetyt laskukaavat pohjautuvat ST kortteihin ja niitä voidaan hyödyntää myös asuinkiinteistöjen sähkösuunnittelussa.

Työstä voidaan päätellä, että hyvällä suunnittelulla, asianmukaisia ohjeita noudattaen sekä ammattitaitoisia henkilöitä käyttäen kesämökkien sähköistys on yksinkertaista toteuttaa. Työssä esitettyjä ohjeita ja mitoituslaskuja voi käyttää tiedonlähteenä vapaasti.

Avainsanat

vapaa-ajan asunto, kesämökki, sähköliittymä, johdon
mitoitus

Tampere University of Applied Sciences
Electrical Engineering, house technique

Writer	Jussi Koskela
Thesis	Summer cottages electrification
Pages	45
Graduation time	5/2010
Thesis Advisor	Master of Science in Engineering Veijo Piikkilä, TAMK

Abstract

The goal of this thesis was to advice summer cottages electrification. The main focus was two summer cottages which my family own. The cottages will be electrified this year. Thesis is an overview to standards for making electricity works, electrical interface design and interface ordering. There were also electrical installations, groundings and final inspections. Electrical interface and cables design principles were in more detail because summer cottages electrification will be made from the same interface.

Starting point to this thesis was my own interest to the electrical design and utilize things I have learned in school in real target. The formulas presented in thesis are based on ST cards and they can be used also in electrical design of dwelling houses.

It can be concluded by the thesis that a good design followed by appropriate guidelines and use of skilled people summer cottages electrification is simple to implement. Instructions and formulas which thesis include can be used freely as an information source.

Keywords

summer cottage, electrical interface, cables dimensioning

Sisällysluettelo

1	Johdanto	6
2	Kesämökkien sijainti.....	7
2.1	Kesämökit kartalla	7
2.2	Pinnanmuodot ja maaperä.....	8
3	Sähköstandardit	8
4	Sähköliittymän suunnittelu.....	9
4.1	Sähköliittymän tilaaminen.....	10
4.2	Sähköliittymän verkkoratkaisu	13
4.3	Liittämiskohta	15
4.4	Kaapeleiden asennusmenetelmät ja muuntamotyyppi	17
4.5	Sähkökeskusten sijainnit ja valinnat.....	19
4.6	Ympäristötekijät	20
4.7	Maankäyttöoikeudet	20
4.8	Verkon muutettavuus.....	21
5	Sähköliittymän mitoittaminen	21
5.1	Kesämökkien liittymisjohdon mitoittaminen	22
5.2	Liittymän pääsulakkeiden valinta sekä nousujohtojen mitoitus	23
5.3	Automaattinen poiskytkentä.....	25
5.4	Kiinteistön ryhmäjohtojen enimmäispituudet	29
5.5	Jännitteenalenemat.....	29
5.6	Mekaaninen kestävyys	31
5.7	Johtojen taloudellinen mitoitus	32
5.8	Nousujohtokaavio	33
5.9	Sähköliittymän hinta	34
6	Maadoitus	35
6.1	Pienjännitejärjestelmän maadoituksen mitoitus	35
6.2	Pienjänniteliittymän maadoittaminen	36
7	Sähköasennukset	38
7.1	Sähkölämmitys	38
7.2	Lämmityksen etäohjaus.....	38
7.3	Valaistusratkaisut	39
7.3.1	Sisävalaistus.....	39
7.3.2	Pihavalistus	40

7.4	Aurinkoenergian hyödyntäminen.....	40
7.5	Valvontajärjestelmät	41
8	Lopputarkastukset	41
8.1	Käyttöönottotarkastukset	42
8.2	Toiminnan tarkastukset.....	42
9	Yhteenveto.....	43
	Lähteet	44

1 Johdanto

Suomessa on tilastokeskuksen mukaan noin 480 000 tuhatta kesämökkiä, joista puolet on sähköistetty. Kesämökkien käyttötottumukset ovat selvästi muuttuneet ja yhä enemmän ollaan siirtymässä kesäasumisesta ympärivuotiseen vapaa-ajan asumiseen, kakkosasuntoon maalla. Tämä edellyttää asumistason nostoa, ja mukavuuksia halutaan myös kesämökille. Sähköistys on tällöin keskeisessä osassa ryhdyttäessä muuttamaan kesämökkiä ympärivuotiseen asumiseen sopivaksi. Valaistus, lämmitys ja poissa oltaessa sopivan peruslämmön ylläpito hoituvat kätevimmin, jos mökissä on sähköt. Se edellyttää sähköverkkoon liittymistä sekä kesämökin sähkösuunnittelua.

Sähköjen asentaminen kesämökille käynnistyy yhteydenotolla paikalliseen verkkoyhtiöön, jolla on yksinoikeus rakentaa verkko ja periä sähkönsiirtomaksu. Sähköistysprojektissa on suositeltavaa käyttää ammattitaitoista sähkösuunnittelijaa, mikä takaa sekä toimivuuden että turvallisuuden. Sähkötarvikkeet on kesämökille hyvä ostaa sähköalan ammattiliikkeestä, jolloin varmistetaan, että mökille saadaan tunnettujen valmistajien hyväksytyjä nykyaikaisia laatutuotteita. Varsinaiset sähkötyöt on aina teetettävä asianomaiset oikeudet omaavalla sähköurakoitsijalla.

Tämä lopputyö on tehty vanhempieni ja setäni kesämökkien sähköistystä varten, joka aiotaan toteuttaa kesällä 2010. Mökkien sähköistys tehdään yhteisliittymällä, joka tullaan tilaamaan paikalliselta verkkoyhtiöltä, mutta sähkötyöt kesämökeissä ja niiden läheisyydessä on tarkoitus toteuttaa itse. Tässä lopputyössä on annettu ohjeet liittymän suunnitteluun ja tilaamiseen, kaapeleiden mitoittamiseen sekä selvitetty sähköliittymän hinta. Työssä esitetyistä ohjeista ja esimerkeistä on suuri hyöty myös vastaavanlaisen projektiin ryhtyvillä henkilöillä.

2 Kesämökkien sijainti

Kaksi kesämökkiä, joille sähköistys suunnitellaan, sijaitsevat Mouhijärven kunnassa, noin 50 kilometriä Tampereelta. Kohteiden maantieteelliset koordinaatit ovat $61^{\circ} 11' 28''$ pohjoista leveyttä ja $23^{\circ} 28' 3''$ itäistä pituutta. Kesämöккеjä lähin 20 kV:n sähköverkko, jonka omistaa Fortum Oy, kulkee Sastamalantien (entinen Vammalantie) varressa noin 800 metrin päässä mökeistä.

2.1 Kesämökit kartalla



Kuvio 1. Kesämökkien sijainti kartalla

2.2 Pinnanmuodot ja maaperä

Sastamalantien ja mökkialueen välinen maasto on tyypillistä suomalaista metsää. Maaperä on pehmeähköä mutta sora- ja kalliopohjaista, joten liittymäkaapelia ei ole mahdollista vetää suorassa linjassa mökeille. Metsässä on myös suota. Mökeille vievä tie on hiekkapohjainen ja pääpiirteittäin suora. Suuria korkeuseroja alueella ei esiinny. Sastamalantien ja mökkien välisen metsän omistavat muut, joten sähkölinjan vetäminen metsän läpi tuskin onnistuu. Myös kalliot ja suo puoltavat linjan vetämistä teiden varsille.

3 Sähköstandardit

Sähkötöitä tehtäessä on aina huomioitava työhön liittyvät standardit, jotta työn tekeminen on laillista ja turvallista. Tällöin tärkein standardi sähkötöitä tehtäessä on suomalainen sähköturvallisuusstandardi SFS 6002, jossa on kerrottu, kuinka eri tilanteissa tulee menetellä turvallisen työnteon takaamiseksi. Standardia sovelletaan kaikkeen sähkölaitteistojen käyttöön ja työskentelyyn sähkölaitteistoissa tai niiden läheisyydessä. Standardi ei koske maallikoita, jotka käyttävät sähkölaitteistoja ja laitteita, jotka täyttävät niitä koskevien standardien vaatimukset ja jotka on suunniteltu ja asennettu maallikoiden käytettäväksi.

Sähköasennuksia koskevat standardit löytyvät SFS 6000 - standardisarjasta, joka koskee asennuksia, joiden nimellisjännite on vaihtojännitteellä (AC) enintään 1000 V (tehollisarvo) ja tasajännitteellä (DC) enintään 1500 V. (SFS 6000-1, 2007, 59)
Standardisarjan on valmistellut SESKOn standardoimiskomitea SK 64
Pienjännitesähköasennukset, ja se on uusittu perusteellisesti vuonna 2007. (SFS 6000, 2007, 3)

Sähkötyön suunnitteluun liittyvät standardit

Luettelo SFS 6000-sarjan tärkeimmistä standardeista, jotka on otettava huomioon kesämökkien sähköistystä suunniteltaessa:

SFS 6000-4-43 YLIVIRTASUOJAUS

SFS 6000-5-51 SÄHKÖLAITTEIDEN VALINTA JA ASENTAMINEN

SFS 6000-5-52 JOHTOJÄRJESTELMÄT

SFS 6000-5-53 EROTTAMINEN, KYTKENTÄ JA OHJAUS

SFS 6000-5-54 MAADOITTAMINEN JA SUOJAJOHTIMET

SFS 6000-6 TARKASTUKSET

SFS 6000-7-703 SAUNAT

SFS 6000-7-714 ULKOVALAISTUSASENNUKSET

SFS 6000-8-801 JAKELUVERKOT

SFS 6000-8-804 KUIVAT, KOSTEAT JA MÄRÄT TILAT SEKÄ ULKOTILAT

SFS 6000-8-810 JAKOKESKUKSET

SFS 6000-8-814 KAAPELIEN ASENTAMINEN MAAHAN TAI VETEEN

4 Sähköliittymän suunnittelu

Ennen suunnittelun aloittamista on syytä selvittää tarkasti omat toiveet, tarpeet ja taloudelliset resurssit. Sähkösuunnittelun tekemiseen ei tarvita sähköalan koulutusta mutta turvallisen ja toimivan lopputuloksen kannalta on suositeltavaa, että sähkösuunnittelun tekee sähköalan ammattilainen, joko sähkösuunnittelija tai sähköurakoitsija. Sähköliittymää suunniteltaessa tulee liittyjän tai hänen valtuuttamansa sähkösuunnittelijan sopia verkkoyhtiön kanssa liittymän rakenne. Liittymän rakentaminen edellyttää neuvottelua johtoreitistä alueen maanomistajan kanssa, joten edullisinta asennusmenetelmää ei ole aina mahdollista käyttää. Liittymä voi edellyttää myös uuden muuntamon rakentamista. (Sähköala 2010, Suunnittelu ja tarjouspyyntö)

Varsinkin haja-asutusalueella voivat johtojen sijoituslupa-asiat viedä runsaasti aikaa, joten verkkoyhtiöön on otettava yhteyttä heti, kun ryhdyt miettimään sähköistämistä. Verkkoyhtiöltä selviävät hinta- ja toimitusaikatiedot, jotka auttavat työn suunnittelussa eteenpäin. Aikainen yhteydenotto mahdollistaa myös liittymävaihtoehtojen pohtimisen yhdessä ammattilaisen kanssa.

Haja-asutusalueilla perinteinen pienjänniteverkkoratkaisu on ollut pylväsmuuntamo ja AMKA-riippukierrehdoilla toteutettu pienjänniteverkko. Maakaapeloinnin käyttö on kuitenkin yleistynyt melko nopeasti tilanteissa, joissa kaapelin asennus voidaan tehdä auraamalla. Pienjännitemaakaapelin hinta ei ole juuri AMKA:ta kalliimpi, ja

auraaminen on yleensä pylvästystä edullisempi asennuspa. Tällöin maakaapeloinnin käyttö on jopa huomattavasti AMKA-verkkoa edullisempi ratkaisu. Aurausta ei voida kuitenkaan suorittaa kivikkoiseen tai kallioiseen maaperään, joten maakaapeliverkon kokonaispituus tulee yleensä hieman AMKA-verkkoa suuremmaksi.

(Lakervi & Partanen 2008, 160)

Verkkoyhtiölle toimitettavat tiedot ja asiakirjat:

- osoite- ja yhteystiedot
- rakennustiedot (pinta-ala, tilavuus ja lämmitystapa)
- tonttikartta tai karttaote
- tasopiirustus, josta ilmenevät suunniteltu kaapelireitti
- pääkeskuksen sijainti
- sähköistystiedot

(ST 13.31, 2001, 6)

4.1 Sähköliittymän tilaaminen

Sähköliittymä tilataan jakeluverkon haltijalta, joka tässä tapauksessa on Fortum Oyj. Sieltä saa sähköistysprojektiin ammattitaitoisen yhteyshenkilön, jonka kanssa voi käydä läpi kaikki sähköistämiseen liittyvät asiat.

Sähköliittymän hinnan perusteena ovat pääsulakekoko ja suoraan mitattu etäisyys rakennetusta 20 kV:n johdosta tai olemassa olevasta jakelumuuntamosta. (Fortum Oy, Liittymismaksun määräytyminen)

Lainaus Fortum Oy:n verkkosivuilta

”Hinnoittelu perustuu seuraaviin liittymävyöhykkeisiin:

Vyöhyke 1

Etäisyys rakennetusta 20 kV:n johdosta liittämiskohtaan on suoraan mitattuna enintään 300 m. Meri- ja vesistökaapelit hinnoitellaan erikseen.

Vyöhyke 2

Liittymän pääsulake on enintään 63 A ja etäisyys rakennetusta 20 kV:n johdosta

liittämiskohtaan on suoraan mitattuna enintään 600 m. Meri- ja vesistökaapelit hinnoitellaan erikseen.

Vyöhyke 2+

Liittymän pääsulake on enintään 25 A ja etäisyys olemassa olevasta jakelumuuntamosta liittämiskohtaan on suoraan mitattuna yli 600 m, mutta enintään 800 m. Vyöhykkeen 2+ piiriin eivät kuulu sellaiset kohteet, joissa verkostoa ei voida rakentaa tavanomaisin verkostoratkaisuin.

Vyöhyke 3

Muut kuin vyöhykkeisiin 1, 2 tai 2+ kuuluvat liittymät. Liittymismaksu on tapauskohtainen. Mikäli samalle alueelle toimitetaan useampi liittymä, määritellään erillinen aluehinta.”

(Fortum Oy, Liittymismaksun määräytyminen)

Ohjeita sähköliittymän tilaamiseen:

1. Ota ajoissa yhteyttä sähköyhtiön asiakaspalveluun
2. Selvitä, mitä lämmitysmuotoa käytetään

Lämmitysmuodon valinta määrittelee paitsi tulevat käyttökustannukset, myös pitkälti asumismukavuuden. Sähkölämpö sopii hyvin yhteen kesämökeissä käytettävän puulämmön kanssa, tarjoaa eniten järjestelmävaihtoehtoja, on käyttökustannuksiltaan kilpailukykyinen ja on vaivaton sekä miellyttävä käyttää. Sääto- ja ohjausjärjestelmillä varustettuna sähkölämmitys mahdollistaa käyttötarpeiden mukauttamisen helposti ja joustavasti.

Koska vapaa-ajan asunnoissa eristykset eivät normaalisti ole samaa luokkaa kuin omakotitaloissa, on lämmitysjärjestelmä suunniteltava siten, että energian kulutus pysyisi mahdollisimman pienenä silloin, kun mökillä ei oleskella. Tarpeetonta energian käyttöä ja energiahäviötä rajoitetaan hyvän energiatehokkuuden saavuttamiseksi. Rakennusten energiatehokkuuden määräykset ja ohjeet löytyvät Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D3.

3. Sähkösuunnitelma

Sähkösuunnitelma kannattaa teettää ammattilaisella, koska ammattitaidolla ja harkiten tehdyn suunnitelman avulla voi pyytää vertailukelpoisia urakkatarjouksia ja varmistaa kodin/kesämökin toimivuuden ja turvallisen asumisen kymmeniksi vuosiksi eteenpäin. Hyvä sähkösuunnitelma maksimoi sähköstä saatavan hyödyn, varmistaa myöhemmän laajennettavuuden ja auttaa sähköistyksen onnistumisessa rakennusvaiheessa.

4. Liittymissopimus

Ennen kiinteistön liittämistä sähköverkkoon on tehtävä kirjallinen liittymissopimus, joka noudattaa liittymisehtoja, jotka tulevat aina sopimuksen liitteenä. Sopimuksen teon voi useimmiten hoitaa puhelimitse, kirjeitse tai käymällä verkkoyhtiön toimipisteessä. (SSSOY, Sähköliittyjän opas)

5. Urakkasopimus

Sähköurakoitsijan valintaan kannattaa käyttää hetki harkintaa ja kysyä tarjousta sähköurakasta useammalta urakoitsijalta. Urakkasopimus tehdään kirjallisena ja siinä sovitaan mm. urakan laajuudesta, tarkastuksista, takuuajasta, urakkahinnasta maksuaikatauluineen ja muutostöistä maksuperusteineen. Suunnittelun perustaksi on myös hyvä miettiä, mitä sähkölaitteita aiotaan käyttää nyt ja lähitulevaisuudessa. (Fortum Oy, Rakentajan sähkömuistio)

6. Työmaasähkö

Rakentamisaikaiset sähköt saa kätevimmin tontin rajalle sijoitettavasta ns. pihakeskuksesta. Samaa keskusta voidaan käyttää sellaisenaan myös lopulliseen käyttöön soveltuvana mittauskeskuksena, jolloin sähköt on käytettävissä heti liittymän valmistuttua. Verkkoyhtiöltä on myös mahdollista vuokrata tai hankkia erillinen työmaakeskus. (Fortum Oy, Rakentajan sähkömuistio)

7. Sähköntoimitussopimus

Ennen liittymän kytkentää on mietittävä sopiva tapa sähköntoimitukselle. Jos kesämökkiä pidetään lämpimänä sähköllä ympäri vuoden, niin yö- tai vuodenaikasähkö on sopivin. Todennäköisempää kuitenkin on, ettei ympärivuotista

sähkölämmitystä tarvita, jolloin yleissähkö on oikea valinta. (SSSOY, Sähköliittyjän opas)

8. Käyttöönottotarkastus ja käyttöopastus

Sähköasennuksille on sähköturvallisuusmääräysten mukaan tehtävä käyttöönottotarkastus ennen niiden ottamista lopulliseen käyttöön. Tarkastuksen suorittaa asennusta tekevä sähköurakointiliike. Tarkastuksesta on aina laadittava tarkastuspöytäkirja mittaustuloksineen ja luovutettava se asiakkaan käyttöön. Ennen koko urakkasumman maksamista on myös hyvä vaatia urakoitsijalta opastus lämmitysjärjestelmän ja muiden urakkaan kuuluneiden sähkölaitteiden käyttöön. (Fortum Oy, Rakentajan sähkömuistio)

9. Kytkeäntä jakeluverkkoon ja mittauksen asennus

Sähköverkkoon kytkennän ja sähkömittarin asennuksen tilaa sähköurakoitsija. Mittauskeskukselle tulee olla sähköyhtiön edustajilla esteetön pääsy. Liittymisjohdon kytkentä jakeluverkkoon sisältyy liittymissopimukseen. Kytkennän jälkeen verkkoyhtiö tarkistaa mittalaitteiden toiminnan ja sähkön tulon pääkeskukseen. Sähkömittari lisälaitteineen on verkkoyhtiön omaisuutta. (SSSOY, Sähköliittyjän opas)

Nykyään verkkoyhtiö asentaa sähkökeskuksiin etäluettavat sähkömittarit, jolloin asiakkaalle tulee arviolaskun sijasta täsmälasku, jossa on tarkasti eritelty kulutetut kilowattitunnit. Varsinkin sähkölämmitystä käytettäessä todelliseen kulutukseen perustuva lasku antaa tärkeää tietoa ja asiakas pystyy sen avulla seuraamaan sähkönkäyttöään sekä tarvittaessa säästämään. Mittariaan asiakas pystyy lukemaan joko asentajien antamien ohjeiden avulla tai verkkoyhtiön internetsivuilta. (Törmänen 2008)

4.2 Sähköliittymän verkkoratkaisu

Metsäisiä ja vesistöjen rikkomia alueita varten on Suomessa hiljattain kehitetty 1000 V:n pienjännitettä hyväksi käytävä jakelujärjestelmä, jota hyödyntämällä pienitehoiset ja vika-alttiit keskijännitejohtohaarat voidaan muuttaa edullisesti 1000 V:n jännitteellä toimiviksi. Jokainen 1000 V:n tekniikalla toteutettu johtohaara muodostaa oman

suojausalueensa eikä näin vaikuta vikaantuessaan muiden saman keskijännitesyöttöalueen asiakkaisiin. Lisäksi 1000 V:n jännitteellä voidaan käyttää jo olemassa olevia AMKA-riippukierrekaapeleita, jotka ovat käyttövarmuudeltaan avojohtorakennetta parempia. Kun perinteisellä 400 V:n pienjännitejakelulla asiakkaan ja muuntamon välinen maksimietäisyys jää jännitteenaleneman takia usein alle kilometriin, voidaan 1000 V:n tekniikalla hoitaa sähkönsyöttö jopa viiden kilometrin päähän muuntamosta. (Lakervi & Partanen 2008, 168–170)

Uudisrakennuskohteissa 1000V:n järjestelmän merkittävin potentiaali on kohteissa, joissa tarve rakentaa keskijännitejohtoja voidaan korvata 1000 V:n johdoilla. 1000 V:n järjestelmä on taloudellinen ratkaisu myös silloin, kun pienjännitemuuntopiirin halutaan liittää uusia asiakkaita, joiden sähköistäminen vaatisi muuntopiirin jaon tai erittäin vahvojen 400 V:n johtojen rakentamisen. Yleensä taloudellinen ratkaisu syntyy käytettäessä 20/1/0,4 kV:n kolmikäämimuuntajia. Tällaisessa muuntopiirissä runkojohtona on 1000 V:n johto, johon liitetään useita 1/0,4 kV:n muuntajia. Kilovoltin järjestelmä toteutetaan pienjännitejohdoin, joten se ei tarvitse leveää johtokatua ympärilleen kuten 20 kV:n avojohto. Näin säilytetään metsien luonnonmukaisuus sekä mökkialueiden herkät maisema-arvot. Maksettavien johtoaluekorvausten määrä pienenee ja maankäyttösopimusten saaminen helpottuu johtokatuja tilantarpeen vähentyessä. (Lakervi & Partanen 2008, 168–170)

Kuvassa 2 on esitetty kesämökkien syöttöreitti sekä malli kolmijänniteportaisesta jakeluverkosta, jossa 20 kV:n keskijännitejohdosta on otettu syöttö pienjänniteasiakkaille käyttämällä kilovoltin pienjänniteporrasta.



Kuvio 2. Kesämökkien syöttö a) perinteisellä ja b) kolmijänniteportaisella

Nykyään 1000 V:n komponenteiksi luokiteltujen entisen 400 V:n verkon komponenttien on oltava koestettu 1000 V:n vaatimusten mukaisesti. Tämä mahdollistaa tavanomaisten pienjännitekomponenttien kuten AMKA:n ja maakaapeleiden käytön 1000 V:n jännitteellä. Mittausten ja vikatilanelaskelmien pohjalta Suomessa on päädytty käyttämään 1000 V:n verkkoa maasta erotettuna. (Lakervi & Partanen 2008, 168–170)

4.3 Liittämiskohta

Sähkøliittymän liittämiskohdan määrittää verkkoyhtiö. Liittämiskohta on liittyjän ja verkkoyhtiön sähkølaitteistojen (johtojen) välinen omistusraja. Fortum Oy vastaa sähkøn toimittamisesta ja sen laadusta liittämiskohtaan saakka. Tästä eteenpäin olevien

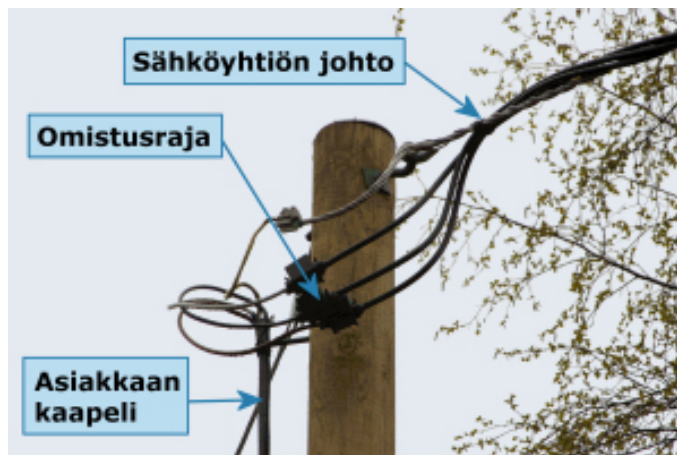
johtojen ja asennusten suunnittelu, rakentaminen, omistus ja ylläpito kuuluvat sähköliittymän omistajalle.

Lainaus ST- kortista 13.31

”Liittymän toimitusraja on tontin tai rakennuspaikan rajalla tai sen välittömässä läheisyydessä sijaitseva jakokaappi/kaapeli (kaapelin jatkaminen ei sisälly verkkoyhtiön toimitukseen) tai pylväs (AMKA- liittimet, mitkä sisältyvät verkkoyhtiön toimitukseen). Toimitusrajasta voidaan sopia myös perustelluissa tilanteissa normaalikäytännöstä poikkeavalla tavalla, jolloin sähköteknisistä ja muista ehdoista on aina mainittava erikseen liittymissopimuksessa.” (ST 13.31, 2001, 8)

Suunniteltavana olevaa kesämökkialuetta lähin sähköverkko on ilmajohtoverkko Sastamalantien varressa. Asiakkaalla on mahdollisuus tilata liittymä tontille, jolloin Fortum rakentaa sähkölinjan tai vaihtoehtoisesti itse rakentaa linja, mikä tarkoittaa kovempaa työtä mutta edullisempia kustannuksia. Tällöin tosin vastuu kaapelin ylläpidosta siirretään liittymissopimuksessa asiakkaalle.

Liittämiskohtana on ilmajohtoverkossa pylväs ja maakaapeliverkossa tontin tai muun hallinnassa olevan alueen raja tai kaapelijakokaappi.



Kuvio 3. Liittämiskohtana pylväs (Kymenlaaksonsähkö, Liittämiskohta)



Kuvio 4. Liittämiskohtana tontin raja (Kymenlaaksonsähkö, Liittämiskohta)

4.4 Kaapeleiden asennusmenetelmät ja muuntamotyyppi

Keskusta-alueiden ulkopuolella tavallisin ja halvin valinta on pylväsmuuntamoiden ja riippukierrejohtojen käyttö. Käytettävissä on myös pieniä ns. satelliittimuuntamoja. Kellari- tai puistomuuntamo on hankintahinnaltaan moninkertainen pylväsmuuntamoon verrattuna ja kaapeliojan kaivuukustannukset, aurausta lukuun ottamatta, ovat yleensä suuremmat kuin ilmajohdon pylvästyskustannukset. Nämä kustannussuhteet johtavat siihen, että maakaapeliverkon muuntamotiheys muodostuu pienemmäksi ja poikki-pinnat suuremmiksi kuin jos saman alueen sähkönjakelu olisi toteutettu pylväsmuuntamoilla ja riippukierrejohtoilla.

Maakaapelin suositeltava asennussyvyys on 0,7 metriä, mitä ei aina pystytä toteuttamaan kivikkoisen tai kallioisen maaperän vuoksi. Tällöin kaapeli on suojattava mekaanisilta rasituksilta standardin SFS 6000-5-52 määräyksiä noudattaen. Standardin mukaan kallion päällä kulkeva kaapeli suositellaan suojaamaan muototeräksellä tai putkella/kourulla ja päälle tehdyllä betonivalulla. Alle 0,7 metriin kaivettu kaapeli puolestaan suojataan raskaan käytön suojaputkella. Jos kaapeli saadaan asennettua suositeltavaan syvyyteen, suojaksi riittää merkinauha. (SFS 6000-8-814, 2007, 584)

Maakaapelin suositeltavaan asennussyvyyteen vaikuttavat standardin lisäksi myös paikalliset olosuhteet, maakaapelin käyttötarkoitus sekä omistussuhteet.

Taulukko 1. Asennussyvyyden valinta (Verkostosuositus, 19)

Paikka	Pienin asennussyvyys h (cm)		
	Kj-kaapelit tärkeät ohjauskaapelit	Pj-verkon runkokaapelit, muut ohjauskaapelit	Liittymisjohdot ulkovalaistuskaapelit
Ajorata, piennar	70	70	50
Jalkakäytävä, piha	50	50	30-50
Maasto, pelto	70-90	50-70	50-70

Taulukko 2. Kaapelin suojauksen valintaperusteet (Verkostosuositus, 16)

Olosuhteet	Kaapelin tärkeys		
	Kj-kaapelit tärkeät ohjauskaapelit	Pj-verkon runkokaapelit, muut ohjauskaapelit	Liittymisjohdot ulkovalaistuskaapelit
Varaudutaan jälkikaivuun, maaperä karkea	Raskas tai keskiraskas suojaus	Raskas tai keskiraskas suojaus	Keskiraskas suojaus
Keskimääräiset olosuhteet (myös karkea maaperä)	Keskiraskas suojaus	Keskiraskas suojaus tai kevytsuojaus	Kevyt suojaus
Jälkikaivuu vähäistä ja maaperä hieno	Keskiraskas suojaus tai kevytsuojaus ja merkkinauha	Kevytsuojaus tai merkki- nauha	Kevytsuojaus tai merkki- nauha
Asennus auraamalla	Merkkinauha	Merkkinauha	Merkkinauha

Taulukko 3. Ilman metallivaippaa olevan maakaapelin suojaus eri asennussyvyyksillä (SFS 6000-8-814, 2007, 584)

Kaapelin asennussyvyys h	Standardin SFS-EN 50086-2-4 mukaisen iskunkestävyyden mukaan	Standardin SFS 5608 mukaisen lujuusluokan mukaan
$h > 0,7$ m	merkkinauha	merkkinauha
$0,5$ m $< h < 0,7$ m	kevyt käyttö L	kevyt käyttö C
$0,3$ m $\leq h \leq 0,5$ m piha ja puistoalueilla	normaali käyttö N	raskas käyttö A
$0,3$ m $\leq h \leq 0,5$ m muilla alueilla	normaali käyttö N	keskiraskas käyttö B

Kaapelireittiä mietittäessä on huomioitava myös muut tontin omistajat, joiden tonttien läpi kaapeli mahdollisesti kulkee. Maankäyttöoikeuden tällaisissa tapauksissa hankkii sähköurakoitsija mutta ellei kaapelin asennusmenetelmä ole naapureiden mieleen, kohdistuvat valitukset yleensä sähköliittymän tilaajaan. Yleisimmin toisen

tontinomistajan tontin läpi kulkeva kaapeli kaivetaan maahan, jolloin siitä koituu mahdollisimman vähän ulkoisia häirtatekijöitä.

4.5 Sähkökeskusten sijainnit ja valinnat

Koska kesämökkejä on kaksi ja ne sijaitsevat vierekkäisillä tonteilla, on mittauskeskus syytä sijoittaa paikkaan, josta mökeille olisi mahdollisimman lyhyt matka.

Mittauskeskukselle on päästävää helposti ja se on asennettava mökeille kuulumattomaan tilaan (pääsääntöisesti ulos), jotta molemmat mökkiläiset pääsevät siihen käsiksi.

Pääkeskusta ei saa asentaa jakeluverkon pylvääseen mutta sateelta ja auringolta mahdollisimman hyvin suojattuun ulkoseinään keskus voidaan asentaa. Kokonaisuuden kannalta mittauskeskuksen sijoittaminen ulos on edullinen ratkaisu sen hyvän toimivuuden kannalta sekä työmaa-aikaisen sähkönjakelun kannalta. Ulkona olevasta keskuksista ja siinä olevista pistorasioista on myös helppo hoitaa tonteilla olevien muiden rakennusten sähköistys tai tilapäinen sähkönsaanti. (ST 13.31, 2001, 8)

Useimmiten paras ratkaisu on asentaa keskus jalustalle maahan ja sijoittaa se heti lopulliselle paikalle. Kesämökeille tehtävä toteutus, jossa mittauskeskus on pääkeskuksena ja varsinaisten kulutusryhmien sähkönsyöttö hoidetaan rakennuskohtaisilla ryhmäkeskuksilla, on hankintakustannuksiltaan suhteellisen korkea mutta mahdollistaa muutosten joustavan toteuttamisen. Mittauskeskuksen lopullisen sijainnin määrittää verkkoyhtiö.

Kesämökkien sisällä oleva ryhmäkeskus on paikka, johon keskittyvät mökeissä olevien sähkölaitteiden perustoiminnot. Ryhmäkeskuksen paikan valintaan vaikuttavat sähkönsyöttö, kulutuspisteiden paikat sekä niiden vaatimat kaapeloinnit. Keskus on syytä sijoittaa paikkaan, johon on esteetön pääsy ja jossa se kuitenkin on katseilta suojassa. Huonosti valittu paikka saattaa olla todellinen tilan viejä estämällä koko seinän ja sen alapuolisen lattiatilan käytön esimerkiksi komerolle tai hyllykölle. Myös keskusten rakenteet on syytä ottaa huomioon. On keskuksia, jotka tarvitsevat upotukseen vähemmän syvyyttä mutta oven paksuus on vastaavasti suuri, ja keskuksia, jotka vaativat normaalisyvyyden seinän mutta ulkopuolelle jäävä osa on matala ja

lopputulos siisti. Vertailua ryhmäkeskusten välillä tehtäessä on huomioitava myös lisävarusteet, kuten ovi, joka ei aina kuulu vakiovarusteisiin. Ryhmäkeskusta valittaessa on syytä muistaa laajennusvarat sekä muunneltavuus, jotta keskus on käyttökelpoinen tulevaisuudessakin.

4.6 Ympäristötekijät

Sähkönjakeluverkon rakentamisessa ympäristösuojelullisten näkökohtien ja teknistaloudellisten tavoitteiden välinen ristiriita on yleensä pieni ja kompromissiin voidaan päästä helposti. Eräissä tapauksissa ristiriitatilanne on kuitenkin olemassa. Esimerkiksi jännitejohdot olisi huollon kannalta edullista rakentaa teiden varsille, kun taas maisemansuojelu yleensä edellyttää suojaisempaa sijoitusta.

Keski- ja pienjänniteverkon osalta tyydyttäviin tuloksiin päästään yleensä muutamien melko yksinkertaisten ja toteutukseltaan halpojen periaatteiden noudattamisella.

Tällaisia ovat esimerkiksi seuraavat:

- avojohdot sijoitetaan harjanteiden ja puiden taakse
- rotkoa ei ylitetä syvimmältä kohdalta
- maanteiden ylitystä vältetään korkeissa paikoissa
- pitkiä johtonäkymiä vältetään
- pinnanmuodostuksen tarjoama tausta käytetään hyväksi.

(Lakervi & Partanen 2008, 95)

4.7 Maankäyttöoikeudet

Rakennettaessa jotain toisen maaperälle on maankäyttöoikeuksien oltava aina kunnossa. Maankäyttöoikeuksien hankinta kuuluu sähköurakoitsijalle eli paikalliselle verkkoyhtiölle. Yleensä maankäyttöoikeuden saa helpoiten, kun rakentamisesta jää ympäristöön mahdollisimman vähän jälkiä. Jos sähkökaapelit päätetään kaivaa maahan, niiden on oltava riittävän syvällä, ettei kaapeleista koidu harmia salaojituksia tai muita kaivuita tehtäessä. Ilmalinjat puolestaan on syytä rakentaa teiden varsille, jolloin niiden huolto käy helposti eikä työkoneista jää jälkiä metsään. Pelloilla tai metsissä kulkevat ilmalinjat aiheuttavat myös ongelmia suurten maatalouskoneiden käytölle.

4.8 Verkon muutettavuus

Tulevaisuudessa sähköverkkoon saattaa tulla uusia liittymiä tai kuormitukset kasvavat, joten verkon kaapelointia suunniteltaessa on pyrittävä ennakoimaan tulevat tarpeet. Sähköliittymän tilaajalla on myös mahdollisuus säästää kustannuksissa, kun samaan liittymään pystyy liittämään useampia kesämökkejä nyt tai tulevaisuudessa. Ilmajohtoverkon vahvistaminen on usein helpompaa kuin maakaapeliverkon, koska kaapelin kaivaminen voi maastosta riippuen tuottaa ongelmia.

5 Sähköliittymän mitoittaminen

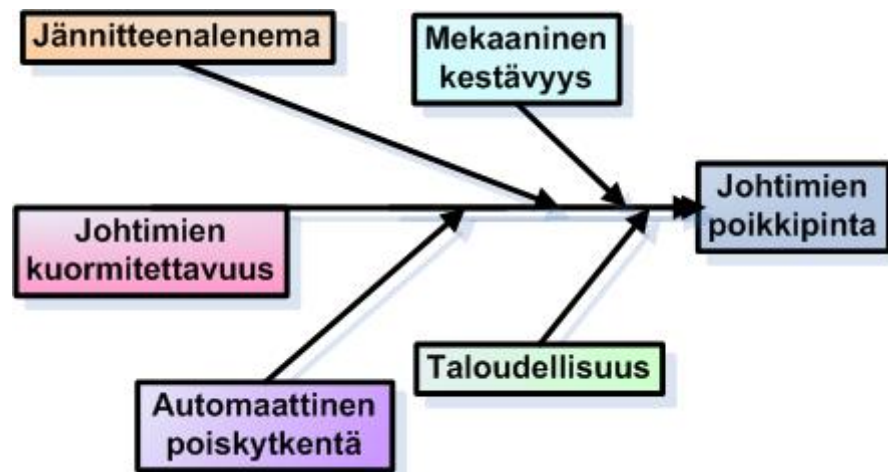
Kiinteistöjen sähköenergian jakeluun tarvitaan toimiva sähköverkko, joka koostuu erilaisista johdoista, joiden oikealla mitoituksella ja suojauksella varmistetaan turvallisuustekijät. Johtojen oikeanlainen mitoitus vaikuttaa myös kulutuspisteissä sähkönlaatuun sekä taloudellisuuteen.

Sähköjohtojen ja niiden johtimien poikkipintojen mitoittamisessa on huomioitava sähköturvallisuusstandardin asettamat vaatimukset.

Sähköjohtimien poikkipintojen mitoitusperusteet ovat seuraavat:

- suurin sallittu lämpötila (= ylikuormitussuojaus)
- sallittu jännitteenalenema
- suojauksen toiminnan kannalta suurin sallittu impedanssi (= automaattinen poiskytkentä)
- oikosulkuvirtojen todennäköisesti aiheuttamat mekaaniset rasitukset
- johtimiin kohdistuvat muut mekaaniset rasitukset
- taloudellisuus.

(ST 51.08, 2008, 2)



Kaavio 1. Johtimien mitoituksen periaatteet (Amk, Opintojaksot)

5.1 Kesämökkien liittymisjohdon mitoittaminen

Ohjeet sähköliittymän mitoittamiseen löytyvät ST- kortistosta **13.31 Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen**. Kortissa käsitellään ainoastaan pienjänniteliittymiä, ja käsiteltäviä asioita koskevat muuttuneet määräykset ja ohjeet on huomioitu. Liittymisjohto on mitoittettava SFS 6000-8-801 mukaisin suojausvaatimuksin.

ST- kortin 13.31 huipputehon (P_{hmax}) laskentamallit pohjautuvat peruskuormaan, pinta-alatehoon sekä sähkölaitteiden samanaikaisen käytön todennäköisyyden arviointiin.

Molemmat kesämökit ovat pinta-alaltaan 30 neliometriä. Vaikka kesämökeissä ei välttämättä ole tarvetta sähkökiukaalle, liittymän mitoituksessa kiuas kannattaa tulevaisuutta silmällä pitäen huomioida.

Suora sähkölämmitys, kiuas tai kiuasvaraus.

$$\begin{aligned}
 P_{\text{hmax}} &= 7,5 + 49 \cdot A / 1000 \quad (\text{ST } 13.31, 2001, 12) \\
 &= 7,5 + 49 \cdot 30 / 1000 \\
 &= 9 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Kaksi mökkiä, joten saatu tulos kerrotaan kahdella.

$$\rightarrow 2 \cdot 9 \text{ kW} = \mathbf{18 \text{ kW}}$$

P_{hmax} = huipputeho (kW)

7,5= arvioitu kojekuorma (kW)

A = lämmitettävä pinta-ala (m²)

5.2 Liittymän pääsulakkeiden valinta sekä nousujohtojen mitoitus

Jotta pääsulakkeet voidaan valita, täytyy ensin laskea liittymän ottama virta.

Virta lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$I_b = \frac{P_{hmax}}{\sqrt{3} * U_p * \cos \varphi}$$

P_{hmax} = liittymisjohdon mitoitusteho (kW)

U_p = verkon pääjännite (kV)

$\cos \varphi$ = tehokerroin

(ST 13.31, 2001, 22)

Liittymisjohdon mitoitusteho kohdan 5.1 perusteella on 18 kW, pääjännite 400 V ja $\cos \varphi$ 0,95. Kun arvot sijoitetaan kaavaan, saadaan

$$I_b = \frac{18kW}{\sqrt{3} * 400V * 0,95} \approx 27,3A$$

Liittymisjohdon mitoitusvirta on 27,3 A, joten sulakkeiksi valittaisiin $I_b < I_n \rightarrow I_n=32$ A.

Sulakekoon perusteella **nousujohdoksi valitaan AXMK 4x25S tai AMKA 3x25+35.**

Koska nousujohdon poikkipinta mahdollistaa suurempien sulakkeiden käytön, kannattaa tulevaisuuden tarpeet huomioiden sähköliittymän pääsulakkeiksi valita mahdollisimman suuret sulakkeet. Tällöin sähköliittymän tilaajan on mahdollista myydä sähköä muille mökeille ja saada taloudellista hyötyä. Kun näin menetellään, liittymisloukaksi tulee **3 x 63 A.** (ST 13.31, 2001, 6)

Sulakkeiden valinta sekä nousujohtojen mitoitus ryhmäkeskuksille:

$$I_b = \frac{9kW}{\sqrt{3} * 400V * 0,95} \approx 13,7 A$$

Liittymisjohdon mitoitusvirta on 13,7 A, joten sulakkeiksi valittaisiin $I_b < I_n \rightarrow I_n = 16 A$. Tulevaisuutta, mahdollista kesämökin laajennusta, sähköhellää, voimapistorasiala tai muuta vastaava varten 16 ampeerin pääsulakkeet ovat kuitenkin liian pienet, joten pääsulakkeiksi on syytä valita 25 ampeerin sulakkeet. Tästä syystä ryhmäkeskusten pääsulakkeiksi valitaan **25 A** sulakkeet.

Tämän tiedon pohjalta mitoitetaan ryhmäkeskusten nousukaapelit. Mitoitukseen käytetään seuraavaa epäyhtälöä, johon $I_n = 25 A$ sijoitetaan. Yhtälöstä on ratkaistava I_z . (SFS 6000-4-43, 2007, 162)

$$I_n * 1,6 \leq 1,45 * I_z$$

$$I_z = \frac{1,6}{1,45} * I_n = \frac{1,6}{1,45} * 25A \approx 27,6A$$

Kaapelin mitoitusvirta $I_z = 27,6 A$.

Kaapelia ei voida valita suoraan tämän virran perusteella vaan pitää ottaa huomioon asennustavasta aiheutuvat korjauskertoimet, jotka löytyvät SFS 6000 5-52-standardista.

Jos nousukaapeli kaivetaan maahan ja asennetaan putkeen, korjauskertoimeksi tulee 0,8. (SFS 6000-5-52, 2007, 277). Suoritetaan korjauslaskelma jakamalla virta I_z korjauskertoimella 0,8.

$$\frac{27,6A}{0,8} \approx 34,5A$$

Tämän virran perusteella **nousukaapeliksi PK-RK1/RK2 valitaan MCMK 4 x 6+6** (SFS-standardin avulla, taulukko 52-C1, sarake D [4 mm kaapelin valmistus on lopetettu]). tai **AMCMK 4 x 16+10 Cu.** (SFS 6000-5-52, 2007, 268)

Taulukko 4. Nousujohdon mitoitusarvot

Keskus	Jännite	Tehokerroin	Teho	Oikosulkuvirta	Sulakkeet
	V		kW	A	A
RK1/RK2	400	0,95	8,97	13,67	25
Kuormitusvirta I _z	Korjauskerroin k	Taulukkovirta I _t	Kaapeli		
A		A	mm ²		
27,59	0,8	34,48	6Cu / 16Al		

5.3 Automaattinen poiskytkentä

Automaattista poiskytkentää käytetään suojaustapana lähes kaikissa sähköasennuksissa. Kaikki pistorasiat tulee suojamaadoittaa, jolloin siirrettävillä laitteillakin on kosketusjännitesuojaus olemassa. Suurin osa sähkölaitteista on suojausluokan 1 sähkölaitteita. (SFS 6000-4-41, 2007, luku 411)

Syötön automaattisessa poiskytkennässä pyritään vikatilanteessa siihen, että vikaantunut virtapiiri kytketään pois niin nopeasti, ettei siitä aiheudu vaaraa.

Suojaus edellyttää toimiakseen:

- vikavirtaa varten on olemassa suunniteltu vikavirtapiiri, joka mahdollistaa suuren virran (yhtenäinen suojamaadoitusjohdin = PE- johdin).
- vikavirta kytketään pois nopeasti sopivalla suojalaitteella (sulake, johdonsuojakatkaisija yms.).

(SFS 6000-4-41, 2007, luku 411)

Taulukko 5. Ryhmäjohtojen poiskytkentäajat (SFS 6000-4-41, 2007, 125)

Nimellisjännite maahan U ₀ / V	Ryhmäjohtojen suojalaite < 32 A	Ryhmäjohtojen suojalaite > 32 A
50...120	0,8s	5s
120...230	0,4s	5s
230...400	0,2s	5s

Taulukko 6. Pienimmät toimintavirrat sekä johdinten impedanssit

Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot (Lähde: ST 53.25)				
Nimellisvirta A	gG-sulake 0,4 s A	Vaadittu mitattu arvo A	gG-sulake 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35			165	206,3
40	315	393,8	190	237,5
50	470	587,5	250	312,5
63	550	687,5	320	400
80	840	1050	425	531,3
100	1000	1250	580	725
125	1450	1812,5	715	893,8
160	1600	2000	950	1187,5
200	2100	2625	1250	1562,5
250	2800	3500	1650	2062,5
315	3700	4625	2200	2750
400	4800	6000	2840	3550
500	6400	8000	3800	4750
630	8500	10 625	5100	6375

Johdin- poikkipinta mm ²	Impedanssi z/ Ω / km	
	kupari	alumiini
4x1,5	14,620	
4x2,5	8,770	
4x4	5,480	
4x6	3,660	
4x10	2,246	
4x16	1,418	2,326
4x25	0,902	1,492
4x35	0,657	1,089
4x50	0,489	0,800
4x70	0,346	0,557
4x95	0,257	0,406
4x120	0,211	0,326
4x150	0,174	0,270
4x185	0,148	0,222
4x240	0,124	0,180
4x300	0,111	0,155

Pienimmät toimintavirrat johdonsuojakatkaisijoille ja vaaditut mitatut arvot (Lähde: ST 53.25)				
Nimellis- virta A	B-tyyppi, 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A	C-tyyppi, 0,4 s ja 5,0 s A	Vaadittu mitattu arvo A
6	30	37,5	60	75
10	50	62,5	100	125
16	80	100	160	200
20	100	125	200	250
25	125	156,3	250	312,5
32	160	200	320	400
50	250	312,5	500	625
63	315	393,8	630	787,5
80	400	500	800	1000
125	625	781,3	1250	1562,5

Jakelujärjestelmän suojalaitteiden ominaisuuksien ja piirin impedanssien on täytettävä ehto:

$$Z_s * I_a \leq U_0$$

missä

Z_s = vikavirtapiirin impedanssi

I_a = virta, jossa suojalaite toimii vaaditussa ajassa (taulukko) [A]

U_0 = nimellinen jännite äärijohtimen ja maan välillä [V]

(ST 53.25, 2008, 2)

Lasketaan toteutuuko, automaattinen poiskytkentä MCMK 4 x 6+6:lle alueen pisimmällä nousujohdolla.

$$Z_{pk(63A)} = \frac{C \cdot U}{\sqrt{3} \cdot I_k} = \frac{0,95 \cdot 400V}{\sqrt{3} \cdot 320A} = 0,6856\Omega$$

$$Z_{johto(Cu6mm)} = 2 * 3,66\Omega / km * 0,050km = 0,366\Omega$$

$$Z_{rk} = Z_{pk} + Z_{johto} = 0,6856\Omega + 0,366\Omega = 1,0516\Omega$$

$$I_{k_{rk}} = \frac{C \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_{rk}} = \frac{0,95 \cdot 400V}{\sqrt{3} \cdot 1,0516\Omega} \approx 208,6A$$

(ST 53.25, 2008, 6)

Vaihtoehtoisesti lasketaan toteutuuko automaattinen poiskytkentä AMCMK 4 x 16+10:lle, alueen pisimmällä nousujohdolla.

$$Z_{pk(63A)} = \frac{C \cdot U}{\sqrt{3} \cdot I_k} = \frac{0,95 \cdot 400V}{\sqrt{3} \cdot 320A} = 0,6856\Omega$$

$$Z_{johto(Al16+10mm)} = (2,326 + 2,246)\Omega / km * 0,050km = 0,2286\Omega$$

$$Z_{rk} = Z_{pk} + Z_{johto} = 0,6856\Omega + 0,2286\Omega = 0,9142\Omega$$

$$I_{k_{rk}} = \frac{C \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_{rk}} = \frac{0,95 \cdot 400V}{\sqrt{3} \cdot 0,9142\Omega} \approx 240A$$

(ST 53.25, 2008, 6)

Nousujohdon osalta automaattinen poiskytkentä **ei toteudu, sillä 25 A:n C-tyypin automaattisulakkeen pienin toimintavirta on 250 A** ja laskennallinen oikosulkuvirta ryhmäkeskuksella on 208,6 A tai 240 A. (ST 53.25, 2008, 4)

Valitaan poikkipinnaltaan suuremmat nousujohdot **MCMK 4 x 16+16** ja **AMCMK 4 x 25+16 Cu**, jolloin automaattinen poiskytkentä toteutuu.

Tulokset on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Mitoitettut arvot automaattiselle poiskytkennälle

Keskus	Sulakkeet	Pienin toimintavirta	Alenemakerroin	Jännite	Impedanssi Z1	Etäisyys PK:lta
	A	A		V	ohm	m
PK	63	320	0,95	400	0,6856	
RK	25	250	0,95	400	0,8776	50
Kaapeli	Kaapelin resistiivisyys		Johdon resistanssi Z2	Yhteisimpedanssi Zrk		Oikosulkuvirta I _{rk}
mm ²	ohm/km		ohm	Z1(PK)+Z2		A
16CU / 25AL	1,418 / 2,91		0,1418 / 0,1455	0,8274 / 0,8311		265,2 / 264

Pisimmän nousujohdon ja siihen liitetyn ryhmäjohdon poiskytkentä

$$Z_{rk(25A)} = \frac{C \cdot U}{\sqrt{3} \cdot I_k} = \frac{0,95 \cdot 400V}{\sqrt{3} \cdot 250A} = 0,8776\Omega$$

$$Z_{johto(1,5mm)} = 2 * 14,620\Omega / km * 0,030km = 0,8772\Omega$$

$$Z_{pr} = Z_{rk} + Z_{johto} = 0,8776\Omega + 0,8772\Omega = 1,7548\Omega$$

$$I_{k_{pr}} = \frac{C \cdot U}{\sqrt{3} \cdot Z_{rk}} = \frac{0,95 \cdot 400V}{\sqrt{3} \cdot 1,7548\Omega} \approx 125A$$

(ST 53.25, 2008, 6)

Ryhmäjohdon osalta automaattinen poiskytkentä **toteutuu, sillä 10 A C-tyyppin automaattisulakkeen pienin toimintavirta on 100 A** ja laskennallinen oikosulkuvirta pistorasialle on 125 A. (ST 53.25, 2008, 4)

5.4 Kiinteistön ryhmäjohtojen enimmäispituudet

Lasketaan ryhmäjohtoille enimmäispituudet, jotta automaattinen poiskytkentä toteutuu eri johdonsuojakatkaisijoilla. Pituus lasketaan seuraavan kaavan avulla.

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

$l =$ johdinpituus, km
 $c =$ kerroin 0,95
 $U =$ pääjännite, 400 V
 $I_k =$ oikosulkuvirta, joka poiskytkennän vaaditussa ajassa
 $Z_v =$ impedanssi ennen suojalaitetta
 $z =$ suojattavan johtimen impedanssi

(ST 53.25, 2008, 6)

Ohessa on laskettu pisimmät pituudet ryhmäjohtoille, joilla eri johdonsuojakatkaisimet toimivat oikein. Nousujohtona on käytetty MCMK 4 x 16+16.

Taulukko 8. Pisimmät ryhmäjohdot eri sulakkeille

Sulake	Toimintavirta Ik	Kaapelin resistiivisyys	Yhteisimpedanssi Z _v	Kaapeli	Ryhmäjohdon max.pituus
	A	ohm/km	Z ₁ +Z ₂	mm ²	m
B10	50	14,62	0,8274	1,5	121,8
C10	100	14,62	0,8274	1,5	46,7
B16	80	8,77	0,8274	2,5	109,2
C16	160	8,77	0,8274	2,5	31

5.5 Jännitteenalenemat

Sähkökäyttäjälle toimitetun jännitteen suuruus on tärkeä sähkön laatutekijä. Laite ei ehkä toimi kunnolla, jos jännitetaso on liian alhainen tai liian korkea. Jännitteen merkitys siis korostuu, kun ollaan lähellä sähkön käyttäjää. Jakeluverkon koko siirtotien jännitteenalenema on keskijännitejohdon, jakelumuuntajan ja pienjännitejohdon jännitteenalenemien summa.

Jännitteenalenema aiheuttaa jo muutamia kymmeniä metrejä pitemmissä johdoissa tarpeen suurentaa johdinpoikkipintaa kuormitettavuuden perusteella määritellystä poikkipinnasta.

Suosittelava jännitteen alenema on < 4 % liittymispisteestä kulutuskojeelle. (SFS 6000-525, 2007, 258)

Jännitteenalenemat lasketaan seuraavilla kaavoilla:

3-vaiheinen virtapiiri

$$\Delta U = 100 * \frac{\rho * P * s}{A * U^2}$$

1-vaiheinen virtapiiri

$$\Delta U = 200 * \frac{\rho * P * s}{A * U_v^2}$$

Δu alenemaprocentti [%]

ρ johdinaineen resistiivisyys

Kupari

$$\rho_{Cu15} = 0,0175 \Omega \text{mm}^2/\text{m} \quad (t=15 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$\Rightarrow \rho_{Cu70} = 0,022 \Omega \text{mm}^2/\text{m} \quad (t=70 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Alumiini

$$\rho_{Al15} = 0,028 \Omega \text{mm}^2/\text{m} \quad (t=15 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$\Rightarrow \rho_{Al} = 0,035 \Omega \text{mm}^2/\text{m} \quad (t=70 \text{ } ^\circ\text{C})$$

P kuormituksen teho [kW]

s kuormituksen etäisyys [km]

U pääjännite [kV]

U_v vaihejännite [kV]

A johdinpoikkipinta mm^2

(ST 53.24, 2008, 4)

Lasketaan jännitteenalenemat 16 mm:n kupari- ja 25 mm:n alumiinikaapeleilla.

Molemmat ryhmäkeskukset sijaitsevat 50 metrin päässä pääkeskuksesta.

Jännitteenalenemat välillä PK-RK1 ja PK-RK2:

$$\Delta u = \frac{100 \cdot 0,022 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} \cdot 9 \text{kW} \cdot 0,050 \text{km}}{16 \text{mm}^2 \cdot (0,4 \text{kV})^2} = 0,4\%$$

$$\Delta u = \frac{100 \cdot 0,035 \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m} \cdot 9 \text{kW} \cdot 0,050 \text{km}}{25 \text{mm}^2 \cdot (0,4 \text{kV})^2} = 0,4\%$$

Jännitteen alenema MCMK 4 x 16+16:lle tai AMCMK 4 x 25+16:lle 50 m:n matkalla on 0,4 %, joka on riittävän pieni.

5.6 Mekaaninen kestävyys

Äärijohtimien poikkipinta ei saa olla pienempi kuin on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Johtimien pienin sallittu poikkipinta (SFS 6000-5-52, 2007, 257)

Johtojärjestelmä		Käyttötarkoitus	Johdin	
			materiaali	poikkipinta mm ²
Kiinteät asennukset	kaapelit ja eristetyt johtimet	tehonsyöttö- ja valaistuspiirit	kupari alumiini	1,5 16 (ks. huom. 1)
		merkinanto- ja ohjauspiirit	kupari	0,5 (ks. huom. 2)
	eristämättömät johtimet	tehonsyöttöpiirit	kupari alumiini	10 16
		merkinanto- ja ohjauspiirit	kupari	4
Eristetyillä johtimilla ja kaapeleilla tehdyt taipuisat liitännät		tietyä kojetta varten	kupari	asianomaisen laitestandardin mukaisesti
		muuhun käyttöön		0,75 ^a
		pienoisjännitepiireillä erikoiskäytössä		0,75
HUOM. 1 Alumiinijohtimissa käytettävien liittimien on oltava rakennettuja ja testattuja erityisesti tähän käyttöön.				
HUOM. 2 Elektroniikkalaitteiden merkinanto- ja ohjauspiireissä hyväksytään 0,1 mm ² poikkipinta.				
^a Monijohdinkaapeleissa, joissa on vähintään 7 johdinta, huomautus 2 on voimassa				

5.7 Johtojen taloudellinen mitoitus

Johtojen taloudellisessa mitoituksessa pyritään löytämään kaapelikoko, jolla kokonaiskustannukset olisivat mahdollisimman pienet. Kustannusten perusteella ei kuitenkaan voida valita pienempää johtokokoa kuin mitä kuormitettavuus-, suojaus- ja jännitteenalenumavaatimukset edellyttävät.

Johdossa kulkeva virta lämmittää johtoa aiheuttaen aina tehohäviöitä, jotka joudutaan maksamaan siinä missä muukin energia. Tätä häviötä pyritään pienentämään suurentamalla johdinpoikkipintaa, mikä puolestaan lisää hankintakustannuksia. Kokonaisedullisuuteen vaikuttavia laskentatekijöitä on hyvin paljon ja niihin liittyy epävarmuutta. Esimerkiksi yritysten kokonaistoiminnan kannalta voi olla kannattavaa käyttää vain tiettyjä johdinpoikkipintoja.

Johdon taloudellisuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat seuraavat:

- hankintakustannukset
 - kaapelin hinta
 - kaapelitien hinta (putkitus, hylly tms.)
 - laskentakorko
 - käyttöikä

- käyttökustannukset
 - sähkön hinta (teho- ja energiamaksut)
 - huipun käyttöaika/a

- yritystoiminnan kustannukset (varastointi, hävikki, hankinta)
 - suosituimmuuspoikkipinnat

Jakeluverkon taloudellisuus

Keskeinen tavoite sähköjakeluverkkojen suunnittelussa on löytää ratkaisuja, jotka ovat teknisesti kelvollisia ja kokonaiskustannuksiltaan mahdollisimman edullisia. Jo suunnitteluvaiheessa on syytä määrittää eri verkkokomponenttien ja koko jakelujärjestelmän eliniän aikaiset kokonaiskustannukset. Kustannukset koostuvat investointi-, häviö-, keskeytys-, ja ylläpitokustannuksista. Investointikustannukset ovat

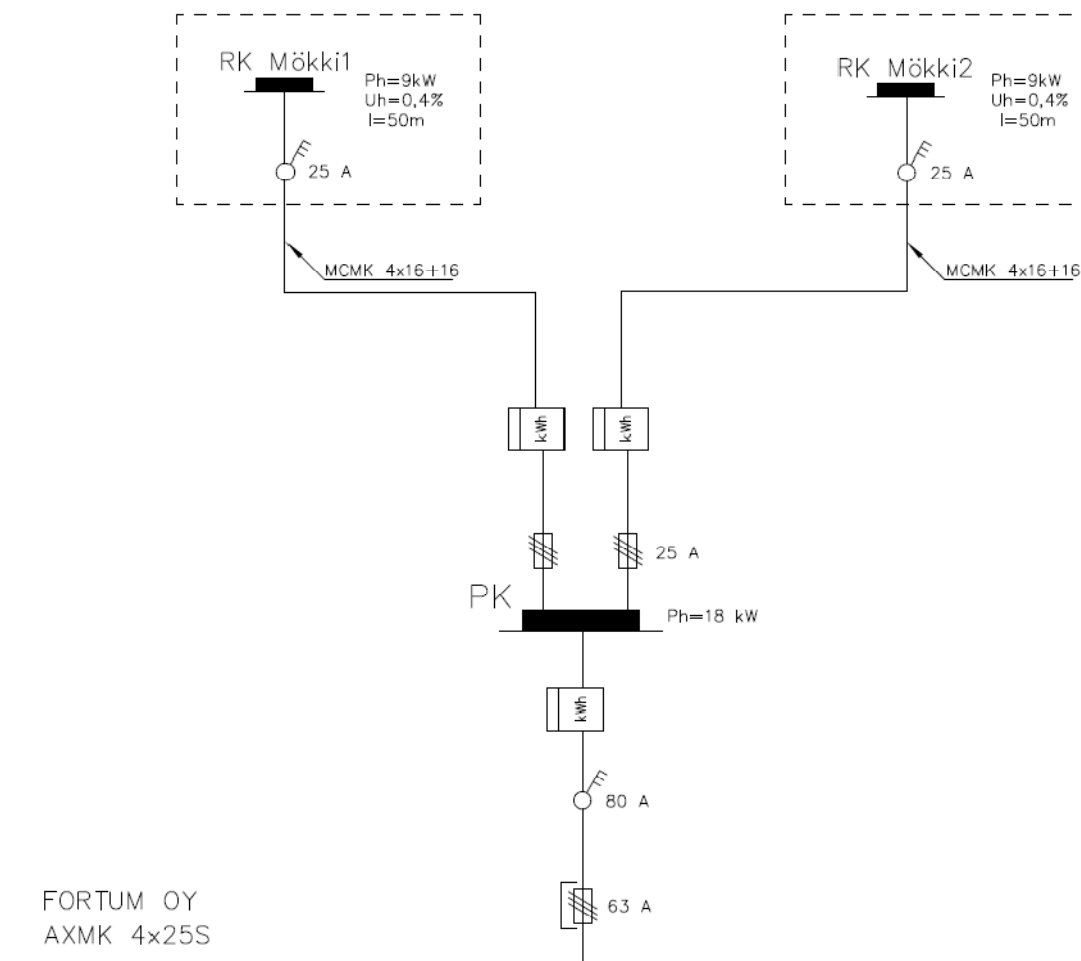
kertaluonteisia ja muut kustannukset ovat yleensä koko käyttöjaksolle jaksottuvia vuotuis-kustannuksia. Osa komponenttien eliniän aikana syntyvistä jaksollisista kustannuksista pysyy vakiona (muuntajan tyhjäkäyntihäviöt, ylläpitokustannukset) ja osa muuttuu käyttöjakson aikana (kuormitushäviöt, keskeytyskustannukset). (Lakervi & Partanen 2008, 40)

Taulukko 10. Jakeluverkon kustannukset ja niiden luonne (Lakervi & Partanen 2008, 40)

	kiinteä	muuttuva	kerta	jaksollinen
Investoinnit	X		X	
Kuormitushäviöt		X		X
Tyhjäkäyntihäviöt	X			X
Keskeytyskustannukset		X		X
Ylläpito	X			X

5.8 Nousujohtokaavio

Nousujohtokaavion tarkoituksena on esittää sähköjakelujärjestelmän rakenne. Siinä esitetään jakelujärjestelmään liittyvät jakokeskukset sekä näiden väliset nousujohdot kaapelityypeineen. Lisäksi kaaviossa tulee esittää sähköverkon liitos yleiseen sähköjakeluverkkoon. Kaaviossa 2 on esitetty kesämökkien nousujohtokaavio.



Kaavio 2. Nousujohtokaavio

5.9 Sähköliittymän hinta

Kun tiedetään sähköliittymän pääsulakekoko ja suoraan mitattu etäisyys rakennetusta 20 kV:n johdosta, voidaan selvittää liittymän hinta. Hinnasto löytyy paikallisen verkkoyhtiön, tässä tapauksessa Fortum Oy:n, internetsivuilta.

Koska kesämökkien sähköliittymä ei kuulu vyöhykkeiden 1, 2 tai 2+ piiriin, liittymismaksu on tapauskohtainen. Tässä tapauksessa Fortum Oy määrittelee liittymän hinnaksi 2,3 kertaa vyöhykkeen 1 liittymismaksun eli $2,3 \times 5650\text{€} = 12995\text{€}$ (alv. 22 %). *Hinta on kuitenkin vasta suuntaa antava ja lopullinen maksu määräytyy liittymän rakennusvaiheessa.* (Fortum Oy 2007, Liittymismaksuhinnasto)

6 Maadoitus

Maadoitusjärjestelmän tärkein tehtävä on varmistaa sähköasennuksen turvallinen ja luotettava toiminta. Järjestelmän on tarkoitus saada aikaan johtava yhteys maahan, jota käytetään sähköiskulta suojaamiseen sekä häiriösuojaukseen. Näistä suojaustarkoituksista sähköiskulta suojaus on aina etusijalla. (ST 53.21, 2008, 2-3)

Turvallisia ja häiriöttömiä sähköasennuksen osia on mahdollista tehdä myös ilman suojavaadoitusta (esimerkiksi luokan II sähkölaitteet) mutta sähköliitymässä on aina oltava maadoituselektrodi. (ST 53.21, 2008, 3)

Perusvaatimukset pienjänniteasennuksia koskeviin maadoituksiin on esitetty standardisarjan SFS 6000 osissa: 4-41 Suojaus sähköiskulta, ja 5-54 Maadoittaminen ja suojaohdotimet. Suurjänniteasennusten vaatimukset löytyvät standardin SFS 6001 luvusta 9 ja ST-kortista 63.11. (ST 53.21, 2008, 3)

6.1 Pienjännitejärjestelmän maadoituksen mitoitus

Maadoitusjärjestelmä on mitoitettava kestävänsä siihen kohdistuvat sähköiset, mekaaniset ja kemialliset rasitukset. Yleensä korroosiosuojaus ratkaisee mitoituksen. Maadoituselektrodin poikkipinta valitaan SFS 6000 taulukon 54.1 mukaan eli vähintään 16 mm² kuparia tai 10 mm² ruostesuojattua terästä. Teräselektrodin käytöstä on Suomessa kuitenkin vähän kokemuksia, eikä sitä suositella käytettäväksi muuta kuin betonin sisään asennettuna. Tällöin teräselektrodi ei tarvitse erikseen korroosiosuojata. (ST 53.21, 2008, 5)

Maadoitusjohtimella tarkoitetaan päämaadoituskiskon ja maadoituselektrodin välistä johdinta. Maadoitusjohtimen ja maadoituselektrodin poikkipinnat vastaavat yleensä toisiaan, koska maadoituselektrodina käytetty köysi jatkuu usein maadoitusjohtimena. Minimipoikkipinnat maadoitusjohtimille löytyvät standardin SFS 6000-5-54 taulukosta 54.2. (ST 53.21, 2008, 5)

Keskuksen suojakiskon ja päämaadoituskiskon välinen johdin on suojajohdin ja se mitoitetaan suojajohdinten mitoitusääntöjen mukaan. TN-järjestelmässä 6 mm² kuparia

on riittävä mutta suositeltavaa on mitoittaa suojajohdin SFS 6000-5-54 taulukon 54.3 mukaisia arvoja käyttäen. (ST 53.21, 2008, 5)

Laitteiden suojamaadoittamiseen käytettävät suojajohtimet mitoitetaan, joko äärijohtimen poikkipinnan mukaan tai laskemalla oikosulkuvirran mukaan. Jakokeskuksen rungon suojamaadoitus tehdään laitestandardin SFS-EN 60439-1 mukaan joko poikkipinnan, oikosulkuvirran tai testauksen perusteella. (ST 53.21, 2008, 5)

PEN-johtimet

PEN- johtimissa virtatien pitää vastata nollajohtimelle sekä suojajohtimelle asetettuja vaatimuksia. Näistä nollajohtimen vaatimukset ovat yleensä ankarampia. Nollajohtimen poikkipinta pitää pienillä poikkipinnoilla (enintään 16 mm² kuparia tai 25 mm² alumiinia) olla yhtä suuri kuin vaihejohdin. (ST 53.21, 2008, 5)

Suuremmilla poikkipinnoilla nollajohdin voidaan mitoittaa siinä kulkevan virran mukaan. Yleensä nollajohtimen poikkipintana käytetään puolta äärijohtimen poikkipinnasta mutta nollajohtimen virta on kuitenkin aina tarkistettava, ettei se ole epänormaalin suuri esimerkiksi ylivirtojen takia. (ST 53.21, 2008, 5)

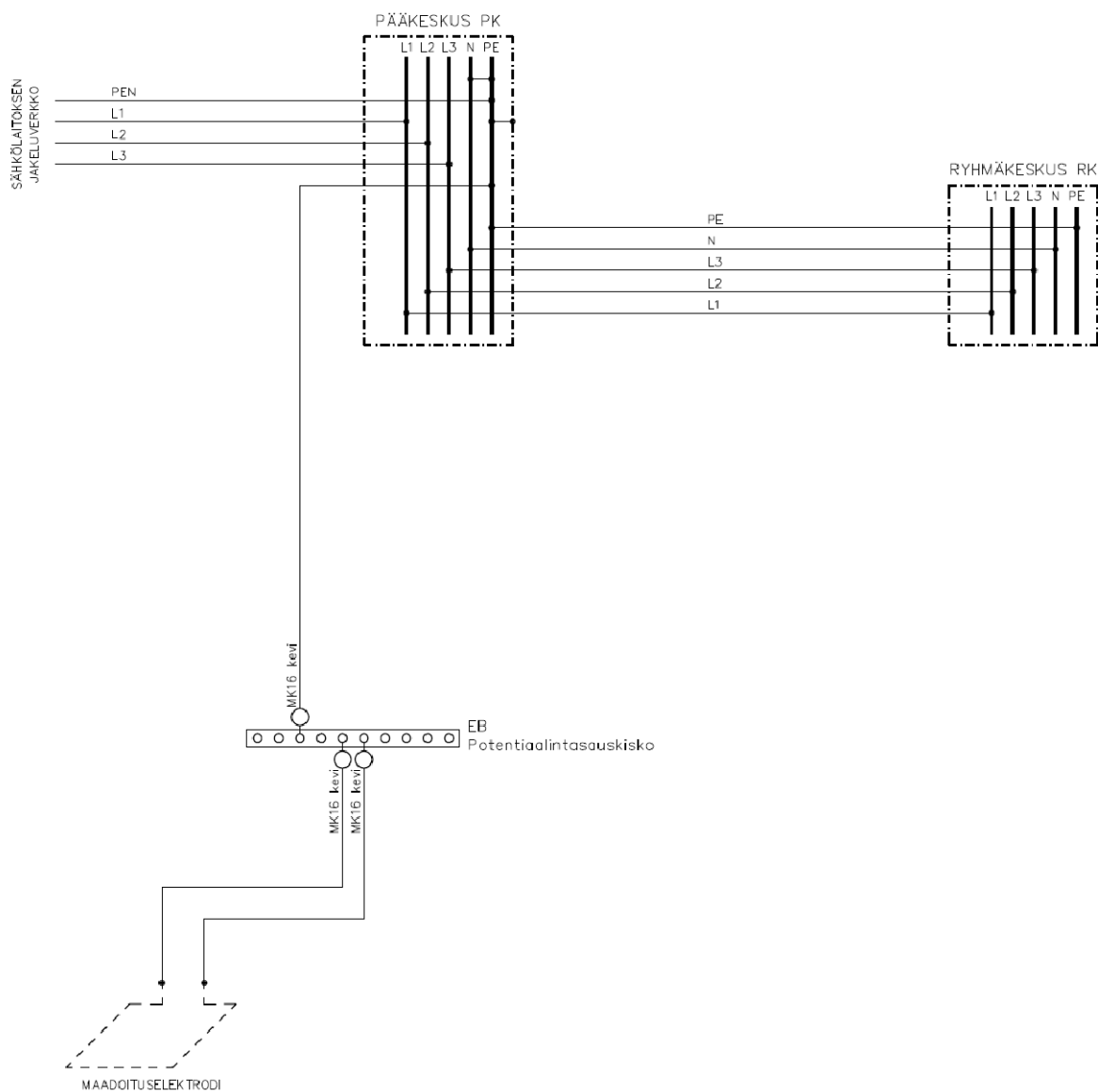
6.2 Pienjänniteliittymän maadoittaminen

Perinteisen pienjänniteliittymän syöttö tulee yleisestä jakeluverkosta nelijohtimisena, koska jakeluverkoissa käytetään yleensä PEN-johtimia. PEN-johdin liitetään keskuksessa PE-kiskoon tai liittimeen, ja siitä tehdään yhdistys nollapiiriin. Myös kaksoisliitintä, jossa on tila sekä suojajohtimelle että nollajohtimelle, on mahdollista käyttää. Suojajohtimen ja PEN-johtimen liitos pitää pystyä avaamaan eristysresistanssin mittausta ja jatkuvuusmittausta varten. (ST 53.21, 2008, 6)

Jos pienjänniteliittymän syöttö tulee viisijohtimisena, tilanne on vielä yksinkertaisempi. Tällöin nolla- ja suojajohtimet liitetään niille tarkoitettuihin liittimiin ja kaikki suoja- ja potentiaalintasausjohtimet liitetään suojakiskoon tai liittimiin. Nolla- ja suojajohdinta ei

liitetä keskuksessa yhteen. Käyttöönottotarkastusten helpottamiseksi keskuksen pääkytkin voi olla nelinapainen. (ST 53.21, 2008, 8)

Kaaviossa 3 on esitetty kesämökkien sähköliittymän maadoituskaavio.



Kaavio 3. Maadoituskaavio

7 Sähköasennukset

7.1 Sähkölämmitys

Kustannuksiltaan ja energiatehokkuudeltaan paras ratkaisu kesämökkien lämmitysjärjestelmäksi on sähkölämmitys. Sähkölämmitysjärjestelmän laitteet kuluttavat energiaa ainoastaan silloin, kun tilaan tarvitaan lisää lämpöä, joten se sopii hyvin yhteen mökeissä käytettävän puulämmityksen kanssa. Järjestelmä reagoi nopeasti, kun takkaan laitetaan tuli tai keittiön uunista tulee ruuanlaiton yhteydessä lisälämpöä. Sähkölämmitysjärjestelmä on myös alkuinvestoinniltaan pieni muihin lämmitysratkaisuihin verrattuna. Lisäksi se on helppo ja nopea asentaa ja huollon tarpeeltaan lähes olematon sekä turvallinen käyttää.

Patterilämmitys

Sähkölämmitysratkaisuista yleisin on patterilämmitys. Sähkölämpöpatterit lämmittävät ilman, joka osuu sen pintaan tai luovuttavat säteilylämpöä ympäristöönsä. Patterit sijoitetaan yleensä ikkunoiden alle, missä ne poistavat vedon tunnetta huoneista. Lämpötilaa pattereiden avulla voidaan säätää noin 0,5 asteen tarkkuudella ja niitä voidaan käyttää kaikissa tiloissa märkätilat mukaan lukien. (Sähköala 2010, Patterilämmitys)

Nykyaikaisen sähköpatterin pintalämpötila on normaalissa käytössä sama kuin vesikiertoisen eli noin 70 °C. Jos ilma ei pääse kiertämään niiden ympärillä, lämmityspatterit voivat ylikuumentua. Tästä syystä lämpöpattereita ei saa peittää eikä huonekaluja saa sijoittaa liian lähelle niitä. Jos lämmittimet tai niiden termostaatit rikkoontuvat, niitä ei saa käyttää viallisina, vaan ne pitää korjauttaa kuntoon. (Sähköala 2010, Patterilämmitys)

7.2 Lämmityksen etäohjaus

Yleisimmät lämmityksen ohjaukseen liittyvät vaatimukset ovat lämpötilan säätö huoneen käyttötarkoituksen mukaan sekä mahdollisuus keskitettyyn lämpötilan pudotukseen poissaolon ajaksi. Ohjausjärjestelmät mahdollistavat lämmityksen säädön sekä varaavan lämmityksen säätämisen ulkolämpötilan mukaan. Ohjausjärjestelmiä

voidaan nykyään hallita etätoiminnolla esimerkiksi tekstiviestien tai Internetin välityksellä.

Esimerkiksi Enston ECO600-etähallintalaitteella voidaan ohjata omakotitalon tai kesämökin sähkölämmitystä. Järjestelmä perustuu tilanneohjaukseen valmiiksi asetettujen tilanteiden mukaisesti. Energiaa säästyy kun lämpötilaa voidaan pudottaa poissa ollessa ja palauttaa normaalille tasolle ennen paluuta. (Ensto 2010, Tuotteet)

Lainaus Enston verkkosivuilta

”Enston ECO600.1 etähallintalaitte on tuote, jolla kiinteistön omistaja tai huollosta vastaava voi tekstiviestillä ohjata kiinteistön sähkölämmitystä ja hälytyksiä. ECO600.1 sisältää keskusyksikön, virtalähteen, antennin sekä sisä- ja ulkolämpötilan sensorit. Tuotteessa ei ole omaa akkua tai akkulaturia. ECO600.1 on tarkoitettu yksinkertaiseksi kiinteistön valvonta- ja ohjauslaitteeksi. Laitteessa on GSM-yhteys, jonka avulla tiedot hälytyksistä ja ohjauksista välitetään käyttäjälle tekstiviestinä. Laitetta voidaan ohjata ainoastaan niistä puhelinnumeroista, jotka on asetettu laitteen käyttäjäluetteloon.”
(Ensto 2010, Tuotteet)

7.3 Valaistusratkaisut

Oikeanlainen valaistus on tärkeä osa viihtyvyyttä ja turvallisuutta. Varsinkin kesämökkien vaativissa olosuhteissa valaisimilta vaaditaan tiettyjä ominaisuuksia. Syksyn tullen pihalla liikkuminen on vaikeaa ja sisällä liikkuminen miltei mahdotonta ilman oikeanlaista valaistusta. Valaistuksen ohjauslaitteet, hämähäkytkimet ja liiketunnistimet ovat viime aikoina halventuneet, joten suhteellisen pienillä kustannuksilla saadaan rakennettua toimivat valaistusratkaisut. Nykyaikaiset energiansäästölamput noin 5-15 watin tehoisina ovat pitkäikäisiä, joten ne voivat palaa vaikka koko pimeän ajan sähkölaskun juuri siitä suurenematta.

7.3.1 Sisävalaistus

Sisävalaistuksella saavutetaan viihtyisä tunnelma, kun valoja voidaan säätää ja valopisteitä on riittävästi erilaisten valotilanteiden luomiseksi. Valon määrän riittävyyttä arvioitaessa on huomioitava rakennuksen ikkunoiden määrä sekä pintamateriaalit ja

niiden tummuusasteet, joiden vaikutukset tarvittavaan valonmäärään ovat varsin olennaiset. Kesämökkien valaistuksessa kannattaa panostaa etenkin valaistuksen säätöön, koska päivät ovat yleensä valoisia eikä valaistusta tällöin kannata käyttää täydellä teholla. Vakiovalosäädön avulla valaistus reagoi luonnonvalon määrään ja pitää sisällä valaistustason vakiona riippumatta auringon asennosta ja pilvisyydestä. Automaattista ohjausta puolestaan voidaan hyödyntää esimerkiksi silloin, kun ollaan poissa mökiltä mutta halutaan antaa vaikutelma, että mökki näyttäisi asutulta. Tällöin määritellään valaistus syttymään ja sammumaan epäsäännöllisesti tai säännöllisesti eri aikoina.

7.3.2 Pihavalaistus

Jos halutaan säästää energiakustannuksissa, on ulkovalaistus syytä yhdistää liiketunnistimeen, hämäräkytkimeen tai aikaohjaukseen tai näiden yhdistelmiin. Yksinkertaisin ja ehkä paras tapa toteuttaa pihavalaistus on valita valaisimet, jotka on varustettu liiketunnistimilla. Liiketunnistin sytyttää valot, kun pihalla havaitaan liikettä ja näin toivottaa mökkiläiset sekä kutsutut vieraat tervetulleiksi. Liiketunnistin voi releen avulla ohjata myös sisävalaistusta, jolloin se mahdollisesti pelästyttää mökille pyrkivät kutsumattomat vieraat. Liiketunnistimen kanssa käytetään yleensä hämäräkytkintä, jolloin valot syttyvät vain pimeän aikaan.

Ulkovalaisimien pitää aina olla vedeltä suojattuja ja ne pitäisi aina varustaa valoa suuntaavalla häikäisysojalla. Ulkona voi käyttää hehkulamppuja, pienloistelamppuja, ledejä ja monimetallilamppuja. Energiansäästölampujen huono puoli on se, että kovalla pakkasella ne syttyvät hitaasti. (Korkala 2009, Suomela nro 5/2009)

7.4 Aurinkoenergian hyödyntäminen

Kesämökkien sähköntarve on yleisesti ottaen varsin pieni, joten perinteisen sähköjärjestelmän rinnalle on hyvä miettiä vaihtoehtoinen energian tuottotapa. Koska Suomessa kesäpäivät ovat pitkiä ja valoisia, on aurinkoenergian hyödyntämistä syytä harkita. Aurinkoenergia on saasteeton ja alkuinvestoinnin jälkeen ilmainen energiamuoto. Kesämökille soveltuvan pienen aurinkosähköjärjestelmän saa edullisimmillaan noin tuhannella eurolla, joten mistään suuresta satsauksesta ei ole kyse. Järjestelmien käyttöikä on noin 25 vuotta. Järjestelmästä saa sähköä esimerkiksi

jääkaappiin, valaistukseen ja televisioon. Tämä tarkoittaa, että perinteinen sähkönsyöttö voidaan pitää katkaistuna, koska kesäisin mökin lämmityskin hoituu yleensä parilla takallisella puuta. Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää myös tavanomaisen lämmitysjärjestelmän rinnalla, ja parhaimmillaan se pystyykin tuottamaan jopa 20 prosenttia lämmitykseen tarvittavasta energiasta vuositasona.

7.5 Valvontajärjestelmät

Kun kesämökki on pidempiä jaksoja tyhjillään, murto- ja varkausriskit lisääntyvät. Suurin osa mökki murroista on ilkivaltaa, joten poissaolon ajaksi mökki on hyvä jättää tilaan, joka kiinnostaa varkaita mahdollisimman vähän.

Jos kesämökissä on arvokasta omaisuutta, suojausta kannattaa tehostaa hälytinjaerjestelmällä. Yksinkertaisenkin hälytysjärjestelmän huomattessaan varkaat jättänevät sinänsä kiinnostamattoman kohteen rauhaan. Järjestelmän on kuitenkin johdettava paikkaan, josta hälytyksen sattuessa aloitetaan vastatoimenpiteet vahinkojen rajoittamiseksi mahdollisimman nopeasti. Vartiointipalveluja voi kysyä kesämökkipaikkakunnalta ja niin sanottu mökkitalonmiespalvelukin voi olla avuksi.

Kesämökkien rikosilmoitinjärjestelmät voidaan jakaa kahteen eri tyyppiin: toisessa hälytyssignaalin antaa ainoastaan sireeni, toisessa ilmoitus välitetään lisäksi puhelimella tai langattomana tiedonsiirtona ennalta ohjelmoituun paikkaan. Jos mökki sijaitsee syrjäseudulla eivätkä naapurit ole lähietäisyydellä, ei pelkällä hälytyssignaalilla toimivasta järjestelmästä ole toivottua hyötyä. Mikäli mökiltä löytyy sähköt ja puhelin, hälytinjaerjestelmän keskuslaite soittaa suoraan esimerkiksi mökinomistajan kännykkään tai vartiointiliikkeeseen. Jos taas puhelinta ei ole, järjestelmän hälytykset siirretään langattomana tiedonsiirtona GSM-modeemin avulla vastaaviin paikkoihin.

(Sisäasiainministeriö 2010, Turvallinen kesämökki)

8 Lopputarkastukset

Lopputarkastuksia (mittaus, testaus, tarkastus) suorittaessa pitää käyttää sellaisia työkaluja (jännitetyökalut), mittareita (vähintään CAT III) ja henkilökohtaisia suojaimia (jännitetyökäsineet, EN 531 – työasu), joilla estetään henkilöihin kohdistuva sähköinen

vaara. Laitteiston sähkönsyötön katkaisuun on oltava paikallisten vaatimusten mukaiset laitteet. (SFS 6002, 2008, 24)

8.1 Käyttöönottotarkastukset

Käyttöönottotarkastukset alkavat silmämääräisillä tarkastuksilla, joissa todetaan muun muassa: johtojen asennuskorkeudet, johtimien mekaaninen kunto, pylväiden kunto sekä upotussyvyys, harusten kunto ja merkinnät, erillisten maadoitus- ja suojajohtimien kunto sekä suojaukset ja liitokset, johtokatuja riittävyys, kaapeleiden asennussyvyys ja mekaaniset suojaukset. (SFS 6000-6, 2007, luku 61)

Käyttöönottotarkastuksen mittauksissa puolestaan selvitetään: eristysresistanssit, kun käytetään metallivaipattomia maakaapeleita; PEN-johtimen jatkuvuus; oikosulkuvirran riittävyys ja muuntopiirin maadoitusimpedanssi. (SFS 6000-6, 2007, luku 61)

8.2 Toiminnan tarkastukset

Toiminnan tarkastuksiin kuuluvat mittaukset, testaukset ja tarkastukset. Mittauksissa mitataan sähkölaitteistoon liittyvät fysikaaliset suureet. Testauksissa tarkastetaan sähkölaitteisto ja laitteiston suojalaitteiden toiminta sekä sähköinen, mekaaninen ja termien kunto. Tarkastuksissa varmistetaan, että sähkölaitteisto on standardien mukainen ja täyttää olennaiset turvallisuusvaatimukset. (SFS 6002, 2008, 29)

Mittaukset saa suorittaa sähköalan ammattihenkilö tai opastettu henkilö mutta myös maallikon on mahdollista suorittaa mittaukset ammattihenkilön välittömässä ohjauksessa ja valvonnassa. Mittalaitteiden on oltava laitteiston nimellisjännitteen mukaiset sekä turvalliset käyttää. Myös testaukset on maallikon mahdollista suorittaa ammattihenkilön valvomana ja ohjaavana, kunhan testauksen suoritustapa on suunniteltu etukäteen ja testauslaite on turvallinen. Tarkastukset puolestaan saa suorittaa ainoastaan sähköalan ammattihenkilö, jolla on kokemusta vastaavien asennusten tarkastamisesta. Tarkastukset tehdään käyttäen vertailukohtana laadittuja sähköpiirustuksia ja mahdollisia muita teknisiä määrittelyjä. (SFS 6002, 2008, 29–33)

9 Yhteenveto

Asianmukaisia ohjeita noudattamalla ja ammattitaitoisia henkilöitä käyttämällä kesämökkien sähköistys on yksinkertaista toteuttaa. Koska kesämökit sijaitsevat usein suhteellisen kaukana sähköverkosta tai jakelumuuntamosta, on liittymismaksu korkeampi kuin perinteiselle omakotitalolle. Tästä johtuen oikeanlainen sähköliittymän mitoittaminen on tärkeää, jotta tulevaisuudessa olisi mahdollista myydä samasta liittymästä sähköä muille mökkiläisille. Pääsulakkeiden lisäksi myös ryhmäkeskusten sulakkeet on syytä mitoittaa yläkanttiin, jotta mökeille tulevat mahdolliset lisäkuormat eivät aiheuta ongelmia sähkönsyötössä.

Paras ratkaisu kesämökkien lämmitysjärjestelmäksi on sähkölämmitys. Se on alkuinvestoinneiltaan pieni, helppo ja nopea asentaa, huollon tarpeeltaan lähes olematon sekä turvallinen käyttää. Sähkölämmitysjärjestelmään voidaan myös asentaa etähallintalaite, joka mahdollistaa keskitetyn lämpötilan pudotuksen sekä lämpötilan etäohjauksen. Valaistuksen osalta viihtyisä tunnelma saavutetaan, kun valoja voidaan säätää ja valopisteitä on riittävästi. Pihavalaistukselle yksinkertaisin ja ehkä paras toteutustapa on valita valaisimet, jotka on varustettu liiketunnistimilla. Jos mökeissä säilytetään arvokasta omaisuutta, turvallisuutta kannattaa tehostaa hälytinja järjestelmällä, joka ilmoittaa murrosta puhelimella tai langattomana tiedonsiirtona ennalta ohjelmoituun paikkaan.

Lähteet

Sähköiset lähteet

- Amk. Opintojaksot. Johdon mitoitus kiinteistöverkoissa. [online] [viitattu 12.2.2010]
<https://www.amk.fi/opintojaksot/030503/1132057231100/1132057979789/1132058700025/1132058760959.html>
- Ensto 2010. Tuotteet. [online] [viitattu 15.3.2010]
http://products.ensto.com/catalog/16744/product/17314/ECO600.1_FIN1.html
- Fortum Oy 2007. Liittymismaksuhinnasto [pdf-tiedosto] [viitattu 19.1.2010]
 Saatavissa: <http://www.fortum.fi/attachment.asp?path=14020;14028;31772;31773;31778;31783;32127;32215;47115>
- Fortum Oy. Liittymismaksun määräytyminen [online] [viitattu 5.2.2010]
<http://www.fortum.fi/document.asp?path=14020;14028;31772;31773;31778;31783;31854;31855;31923&level=4>
- Fortum Oy. Rakentajan sähkömuistio. [pdf-tiedosto] [viitattu 19.1.2010] Saatavissa:
<http://www.fortum.fi/attachment.asp?path=14020;14028;31772;31773;31779;31786;31860;32062;48401>
- Kymenlaaksonsähkö. Liittämiskohta. [online] [viitattu 22.1.2010]
<http://www.kymenlaaksonsahko.fi/kotitalouksille/rakentajan-palvelut/liittamiskohta>
- Sisäasiainministeriö 2010. Turvallinen kesämökki. [online] [viitattu 8.4.2010]
<http://www.intermin.fi/intermin/hankkeet/turvallinenkoti/home.nsf/pages/31166B9FDCC09C13C225730E004566F2?opendocument>
- Suur-Savon Sähkö. Sähköliittyjän opas. [online] [viitattu 19.1.2010]
<http://www.ssoy.fi/Sivu/1552>
- Sähköala. 2010. Patterilämmitys. [online] [viitattu 17.1.2010]
http://www.sahkoala.fi/kohderyhmat/pienrakentajat/Sahkolammitys/fi_FI/patterilammitys/
- Sähköala. 2010. Suunnittelu ja tarjouspyyntö [online] [viitattu 17.1.2010]
http://www.sahkoala.fi/kohderyhmat/pienrakentajat/sahkourakka/fi_FI/suunnittelu-tarjousp/
- Törmänen, Eeva 2008. Tekniikka ja talous. Sähkön kulutus. [mobiiliversio] [viitattu 19.1.2010] Saatavissa:
<http://www.tekniikkatalous.fi/energia/article57939.ece>

Painetut lähteet

Korkala, Anne 2009. Pihavalaistus koostuu hyvästä suunnitelmasta ja sopivista valaisimista. Suomela nro 5/2009 [viitattu 7.4.2010]

Lakervi, Erkki & Partanen, Jarmo 2008. Sähkönjakelutekniikka. Helsinki: Otatieto.

SFS 6000. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. 2007. Suomen Standardoimisliitto SFS [viitattu 16.1.2010]

SFS 6000-1. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. Peruseriaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. 2007. Suomen Standardoimisliitto SFS [viitattu 16.1.2010]

SFS 6000-4-41. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. Suojausmenetelmät. 2007. Suomen Standardoimisliitto SFS

SFS 6000-4-43. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. Ylivirtasuojaus. 2007. Suomen Standardoimisliitto SFS [viitattu 23.1.2010]

SFS 6000-5-52. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. Johtojärjestelmät. 2007. Suomen Standardoimisliitto SFS

SFS 6000-525. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. Jännitteenalenema kuluttajan sähköasennuksissa. 2007. Suomen Standardoimisliitto SFS [viitattu 24.1.2010]

SFS 6000-8-814. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. Kaapelien asentaminen maahan tai veteen. 2007. Suomen Standardoimisliitto SFS

SFS 6002, Käytännössä. Käyttötoimenpiteet ja toiminnan tarkastukset. 2008. Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry [viitattu 19.3.2010]

ST 13.31. Rakennuksen sähköverkon ja liittymän mitoittaminen. 2001. Sähkötieto ry

ST 51.08. Enintään 1 kV kaapelien valinta ja asennusolosuhteet. 2008. Sähkötieto ry [viitattu 10.2.2010]

ST 53.21. Rakennuksen sähkölaitteistojen maadoitukset. 2008. Sähkötieto ry [viitattu 14.4.2010]

ST 53.24. Ohjeet kiinteistöjen johtojen mitoituksesta ja suojauksesta <1000 V. 2008. Sähkötieto ry

ST 53.25. Ohjeet vikasuojauksesta TN-järjestelmässä enintään 1000 V. 2008. Sähkötieto ry

Verkostosuositus. Kaapelien sijoittaminen maahan, RK 1:93. Energiateollisuus Ry [viitattu 15.2.2010]