

Sami Järvinen

Pientalojen saneerausten sähkösuunnittelu ja toteutus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

13.9.2012

| | |
|--|--|
| Tekijä Otsikko | Sami Järvinen Pientalojen saneerausten sähkösuunnittelu ja toteutus |
| Sivumäärä Aika | 24 sivua + 6 liitettä 13.9.2012 |
| Tutkinto | Insinööri (AMK) |
| Koulutusohjelma | Sähkötekniikan koulutusohjelma |
| Suuntautumisvaihtoehto | Sähkövoimatekniikka |
| Ohjaaja | Lehtori Osmo Massinen |
| <p>Tämän työn tarkoituksena on tutustua pientalojen sähkösuunnitteluun, tarjouslaskentaan ja urakointiin. Työssä on painotettu sähkösuunnittelupuolta enemmän kuin muita osa-alueita, koska jos suunnittelussa korjataan virheet, niitä ei tarvitse korjata enää asennusvaiheessa. Työ tehtiin <i>Pietsosähkö Oy</i>:lle.</p> <p>Sähköjärjestelmien suunnittelua ja asentamista säätelevät ja ohjaavat monet viranomaismääräykset ja -ohjeistukset sekä standardit. Lisäksi sähköalalla on omia ohjeistuksiaan, kuten ST-kortisto.</p> <p>Työn materiaali hankittiin kiertelemällä keskeneräisiä saneerauskohteita läpi. Niissä haastateltiin työmaalla olevia asentajia, kohteen sähkösuunnittelijaa ja rakennusmestareita. Esimerkiksi asentajat halusivat suunnittelijoiden tutustuvan paremmin suunnittelukohteeseen. Suunnittelijat pitivät tärkeimpänä asiana saada tietoonsa kohteen eri osien tarkat käyttötarkoitukset. Rakennusmestarit painottivat sähkösuunnitelman puutteellisuutta, minkä he perustelivat sillä, että työmaalla asentaja joutuu tekemään paljon muutoksia esimerkiksi johtoreitteihin.</p> <p>Työ on saanut paljon positiivista palautetta, niin työnjohdolta kuin asentajilta. Rakentavaan kritiikkiin puututtiin heti ja epäselvät asianhaarat korjattiin välittömästi. Todellinen hyötyarvo tästä työstä nähdään vasta muutamien vuosien päästä, jolloin sen käyttökertojakin on takana useampia.</p> | |
| Avainsanat | pientalo, sähkö, suunnittelu |

| | |
|--|--|
| Author Title Number of Pages Date | Sami Järvinen Single-Family House Renovation Electrical Design and Implementation 24 pages + 6 appendices 13 September 2012 |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Degree Programme | Electrical Engineering |
| Specialisation option | Electrical Power Engineering |
| Instructor | Osmo Massinen, Senior Lecturer |
| <p>The purpose of this thesis was to explore the properties of small electrical design, tender calculation and construction. The work focuses more on the electrical design side than on the other areas. Because if the errors are corrected in the design phase, they do not need any more fixing in the installation phase. The work was done for Pietsosähkö Oy.</p> <p>A number of official regulations, guidelines and standards control electrical power system design and installation. In addition, the electricity sector has its own guidelines, such as the ST-index.</p> <p>The material was acquired by visiting unfinished renovation projects targets. Mechanics, electrical designers and construction supervisors were interviewed on site. For example installers wanted designers to get to know design targets better. Designers find as the most important thing to know the specific uses in different parts. Construction supervisors stressed the inadequacy of electricity plan. According to them the on-site technician has to make a lot of changes, for example to cable routes.</p> <p>The work has received a lot of positive feedback, both from the management and installers. Constructive criticism was addressed immediately and unclear circumstances were corrected. The real benefit of this work will be seen only a few years later, after it has been applied more into practice.</p> | |
| Keywords | single-family house, electricity, design |

Sisällys

Lyhenteet

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Työkohteet | 1 |
| 2.1 | Uudisrakennus | 1 |
| 2.2 | Saneerauskohteissa | 2 |
| 3 | Uusien määräysten soveltaminen muutos-, lisäys- ja korjaustöissä | 2 |
| 3.1 | Yleisvaatimukset | 2 |
| 3.1.1 | Sähkölaitteistojen korjaustyöt | 3 |
| 3.1.2 | Sähkölaitteistojen muutos- ja lisätyöt | 4 |
| 3.1.3 | Ryhmäjohtojen tai kulutuskojeen lisääminen | 4 |
| 3.1.4 | TN-C-järjestelmän syötön uusiminen | 5 |
| 3.1.5 | Ryhmäjohtojen tai kulutuskojeen lisääminen | 6 |
| 3.1.6 | Keskuksen muutostyöt | 7 |
| 3.2 | Maadoitusten ja potentiaalitasauksen kytkennät liittymän sähköverkossa | 7 |
| 3.3 | Muuta huomioitavaa | 9 |
| 4 | Suunnittelu | 11 |
| 4.1 | Suunnittelutarjous | 12 |
| 4.2 | Kohteeseen tutustuminen | 12 |
| 4.3 | Suunnittelun toteutus | 14 |
| 4.3.1 | Keskukset | 14 |
| 4.3.2 | Liittymis- ja nousujohdot | 14 |
| 4.3.3 | Johtoreitit | 15 |
| 4.3.4 | Sähkölaitteet | 15 |
| 4.3.5 | Asennustavat | 15 |
| 5 | Tarjouslaskenta | 17 |
| 5.1 | Tarjouslaskenta uudisrakennuksessa | 17 |
| 5.2 | Tarjouslaskenta saneerauskohteessa | 18 |

| | | |
|-------|--------------------------------|----|
| 6 | Asentaminen | 19 |
| 6.1 | Aikataulu | 20 |
| 6.2 | Työmaan toteutus | 20 |
| 6.2.1 | Vanhojen asennusten purkaminen | 20 |
| 6.2.2 | Työmaasähkö | 21 |
| 6.2.3 | Asennustyöt | 22 |
| 6.2.4 | Maadoitukset | 22 |
| 7 | Yhteenveto | 22 |
| | Lähteet | 24 |

Liitteet

- Liite 1. TN-C-S-järjestelmän asennuksista osa muutettu TN-S-järjestelmään
- Liite 2. Sähkölaitteistojen korjaustyöt
- Liite 3. Esimerkki sähkökeskuskuvasta
- Liite 4. Esimerkki maadoituksista
- Liite 5. TN-C-, TN-C-S- ja TN-S-järjestelmät
- Liite 6. Johtimien väritunnukset nykyään

Lyhenteet

- kevi Kelta-vihreäraidallinen johdin. Johdin, jota käytetään suojauksen takia, esimerkiksi sähköiskulta suojaamiseen, (suojojohdin).
- PEN Maadoitettu johdin, joka toimii samalla sekä suojamaadoitus- että nollajohtimena.
- si Sininen johdin. Järjestelmän nollapisteeseen yhdistetty johdin, joka kykenee osallistumaan sähköenergian siirtoon, (nollajohdin).

1 Johdanto

Tämä insinöörityö on tehty *Pietsosähkö Oy*:lle ja se käsittelee saneerauskohteessa huomioon otettavia sähköteknillisiä asioita. Työssä tarkastellaan saneerauskohteissa suoritettavia tehtäviä niin suunnittelun, tarjouslaskennan kuin asennustöidenkin osalta. Työssä on keskitytty suunnittelupuoleen. Jos siitä saataisiin karsittua suurimmat erheet pois, päästäisiin urakoinnissa sujuvampaan työtahtiin ja säästettäisiin asiakkaan rahojia.

Työssä esitetyt tiedot perustuvat eri saneerauskohdissa asentajien, suunnittelijoiden, ja rakennusmestareiden keskuudessa tehtyihin haastatteluihin.

Nykyään saneerauksissa joudutaan tekemään rakennuksissa suuriakin muutoksia, koska nykysäädökset vaativat koneellisen ilmanvaihdon ja sähköasennukset tehdään kokonaan viisijohdinjärjestelmään (TN-S).

Uuden järjestelmän soveltaminen edellyttää uusien *sähkötyöturvallisuusmääräysten (SFS 600-käsikirja)* hyvää tuntemusta ja niiden käytön hallitsemista.

2 Työkohteet

2.1 Uudisrakennus

Uudisrakennuksella tarkoitetaan rakennusta, joka on tehty kokonaan alusta. Uusi rakennus on pystytetty tyhjään paikkaan.

2.2 Saneerauskohteissa

Saneeraustyömaalla tarkoitetaan jonkin vanhan rakennuksen uudistamista ulkopuolisesti tai sisäpuolisesti. Saneerauksia on monentasoisia:

- Korjaus. Ei tehdä muutoksia vanhoihin asennuksiin, vaihdetaan ainoastaan uudet valaisimet ja muut kojeet kokonaan tai osittain tai lisätään muutamia uusia valaisimia tai muita kojeita.
- Parannus. Ensimmäisen kohdan lisäksi siirrellään joitakin seinän paikkoja ja tehdään uusia asennuksia tai lisätään huomattavia määriä uusia valaisimia tai muita kojeita niin, että joudutaan tekemään paljon uusia johtoteitä.
- Uudistus. Puretaan kaikki vanha pois ja rakennus uudistetaan kokonaan niin rakennus- kuin sähköteknilisestikin.

Näiden lisäksi joitakin vanhempia rakennuksia on jaettu erilaisiin laatuluokituksiin, jotka määräävät mitä vanhoissa rakennuksissa täytyy jättää ennalleen. Ne vaativat esimerkiksi vanhojen valaisimien säilyttämistä.

Saneeraustyömaa alkaa asiakkaan eli käyttäjän tyytymättömyydestä senhetkisten tilojen toimivuuteen. On tärkeää saada tilat muutettua asiakkaan toivomusten mukaisiksi, kuitenkin viranomais määräyksiä noudattaen.

Kun aletaan saneerata vanhempia rakennuksia, joudutaan tekemään huomattavasti muutoksia, koska esimerkiksi nykysäädökset vaativat koneellisen ilmavaihdon, joka vaatii paljon uusia sähköteknillisiä ratkaisuja rakennuksiin.

3 Uusien määräysten soveltaminen muutos-, lisäys- ja korjaustöissä

3.1 Yleisvaatimukset

Säihköturvallisuusmääräyksiä uusittaessa tehdyt muutokset eivät ole taannehtivia. Vanhoja asennuksia, jotka vastaavat alkuperäisenä rakentamisajankohtana voimassa olleita määräyksiä, saa edelleen käyttää. (5.)

Vanhojen määräysten mukaisesta nollajohtimesta, jota on käytetty sekä nolla- että suo- jajohtimena, käytetään tässä työssä nimitystä PEN-johdin, vaikka se ei täytä uusien määräysten PEN-johtimen poikkiopinalle ja tunnusvärille asetettuja vaatimuksia. (5.)

Muutettaessa vanhaa sähkölaitteistoa TN-S-järjestelmän mukaiseksi on muutostyöt kannattavinta aloittaa tekemällä ryhmäjohtot ja ryhmäkeskukset TN-S-järjestelmän mukaisiksi ja jatkaa muutostöitä pääkeskukselle päin.

Muutos- ja lisäystöiden sähkösuunnitelmassa on otettava huomioon koko vanha järjes- telmä, vaikka muutostyö koskisikin ensivaiheessa vain osaa siitä, esimerkiksi nousu- johtoa tai ryhmäkeskuksia. Sähkösuunnitelmissa on pääkaavioon merkittävä selvästi PEN-lähdöt ja ne on pyrittävä keskittämään niin, että keskus voidaan rakentaa vaati- mukset täyttäväksi.

Laajennettaessa vanhaa laitteistoa tai uusittaessa sitä osittain on erityisesti huomatta- va, että jos tietyistä asennuksen kohdasta lähtien käytetään erillistä suojajohtinta ja nollajohtinta, ei näitä johtimia saa kytkeä yhteen tämän kohdan jälkeen. Jos suoja- ja nollajohtimet kytketään TN-S-järjestelmässä, aiheutuu suojajohtimen irtoamisesta tai katkeamisesta vaaratilanne.

Myös tilapäislaitteistojen vaatimukset määräytyvät pääsääntöisesti laitteiston rakenta- misajankohdan mukaan. Jakokeskusten osalta tällaisia standardeja on SFS-EN 60439-sarja.

Sähkölaitteistoa korjattaessa tai muutettaessa saa käyttää vanhan värijärjestelmän mukaisia suojajohtimia, jos ne ovat mekaanisesti kunnossa ja vastaavat johtokyvyltään nykyään voimassa olevia määräyksiä.

3.1.1 Sähkölaitteistojen korjaustyöt

Sähkölaitteiston korjaustöissä saa vioittuneen komponentin yleensä korvata vastaaval- la uudella ja asentaa alkuperäisen asennusajankohdan määräysten mukaisesti (liite 2).

Esimerkiksi vaarattomissa käyttöolosuhteissa saa luokan 0 pistorasian tilalle muissakin kuin asuinrakennuksessa asentaa vastaavan uuden pistorasian.

Asennettaessa ryhmäjohtoon korjaustöiden yhteydessä vanhan ryhmäjohtoon tai sen osan tilalle uusi johto voidaan siinä käyttää vastaavaa uutta johtoa ja kytkeä se entisellä tavalla. Jos vanhassa johdossa on käytössä PEN-johdin, voidaan sen tilalle asentaa sininen *si* PEN-johdin, joka kytketään ja merkitään vanhan asennuksen mukaisesti.

Suojamaadoitettujen siirrettävien ja puolikiinteästi asennettujen laitteiden liitäntäjohtoa uusittaessa on kuitenkin vanha PEN-johtimellinen liitäntäjohto korvattava johdolla, jossa on nollajohtimesta erillinen suojajohdin. (5.)

Kiinteässä asennuksessa saa ilman suojajohdinta olevan johdon tilalle asentaa suoja-johtimella varustetun johdon, jos siitä katsotaan olevan hyötyä myöhemmissä muutostöissä. Jos johdon syöttämässä järjestelmässä on käytetty nollausta, voidaan uudessa johdossa suoja- ja nollajohdin kytkeä rinnan. Jos sopivia liittimiä ei ole käytettävissä, voidaan suojajohdin jättää kytkemättä. Suojajohtimen kytkemättä jätettyjen päiden on oltava luotettavasti eristetty jännitteisistä osista. Suojajohdin suositellaan kytkettäväksi syötön puoleisesta päästä. Jos se jätetään kytkemättä, se on varustettava tästä varoitavalla merkinnällä. Suojajohdinta ei saa kytkeä pelkästään loppupäästä. (6.)

Kaapelissa oleva metallivaippa tai kytkemättä jätetty konsentrinen johdin on suojamaadoitettava aina syötön puoleisesta päästä.

3.1.2 Sähkölaitteistojen muutos- ja lisätyöt

Muutos- ja lisätöissä on noudatettava uusia *sähkötyöturvallisuusmääräyksiä* (SFS 600-käsikirja).

Seuraavassa annetaan sovellusesimerkkejä siitä, miten uusia laitteiston osia liitetään vanhaan laitteistoon.

3.1.3 Ryhmäjohtojen tai kulutuskojeen lisääminen

Lisätään ryhmäjohtoja tai olemassa olevaan ryhmäjohtoon lisätään kulutuskojeita tai pistorasioita.

Lisäyksen osalta on noudatettava uusia määräyksiä. Koko lisäyksessä on yleensä käytettävä nollajohtimesta erillistä suojajohdinta.

Vanhan TN-C-järjestelmään voidaan liittää uusia ryhmäjohtoja siten, että sekä nolla- ja suojajohtimet liitetään PEN-kiskoon, jos siinä on riittävästi liittimiä tai siihen voidaan lisätä niitä tarvittava määrä. Vanhan keskuksen PEN-kiskoa ei tarvitse tässä tapauksessa erityisesti merkitä PEN-kiskoksi.

Ryhmäjohtoa jaettaessa saa uuden johto-osan suojajohtimen yhdistää vanhan johdon PEN-johtimeen lähimmässä kiinteän asennuksen jakorasiassa. (1.)

3.1.4 TN-C-järjestelmän syötön uusiminen

Vanhan TN-C-järjestelmän keskusta syöttävä johto uusitaan viisijohtimiseksi (liite 1).

Jos keskuksessa on käytössä sopivia liittimiä, suoja- ja nollajohtimet kytketään rinnan PEN-johtimiksi. Suoja- ja nollajohdin kytketään keskuksessa PEN-kiskoon tai PEN-liittimeen. Keskuksen syötön nollaliitin vaihdetaan tarvittaessa keskusvalmistajan ohjeiden mukaan kaksoisliittimeksi, johon syöttöjohdon suoja- ja nollajohdin kytketään omiin liitintiloihinsa. Jos syötettävässä jakokeskuksessa (pääkeskuksessa tai nousukeskuksessa) on omat kiskot tai liittimet suoja- ja nollajohtimille, voidaan johtimet kytkeä niihin.

Jos suoja- ja nollaliittimet kytketään samaan kiskoon tai liittimeen, johtimet merkitään kytkentäpisteiden lähellä siten, että keltavihreä *kevi*-johdin varustetaan *si*-lisämerkillä ja *si*-johdin *kevi*-lisämerkinnällä sekä lisäksi kumpikin johdin lisämerkinnällä PEN. Suoja- ja nollajohtimien merkintä voi olla kummallekin yhteinen. Kun suoja- ja nollajohtimet liitetään omiin kiskoihin tai liittimiin, ei niitä tarvitse erikseen merkitä.

Jos vanhaan keskukseseen ei voida kytkeä sekä suoja- että nollajohdinta, voidaan kaikissa rakennuksissa uuden johdon, jonka johdinpoikkipinta on vähintään 10 mm² Cu tai 16 mm² Al, *kevi*-johdin merkitä PEN-johtimeksi ja kytkeä suojakiskoon tai vanhan keskuksen PEN-kiskoon. (1.)

Merkintä PEN-johtimeksi on tehtävä johdon molemmissa päissä. Nollajohdin voidaan jättää kytkemättä, jolloin se on luotettavasti erotettava jännitteisistä osista. Pienemmällä johdinpoikkipinnoilla on sekä suoja- että nollajohdin kytkettävä rinnan edellisessä kappaleessa esitetyllä tavalla.

Kun keskuksset ja ryhmäjohdot uusitaan myöhemmin TN-S-järjestelmän mukaisiksi, suoja- ja nollajohtimet kytketään ja merkitään normaalisti SFS 600-käsikirjan mukaisesti. (5.)

3.1.5 Ryhmäjohtojen tai kulutuskojeen lisääminen

Jakokeskus sekä osa keskuksista lähtevistä johdoista uusitaan.

Uudet ryhmäjohdot asennetaan uusien määräysten mukaisesti. Jos keskusta syöttävässä johdossa tai keskuksista lähtevistä johdoissa on käytetty PEN-johtimia, keskuksen suoja- ja nollapiirit on liitettävä yhteen.

Keskuksset rakennetaan TN-C-S-järjestelmän keskuksiksi siten, että suoja- ja nollapiirit kytketään yhteen, jolloin niiden yhteen kytketystä osuudesta muodostuu PEN-piiri. Jos suojakisko on mitoitettu nollakiskon vahvuiseksi, voidaan kiskot yhdistää yhdestä kohdasta. Jos suojakisko on mitoitettu standardin SFS 144:n, s. 232 mukaisesti oikosulkuvirran mukaan laskemalla pienemmäksi kuin nollakisko, on yhdistäminen tehtävä vähintään kahdesta kohdasta. Yhdistäminen voidaan tehdä joko keskuksen kokoomakiskoissa tai yhdistämällä suoja- ja nollapiirit keskuksen syöttöliittimissä sekä kaikissa lähtevän PEN-johtimellisen johdon liittimissä tai liitinkiskoissa. Kokoomakiskojen yhdyskiskon on oltava johtokyvyltään nollakiskon vahvuinen ja liittimen yhdysjohtojen on oltava johtokyvyltään vähintään liittimeen tulevan sisäisen nollajohtimen vahvuinen. (6.)

Liitettäessä keskuksen johtoja, joissa on käytössä PEN-johtimia, on nämä kytkettävä suojakiskoon. Liittäminen on tehtävä syöttösuunnassa ennen suoja- ja nollakiskon yhdyskohtaa. Uusien johtojen erilliset suoja- ja nollajohtimet on pyrittävä kytkemään suoja- ja nollakiskojen yhdyskiskon jälkeen. Yhdyskiskot tai -johtimet voivat olla siirrettävissä tai poistettavissa siten, että muutostöiden jatkuessa voidaan pienentää sitä keskuksen osaa, johon on liitetty PEN-johtimia.

Myös vanhat PEN-johtimet kytketään suojakiskoon. Tällöin on *s*-johtimen päät merkittävä keskuksessa liittimien luona *kev*-lisämerkinnällä PEN. Jos käytetty PEN-johdin on muun värinen kuin *s*, se on merkittävä myös *s*-lisämerkillä. Muualla verkossa esimerkiksi jakorasiassa tai kojeissa ei vanhaa PEN-johdinta tarvitse erikseen merkitä eikä sen kytkentää muuttaa.

TN-C-S-järjestelmän keskukseen, johon on liitetty PEN-johtimia, on kiinnitettävä näkyvään paikkaan esimerkiksi arvokilven tai pääkytkimen välittömään läheisyyteen varoituskilpi: *Keskukseen on liitetty PEN-johtimia. Suoja- ja nollakiskoja ei saa poistaa.*

Kun kaikki keskuksesta lähtevät ryhmäjohdot on muutettu siten, että niissä käytetään erillisiä suoja- ja nollajohtimia, voidaan lähtöpiirien suoja- ja nollakiskoja yhdyskiskot poistaa. Jos myös keskusta syöttävä kaapeli on varustettu erillisellä suojajohtimella, poistetaan viimeinenkin yhdyskisko. Ennen yhdyskiskon lopullista poistamista on suoja- ja nollajohtimen erillään oleminen todettava mittamaalla eristysresistanssi ST-käsikirja 33:n mukaisesti. (8.)

3.1.6 Keskuksen muutostyöt

Sähköurakoitsija voi tehdä vanhojen sähkölaitteistojen muutos- ja laajennustöissä asennuskohteen keskuksissa lisäksi seuraavia muutoksia:

- Suojaliitinkiskoja lisääminen keskukseen, jossa on tilaa lisäykselle. Usein on tarkoituksenmukaisinta vaihtaa vanhan nollaliitinkiskon tilalle kaksoiskisko, jossa on omat liitinkiskot suoja- ja nollajohtimille.
- Keskuksen sisäisten kytkentöjen muuttaminen siten, että keskuksen suoja- ja nollapiirit johdotetaan erikseen tai ne yhdistetään.
- Keskuksen sisällä johtimen jatkaminen joko kiinteässä liittimessä tai käyttäen tähän tarkoitukseen hyväksyttävää johtimen jatkosta, ei kuitenkaan huppu- tms. irtoliittimiä. Jatkoksen on vastattava johtokyvyltään ja eristystasoltaan vähintään jatkettavaa johdinta sekä oltava mekaaniselta lujuudeltaan riittävä.

3.2 Maadoitusten ja potentiaalitasauksen kytkennät liittymän sähköverkossa

Pääpotentiaalitasauksen määräysten mukaan on rakennuksessa olevan, sitä syötettävän jakokeskuksen läheisyydessä oltava päämaadoituskisko tai -liitin, johon kytketään keskuksen suojakisko tai PEN-kisko, maadoituselektrodille menevät maadoitusjohtimet ja muut pääpotentiaalitasauksen edellyttämät liittymät mm. muihin metallirakenteisiin sekä tarvittavat muut suojajohtimet. (1.)

Päämaadoituskiskoon on yhdistettävä potentiaalitasausjohtimella rakennusrungon yhtenäiset metalliosat. Uudisrakennuskohteissa on betoniraidoituksen yhdistäminen maadoituskiskoon mahdollista kohtuullisin kustannuksin.

Jos rakennuksessa on pää- tai nousukeskus tai vastaava, josta rakennuksen muita keskuksia tai rakennuksen kaikkia ryhmäjohtoja syötetään, riittää pääpotentiaalitasaukseen koko rakennuksessa yksi pää- tai nousukeskuksen läheisyydessä oleva päämaadoituskisko. Pientalossa, jossa on liittymän pääkeskus ja rakennusta syöttävä nousu- tai ryhmäkeskus, suositellaan pääpotentiaalitasaus tehtäväksi sen keskuksen yhteydessä, johon on liitetty suurin osa rakennuksen ryhmäjohtoista. Päämaadoituskiskoon yhdistetään keskuksen suojakisko tai PEN-kisko sekä suoja-, potentiaalitasaus- ja maadoitusjohtimet. Rakennusten muiden keskusten läheisyydessä ei tarvitse olla maadoituskiskoa, ellei sitä tarvita lisäpotentiaalitasaukseen. (1.)

Jos rakennuksessa on useita keskuksia, joista mikään ei ole pää- tai nousukeskus (esimerkiksi rivitalo) ja jos kaikkia keskuksia syötetään erillisellä suojajohtimella varustetulla TN-S-järjestelmän johdolla ja tontin pääkeskus on sijoitettu johonkin muuhun rakennukseen kuin kyseessä olevaan esimerkiksi varistorakennukseen ja rakennus sijaitsee alle 200 m:n päässä, niin rakennukselle ei tarvitse tehdä maadoituselektrodiä. Muut pääpotentiaalitasauksen edellyttämät potentiaalitasaus- ja suojajohdinliitännät on tehtävä yhden keskuksen lähellä olevaan päämaadoituskiskoon tai -liittimeen. Ulkopuolisten metalliputkistojen pääpotentiaalitasausjohtimet liitetään putkistoihin mahdollisimman lähellä putkistojen sisääntulokohtaa. Jos rakennuksen keskuksia, yhtä tai useampia, syötetään PEN-johtimella varustetulla johdolla, on rakennukseen tehtävä maadoituselektrodi. Kunkin keskuksen suojakisko on yhdistettävä maadoituselektrodiin. Yhdistys voidaan tehdä myös päämaadoituskiskon kautta. Kussakin rakennuksessa on kuitenkin oltava vähintään yksi päämaadoituskisko tai -liitin, johon yhdistetään pääpotentiaalitasauksen edellyttämät potentiaalitasausjohdin- ja suojajohdinliitännät.

Rakennuksen päämaadoituskiskoon on liitettävä yhtenäiset metalliset putkistot kuten lämpö- ja vesijohdot sekä ilmavaihtojärjestelmän pääkanavat. Useita huoneistoja käsitävässä asuinrakennuksessa pääpotentiaalitasaukseen liitettäviä yhtenäisiä putkistoja ovat usean huoneiston alueelle ulottuvat metalliset putkistot ja ilmavaihtokanavat.

Liitteessä 5 on annettu esimerkkejä maadoitus-, suoja- sekä PEN- ja potentiaalitasausjohtimien kytkennöistä.

3.3 Muuta huomioitavaa

Ylivirtasuojina voidaan käyttää sulakkeita, katkaisijoita, johdonsuojakatkaisijoita sekä muita hyväksytyjä suojalaitteita.

Sähköturvallisuusmääräysten mukaan liittymän sähköverkossa ylivirtasuojan toiminta-aika ei yleensä saa ylittää 5 sekuntia.

Käytettäessä ylivirtasuojina gG-tyyppisiä kahvasulakkeita ne toimivat 5 sekunnissa oikosulkuvirran ollessa vähintään taulukon 1 mukainen (standardi SFS 60269-1+A1+A2, pienjännitevarokkeet, yleiset vaatimukset). Vaikka kaikki vanhat tulpasulakkeet eivät ole standardin mukaisia, voidaan niillä samoin kuin johdonsuojakatkaisijoillakin toistaiseksi soveltaa taulukon 1 arvoja.

Taulukko 1. Johtojen pienimmät kuormitettavuudet käytettäessä gG-sulaketta ylikuormitus-suojana (2)

| gG-tyyppisen sulakkeen suurin sallittu nimellisvirta | Johdon sallittu kuormitus vähintään |
|--|-------------------------------------|
| A | A |
| 6 | 8 |
| 10 | 13,5 |
| 16 | 18 (19,4) |
| 20 | 22 (24,2) |
| 25 | 28 (30,2) |
| 32 | 35 |
| 35 | 39 |
| 40 | 44 |
| 50 | 55 |
| 63 | 70 |
| 80 | 88 |
| 100 | 110 |
| 125 | 138 |
| 160 | 177 |
| 200 | 221 |
| 250 | 276 |
| 315 | 348 |
| 400 | 441 |
| 500 | 552 |
| 630 | 695 |
| 800 | 883 |
| 1000 | 1103 |
| 1250 | 1379 |

4 Suunnittelu

Suunnittelun tärkeimpänä lähtökohtana ovat tilojen käyttötarkoitus ja käyttäjän tarpeet. Suunnittelijan tulisi toimia kiinteässä yhteistyössä tilojen käyttäjän kanssa, jotta hän pystyisi suunnittelemaan toimivan ratkaisun asiakkaalle.

Suunnittelussa on yhtä tärkeää myös *eri suunnittelijoiden* ja asiakkaan välinen kiinteä yhteistyö, joka on hyvän ja toteutuskelpoisen suunnitelman tärkein lähtökohta. *Eri suunnittelijat* tarkoittavat tässä lähinnä LVI- ja arkkitehtisuunnittelijoita. Suunnittelijalta vaaditaan erikoisen paljon kokemusta ja ammattitaitoa onnistuneen suunnitelman toteuttamiseksi.

Saneerauskohteissa ei tule olemaan yhtä paljon vaihtoehtoja johto-, ilmastointi- ja putkiteille kuin uudisrakennuksessa. Sen vuoksi eri suunnittelijoiden tulisi toimia kiinteässä yhteistyössä, jotta jokainen saisi toteutettua toimivan suunnitelman. Käytännössä tämä tarkoittaa, että tullaan käyttämään samoja reittejä. Esimerkiksi ilmastointikanavan kote-loon voidaan pienellä lisätyöllä saada asennetuksi johtoarina. (Kuvio 1.)



Kuvio 1. Johtoarina (3)

Paras ja edullisin suunnitelma asiakkaan kannalta saadaan, kun tehdään *hiukan puutteellinen* suunnitelma. *Hiukan puutteellinen* tarkoittaa, että tasokuvista käy ilmi sähköpisteet ja niiden ryhmät, mutta ei suunnitella johtoreittejä sähköpisteille, koska asentaja joutuu työmaalla toteutusvaiheessa suunnittelemaan suurimman osan johtoreittejä uusiksi. Suunnittelijan tulisi keskittyä suunnitelmaa tehdessään asiakkaalle tärkeisiin kohteisiin kuten valaistukseen.

Ainoastaan suurimmat johtoreitit, kuten arinat ja johtokanavakourut, kannattaa suunnitella erittäin huolella, jottei niiden paikkoja tarvitsisi toteutusvaiheessa suunnitella uudestaan.

4.1 Suunnittelutarjous

Suunnittelut alkavat suunnittelutarjouksen tekemisestä. Saneerauskohteen suunnittelutarjousta tehdessä kannattaa ottaa huomioon se, että kohteessa pitää käydä tutustumassa muutamia kertoja ennen varsinaista suunnittelutyön aloittamista. Tämä lisää työtunteja jonkin verran.

4.2 Kohteeseen tutustuminen

Tutustuminen kohteeseen kannattaa tehdä käyttäjien, arkkitehdin ja tilaajan kanssa. Heidän kanssaan on keskusteltava eri vaihtoehdoista suurimpien puutteiden korjaamiseksi ja vaihtoehtojen hinnoista.

Tutustuminen kohteeseen kannattaa tehdä myös vanhojen piirustusten avulla, jos vanhat kuvat löytyvät vielä jostakin. Niiden avulla löydetään vanhat johtoreitit ja paikan päällä voidaan tutustua niiden kuntoon ja tarkistaa, ovatko vanhat johtoreitit käyttökelpoisia. Tarkastuksessa huomataan, voiko vanhojen reittien tilalle helposti rakentaa uusia reittejä vai onko uusille reiteille tehtävä kokonaan uudet suunnitelmat.

Suunnittelua pöydän ääressä voidaan helpottaa huomattavasti, jos suunnittelijalla on käytössä esimerkiksi digikamera. Näillä pystytään tallentamaan rakennuksesta erilaisia tärkeitä paikkoja kuten koristekuviot seinissä ja katossa, jotka saattavat tuoda ongelmia asentamisessa. (Kuvio 2.)



Kuvio 2. Seinän yläreunassa, katossa ja valaisimen ympärillä olevat koristekuviot saattavat aiheuttaa asennusteknisiä ongelmia

4.3 Suunnittelun toteutus

4.3.1 Keskukset

Keskuksien paikkoja suunnitellessa on huomioitava keskustilojen ja keskusten uusimistarve eli vastaavatko keskustilat ja keskusten rakenne tämänhetkisiä sähköturvallisuuksmääräysten asettamia vaatimuksia.

Keskukset tulee saada vastaamaan uusia käyttöolosuhteita. Niinpä tulisi tarkoin miettiä, mitä vanhoille keskuksille tehdään:

- joudutaanko keskukset uusimaan?
- joudutaanko keskukset sijoittelemaan uusiin paikkoihin?
- riittävätkö vanhat paikat uusille keskuksille?
- joudutanko lisäämään keskuksien määrää?
- riittääkö jos ainoastaan laajennetaan vanhoja keskuksia, eli asennetaan keskukseen uusia sulakkeita ym. suoja- ja ohjauslaitteita?

Joskus selvittää pelkällä keskuksen laajentamisella ja korjauksella. Tämä tulee halvemmaksi kuin uuden keskuksen hankkiminen ja asentaminen. Varsinkin silloin, kun on kysymys suurista keskuksista. Tällöin saadaan sijoitettua rahat asiakkaan kannalta tärkeimpiin kohteisiin kuten valaistukseen.

4.3.2 Liittymis- ja nousujohdot

Suunnittelussa on otettava huomioon liittymis- ja nousujohdon uusiminen. Suunnittelijan tulee tarkastaa, riittääkö talon syöttöjohdon ja ryhmäkeskusten ym. keskusten nousujohtojen kapasiteetti uusien tarpeiden tyydyttämiseen, koska vanhoissa taloissa nousujohdot ovat usein alimitoitettuja. Taloa uudistettaessa tulee käyttöön aina koneita, jotka lisäävät nousujohdon kuormaa. Tulevaisuuden kannalta olisi hyvä uusia kaikki nousu- ja ryhmäjohtot, jotka syöttävät keskuksia. Tällöin on helpompi siirtyä TN-S-järjestelmään.

4.3.3 Johtoreitit

Suunnittelijan tulisi jokaiseen saneerauskohteeseen suunnitella mahdollisuuksien mukaan yksi tai useampi suurempi johtoreitti keskuksilta lähteville ryhmäsyöttöjohdoille, esimerkiksi johtoarina, johtokanavakouru tai jokin muu vastaava johtotie. Se tulisi helpottamaan työvaihetta huomattavasti.

Johtoreitti tulisi sijaita rakennuksen keskeisellä paikalla, mistä olisi lyhyt matka joka puolelle rakennusta. Esimerkiksi käytävällä alas lasketun katon sisällä. Siinä olisi helppo toteutusvaiheessa viedä muutkin syöttöjohdot kuten valaistuksen ja muiden ryhmien syöttöjohdot.

4.3.4 Sähkölaitteet

Vanhojen sähkölaitteiden ja valaisimien käyttömahdollisuutta ja kunnostamista tulisi harkita tarkoin, koska vanhojen sähkölaitteiden kunnostaminen tulee useimmiten kohtuuttoman kalliiksi.

Niiden kunnostaminen määräysten mukaisiksi voi olla joskus myös pakollista, jos esimerkiksi museovirasto katsoo jonkin kohteen sen verran arvokkaaksi, että se vaatii esimerkiksi vanhojen valaisimien säilyttämistä. Tavallisissa kohteissa tulisi helpommaksi ja edullisemmaksi unohtaa kaikki vanhat asennukset.

4.3.5 Asennustavat

Asennustapoja valittaessa suunnittelijan on kiinnitettävä huomiota siihen, minkälaisesta tilasta on kysymys ja minkälaisia vaatimuksia asetetaan asennuksen ulkonäölle.

Yleisissä tiloissa on käytettävä uppoasennus- tai lista-asennustapaa. Yleiset tilat kattavat vastaanottohuoneet, aulat ja muut keskeiset tilat, joissa oleskellaan yleisesti.

Jos tila on jonkinlainen luokkahuone, toimisto tai vastaava, on helpoin käyttää johtokanavakoururatkaisua (kuvio 3) seinillä, katossa tai lattialla ja valaistus toteuttaa valaisinkourulla.

Jos taas kyseessä on jonkinlainen varasto tai siihen rinnastettava toisarvoinen tila, niin on käytettävä pinta-asennusta, joka on helpoin ja halvin ratkaisu saneerauskohteissa.



Kuvio 3. Osittainen kuva johtokanavakourusta

5 Tarjouslaskenta

Tarjouslaskenta on urakassa sähköurakoitsijan kannalta tärkein osa. Siitä riippuu koko yrityksen kannattavuus ja toimivuus. Jos tarjouslaskennassa jokin menee vikaan, on sitä vaikea korjata jälkikäteen. Suunnittelu- ja asennusvaiheessa vikaan menneet asiat voidaan aina jälkikäteen korjata.

Nykyisin on paljon ATK-pohjaisia urakkalaskentaohjelmia, mutta ne kaikki perustuvat lähinnä uudisrakennuksen urakkalaskentaan. Niinpä niiden käyttö saneerauskohteessa on hiukan hankalaa. Parhaaseen tulokseen saneerauskohteessa päästään käsin laskulla. ATK-pohjainen urakkalaskenta antaa saneerauskohteen urakkahinnalle vain suuntaa, ei oikeaa hintaa missään tapauksessa.

5.1 Tarjouslaskenta uudisrakennuksessa

Tarjouslaskennassa voidaan käyttää esimerkiksi taulukon 2 mukaista runkoa.

Taulukko 2. Uudisrakennuksen tarjouslaskennan esimerkki

| | |
|-----------|--|
| A_1 | Urakan välittömät aine- ja tarvikekustannukset |
| $+A_2$ | Aine- ja tarvikelisiä (% edellisestä) |
| $=A$ | URAKKAKOHTEEN AINE- JA TARVIKEKUSTANNUKSET |
| B_1 | Urakan välittömät työpalkat |
| $+B_2$ | Välittömien työpalkkojen sosiaalikulut |
| $=B$ | URAKKAKOHTEEN TYÖKUSTANNUKSET |
| C | URAKKAKOHTEEN MUUT KUSTANNUKSET |
| $A+B+C=D$ | URAKKAKOHTEEN KOKONAISKUSTANNUKSET |
| $+E$ | Katetuotto |
| $=F$ | VEROTON TARJOUKSHINTA |
| $+G$ | Arvonlisävero (23 %) |
| $=H$ | VEROLLINEN TARJOUKSHINTA |

5.2 Tarjouslaskenta saneerauskohteessa

Jos saneeraustyömaan tarjouslaskenta suoritetaan kohdassa 5.1 olevan rungon mukaisesti, tulee siinä huomioida seuraavat asiat:

A_1 tulee kasvamaan jonkin verran, koska saneeraustyömaalla ei aina voida esimerkiksi vetää johtoja lyhintä mahdollista reittiä pitkin. Tämä voidaan korjata muutamalla tavalla:

- Kerrotaan A_1 jollakin tietyllä prosentilla, jota voimme kutsua tässä tapauksessa esimerkiksi tarvikkeiden saneerausprosentiksi.
- Kun hävikki A_2 on tavallisesti 3...5 %, niin voimme nostaa sitä jonkin verran ylöspäin. Mitään tiettyä prosenttia on vaikea tässä vaiheessa sanoa, koska jokainen kohde on erilainen. Oikeat prosentit tulevat tietoon kokemuksen kasvaessa.

B_1 työkuksannuksissa on otettava huomioon purkutyövaihe ja se, että asentaja joutuu tekemään uutta suunnittelutyötä työmaan edetessä, esimerkiksi suunnittelemaan uusia johtoreittejä. Näitä kuksannuksia voidaan kutsua tässä tapauksessa muiksi työkuksannuksiksi.

Sosiaalikuksannukset B_2 ovat tavallisesti 30...70 %.

C urakkakohteen muihin kuksannuksiin kuuluu esimerkiksi työkalut ja niiden huolto, rahtikuksannukset ja pakkauskuksannukset. Nämä kuksannukset tiedetään suunnilleen, kuinka paljon ne tulevat olemaan eri kohteissa.

E katetuotto on jokaisen yrityksen itse pääteltävissä. Siihen vaikuttaa katetavoite ja senhetkinen kilpailutilanne.

G arvonlisävero (23 %) lisätään F:n verottomaan tarjoushintaan, josta saadaan lopullinen tarjoushinta H.

Kuten huomasiimme saneerauskohteen lisäkuksannukset tulevat aine- ja tarvikekuksannuksista ja työpalkoista. Niinpä saneerauskohteeseen saamme taulukon 3 mukaisen tarjouslaskenta rungon.

Taulukko 3. Saneerauskohteen tarjouslaskennan esimerkki

| | |
|-----------------|--|
| A ₁ | Urakan välittömät aine- ja tarvikekustannukset |
| A ₂ | Tarvikkeiden saneerausprosentti |
| +A ₃ | Aine- ja tarvikelisä (% edellisestä) |
| =A | URAKKAKOHTEEN AINE- JA TARVIKEKUSTANNUKSET |
| B ₁ | Urakan välittömät työpalkat |
| B ₂ | Muut työkustannukset |
| +B ₃ | B ₁ ja B ₂ lisätyt sosiaalikulut |
| =B | URAKKAKOHTEEN TYÖKUSTANNUKSET |
| C | URAKKAKOHTEEN MUUT KUSTANNUKSET |
| A+B+C=D | URAKKAKOHTEEN KOKONAISKUSTANNUKSET |
| +E | Katetuotto |
| =F | VEROTON TARJOUKSHINTA |
| +G | Arvonlisävero (23 %) |
| =H | VEROLLINEN TARJOUKSHINTA |

6 Asentaminen

Asentajien tulee olla saneeraustyömaalla kyseleviä, varmistavia ja erittäin ammattitaitoisia. Sähköturvallisuusmääräysten tuntemus pitää olla hyvä, koska asentaja joutuu suunnittelemaan huomattavan osan johtoteistä uusiksi paikan päällä.

Asentajan tulee hahmottaa työmaansa valmiina jo työmaan alettaessa. Tämä koskee erityisesti seuraavia kohteita työmaalla:

- Suurimpien johtoreittien paikat
- Nousujohtojen reitit
- Keskusten sijoituspaikat
- Rakennusteknilliset rakenteet, kuten alas laskut, seinä- ja katto pinnat

Kun nämä asiat ovat asentajalla hyvin tiedossa jo työmaan alkuvaiheessa, on työmaan toteutus huomattavasti helpompaa.

Asentajalta vaaditaan hyvää yhteistyökykyä ja yhteistoimintaa käyttäjien, valvojan, muiden urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden kanssa. Tämä on erittäin tärkeää, jotta saataisiin käyttäjien tarpeiden mukainen lopputulos.

6.1 Aikataulu

Aikataulut saneeraustyömailla ovat yleensä melko tiukat. Tämä tulee vaatimaan asentajalta todella paljon hyvää ja puolensa pitävää asennetta. Silti hänen täytyy tulla toimeen myös muiden urakoitsijoiden kanssa. Tämä sen takia, jotta hänelle jäisi myös omaan työskentelyyn aikaa.

6.2 Työmaan toteutus

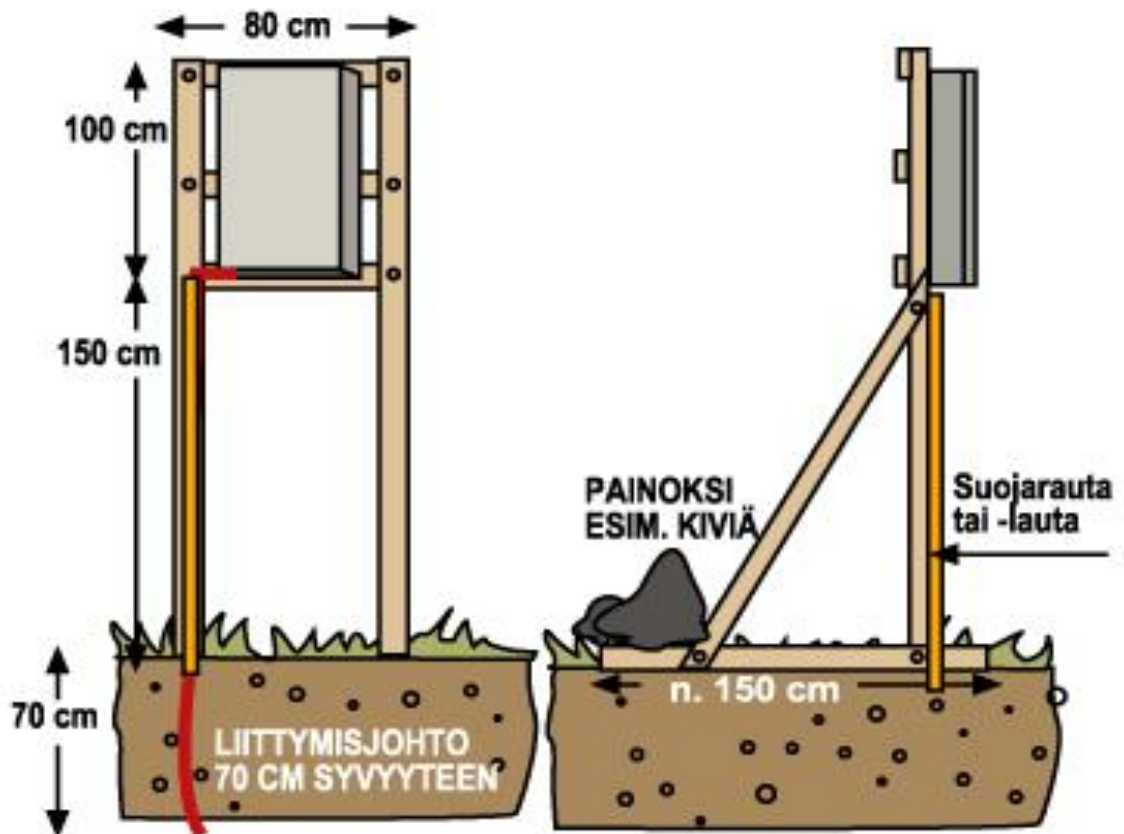
6.2.1 Vanhojen asennusten purkaminen

Saneeraustyömaa alkaa aina vanhojen asennusten purkamisella. Tämä karkeasti katsottuna tapahtuu vain ottamalla vanhoista asennuksista sähköt pois ja irrottelemalla valaisimia ja joitakin kojeita. Loppu purkaustyö, kuten vanhat putkitukset ja muut johtoreitit, joita ei tulla tarvitsemaan, tapahtuu työmaan edetessä.

6.2.2 Työmaasähkö

Seuraavana työnä on työmaasähkön kytkeminen työmaalle. Työmaasähkö otetaan jonkin kiinteistön kilowattituntimittarin takaa. Esimerkiksi kiinteistökeskuksen sulakkeisiin kytketään jokin työmaakeskus, josta sitten sähkö jaetaan erillisiin työmaakeskuksiin.

Jos kiinteistökeskus tai pääkeskus on määrätty vaihdettavaksi, olisi se hyvä suorittaa ennen työmaasähkön kytkemistä. Tämä ei aina ole mahdollista, koska keskus voi olla kuvissa piirretty sellaiseen paikkaan mikä ei ole vielä rakennusteknisesti rakennettu valmiiksi. Jos keskus saataisiin heti asennettua, säästyttäisiin suurimmilta sähkökatkoksilta työmaasähköissä. (Kuvio 4.)



Kuvio 4. Työmaakeskuksen pystytyskuva (5)

6.2.3 Asennustyöt

Saneerauskohteessa asennustyöt suoritetaan melko sekaisessa järjestyksessä. Siellä ei ole mitään selvää johdotus- tai kalustusvaihetta, kuten uudisrakennuksia tehdessä on.

Monta kertaa tullaan rakennuksen jokin osa tekemään täysin valmiiksi, ennen kuin viereistä osaa aletaan edes purkaa. Tässä vaiheessa, kun tietty osa rakennusta tehdään valmiiksi, on huomioitava viereisen osan tarvittavat varaukset valaisimille ja muille ryhmäjohtoille, jotka tulevat kulkemaan valmiiksi tehdyn osan lävitse. Sinne on mahdoton jälkikäteen asentaa mitään rikkomatta valmiita pintoja. Se on mahdotonta uudisrakennuksissakin, mutta uudisrakennukset etenevät vaihe vaiheelta, tällöin aina huomataan jos jotakin puuttuu.

6.2.4 Maadoitukset

Saneeraustyömaa vaatii samat maadoitus- ja potentiaalitasauskytkennät kuin uudisrakennuskin. Betoniraidoituksen maadoittaminen voi olla paljon vaikeampaa saneeraustyömaalla kuin uudistyömaalla. Betoniraidoituksen maadoitus tulisi tehdä saneeraustyömaalla heti, kun siihen on mahdollisuus.

Jokaisella saneeraustyömaalla piikataan sen verran lattiaa auki, että saadaan jostakin lattiaraidoituksen näkyviin ja siihen liitettyä maadoitusjohdin. Tai helpompi tapa on etsiä vanha betoniraidoituksen maadoitusjohdin ja ottaa se käyttöön, mutta se voi puuttua monesta vanhasta rakennuksesta.

Liitteessä 4 on mallipiirustus maadoituksista.

7 Yhteenveto

Pienkiinteistöjen sähkösuunnittelussa tulee eteen sellaisia haasteita, joita harvemmin on suuremmissa rakennuskohteissa. Yksittäisen rakennuttajan esitiedot rakentamisesta ja sen eri vaiheista saattavat olla puutteelliset. Tämä aiheuttaa omia ongelmia projektin hallinnassa ja sen toteuttamisen eri vaiheissa. Pienkiinteistöprojekteissa suurena ongelmana on se, että usein sähkösuunnittelun osuus jää vajavaiseksi. Joissakin tapa-

uksissa sähkösuunnitelma tehdään vasta siinä vaiheessa, kun käytännön asennustyön pitäisi olla jo käynnissä.

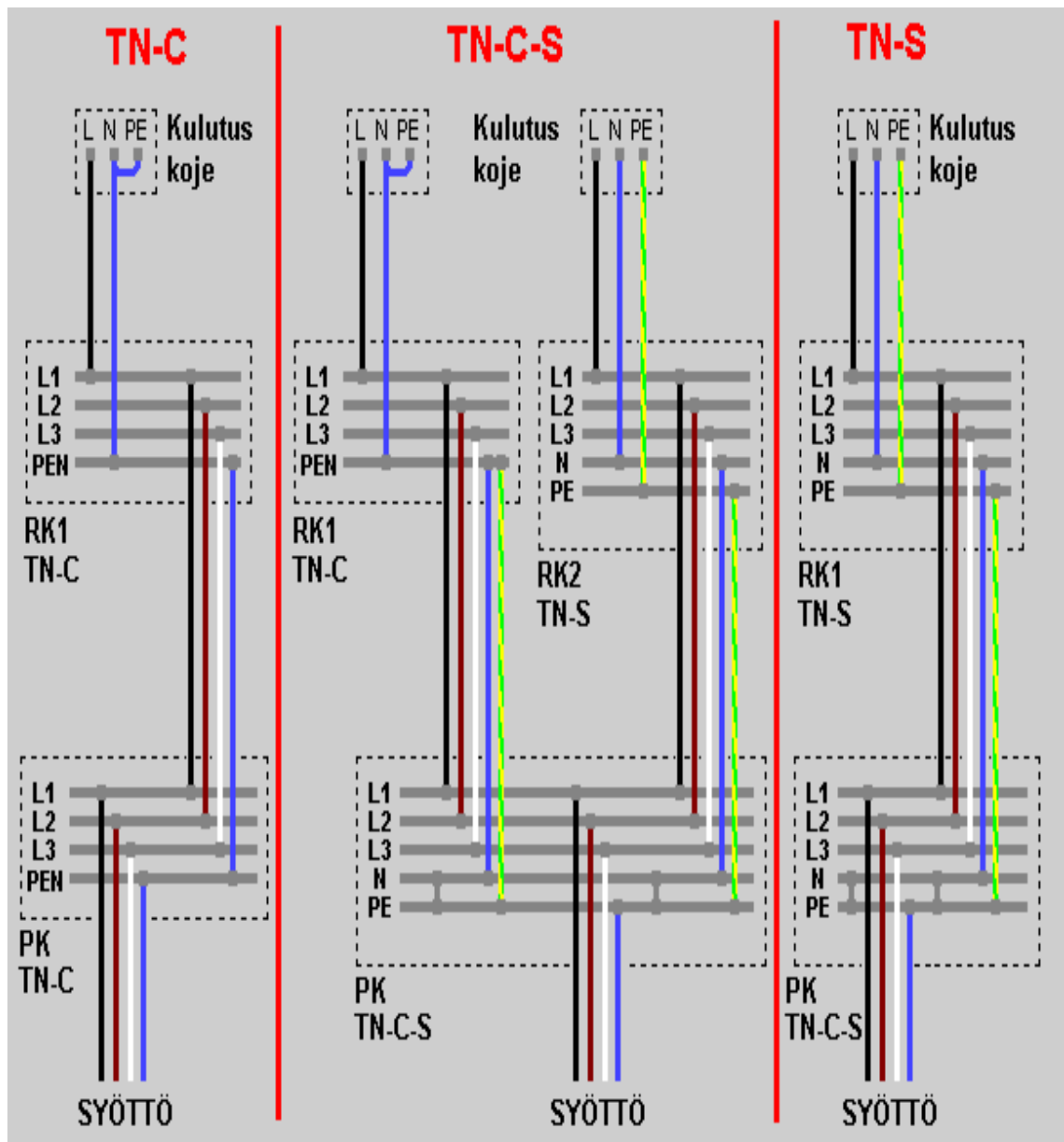
Rakennuttajan puutteellinen tietämys vaatii suunnittelijoilta kykyä kuvata asioita siten, että maallikkokin ne ymmärtää. Sähkösuunnittelijan tulee osata tarjota useita eri vaihtoehtoja ja pyrkiä ottamaan rakennuttajan toiveet ja tarpeet huomioon. Sähkösuunnittelijan tulee muistaa, että tehdyt ratkaisut vaikuttavat vuosikymmenien päähän.

Nykykaiseen pienkiinteistöön suunnitellaan useita järjestelmiä. Siksi suunnittelijan täytyy pysyä järjestelmien kehityksessä mukana. Lisäksi eri järjestelmät tulee suunnitella siten, että niiden käyttäminen on selkeää ja huoltaminen ja tarvittaessa päivittäminen voidaan myöhemminkin tehdä mahdollisimman helposti.

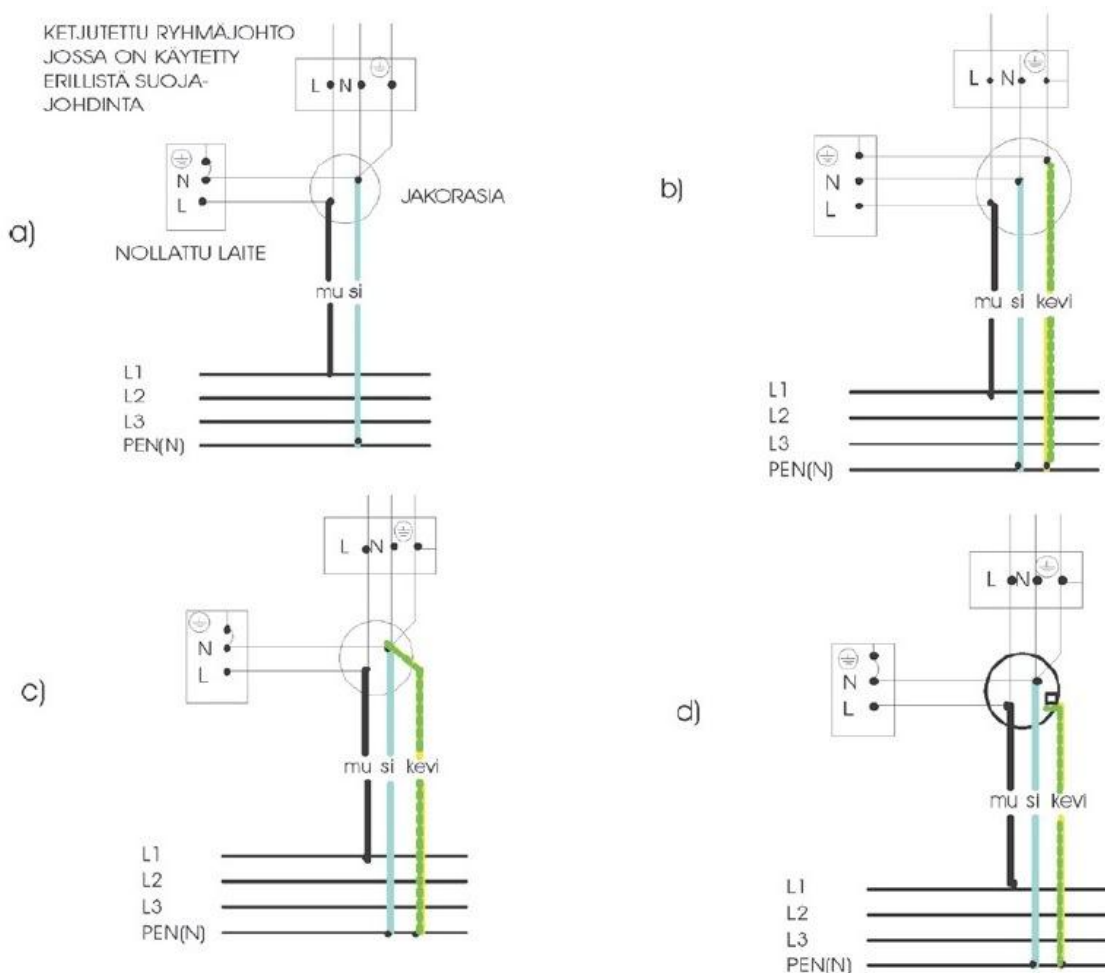
Lähteet

- 1 SFS 6000-5-542.3. Maadoitusjohdin. 2007. Helsinki: Suomen Standardisoimis-toimisto.
- 2 ST 53.14. Ohjeet perinteisten sulakkeiden valinnasta ja käytöstä, alle 1000 V:n sähköjärjestelmät. 2004. Sähkötieto ry.
- 3 Johtoarina. Verkkodokumentti.
<http://www.kolumbus.fi/michael.fletcher/kaapeliarina_3.jpg>. Luettu 12.10.2012
- 4 Väliaikainen työmaakeskus. Verkkodokumentti.
<<http://www.tampereensahkolaitos.fi/vera/rakentajille/valiaikainen+tyomaakeskus.htm>>. Luettu 17.10.2012
- 5 SFS 600. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. 2007. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 6 SFS 144. Pienjännitesähköasennukset ja sähkötyöturvallisuus. 2005. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 7 Sähköturvallisuusmääräykset kuvina 2012 CD.
- 8 ST-käsikirja 33. Rakennusten sähköasennusten tarkastukset. 2007. Sähkötieto ry.

TN-C-S-järjestelmän asennuksista osa muutettu TN-S-järjestelmään (7)



Sähkölaitteistojen korjaustyöt (7)



Vanhan asennuksen korjaus, kohdan a mukainen ryhmäjohton osa keskuksen ja jakorasian väliltä korvataan uudella. Jakorasiasta lähtee johto laitteelle, jossa on suoritettu nollausta. Jakorasiasta lähtee myös toinen ryhmäjohton osa, jossa on käytössä erillinen suojajohdin. Kun käytetään kaksijohtimista johdinta, voidaan johto kytkeä entisellä tavalla.

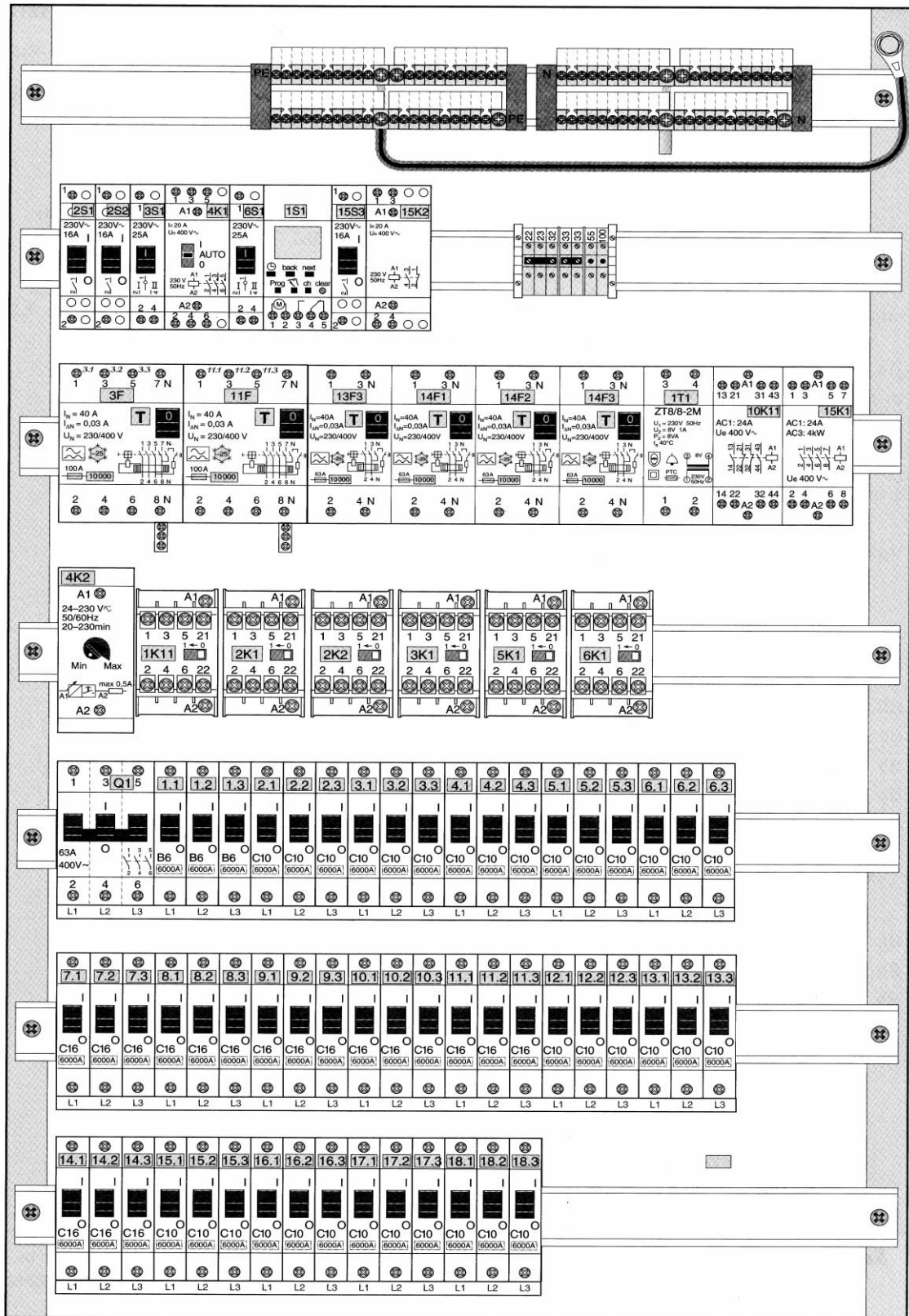
Kun käytetään kolmijohtimista johtoa, voidaan nolla- ja suojajohdin kytkeä rinnan kohdan c mukaisesti. Jos suojajohtimelle ei ole sopivia liittimiä, voidaan se jättää kytkemättä kohdan d mukaisesti, jolloin sen päät on joko eristettävä esimerkiksi irrallisella liitti-

mellä tai jättämällä johtimen pää kuorimatta ja sijoittamalla se siten, että se ei ole jännitteelle alttiina. Kohta b, normaali asennustapa.

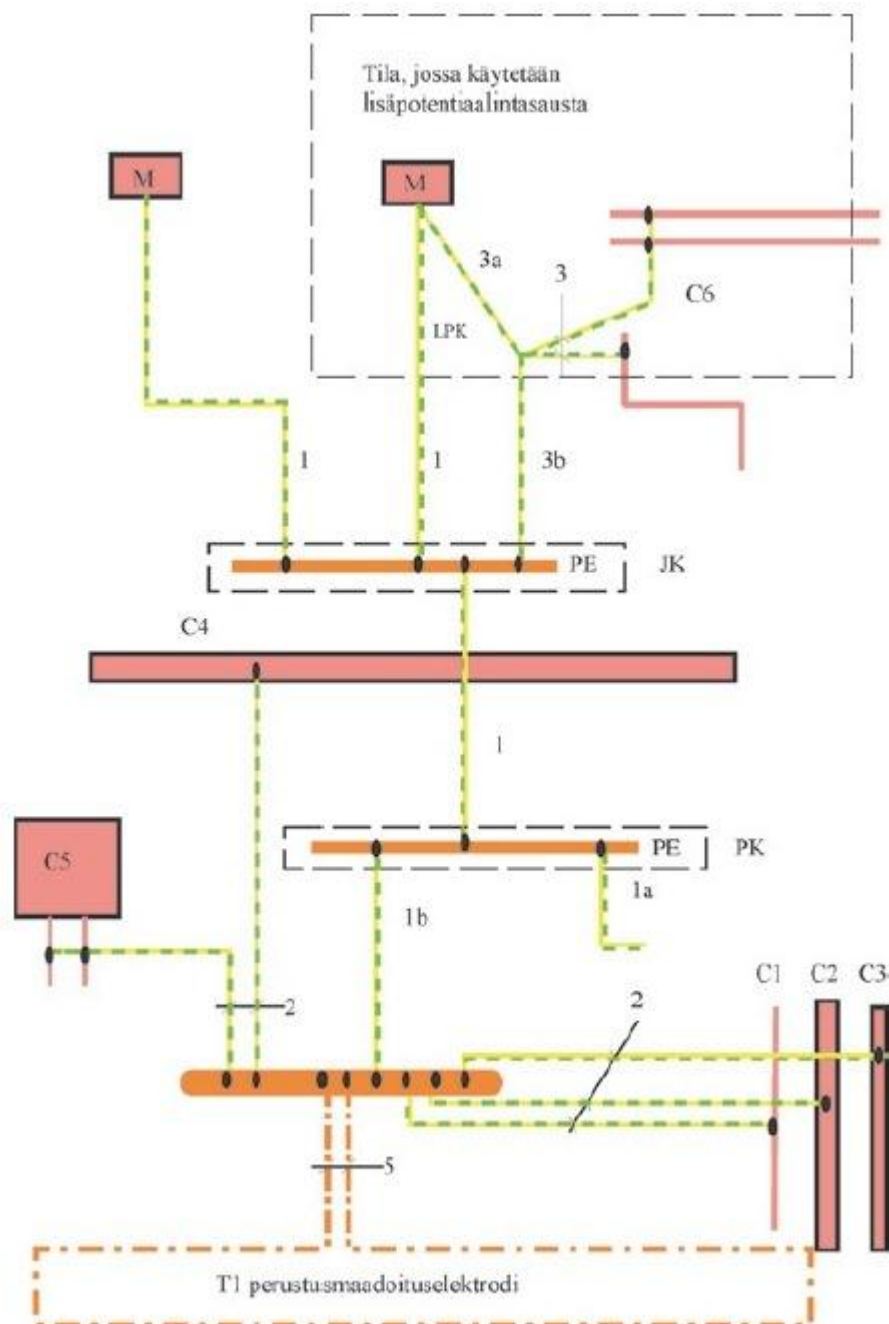
Jos suojajohdin jätetään kytkemättä syöttöpäästä, on sen loppupäähän asetettava tästä varoittava merkintä. Jos kyseessä on vanhan asennuksen korjaus eikä uusi asennus, PEN-johdinta ei tarvitse merkitä.

Jakorasian ja nollatun laitteen välinen johto korvataan uudella, on suojajohdin kytkettävä kummastakin päästä normaalisti. Jos koko ryhmäjohdossa käytetään korjauksen jälkeen erillistä suojajohdinta niin, poistetaan jakorasiasta tehdyt nollaukset.

Esimerkki sähkökeskuskuvasta

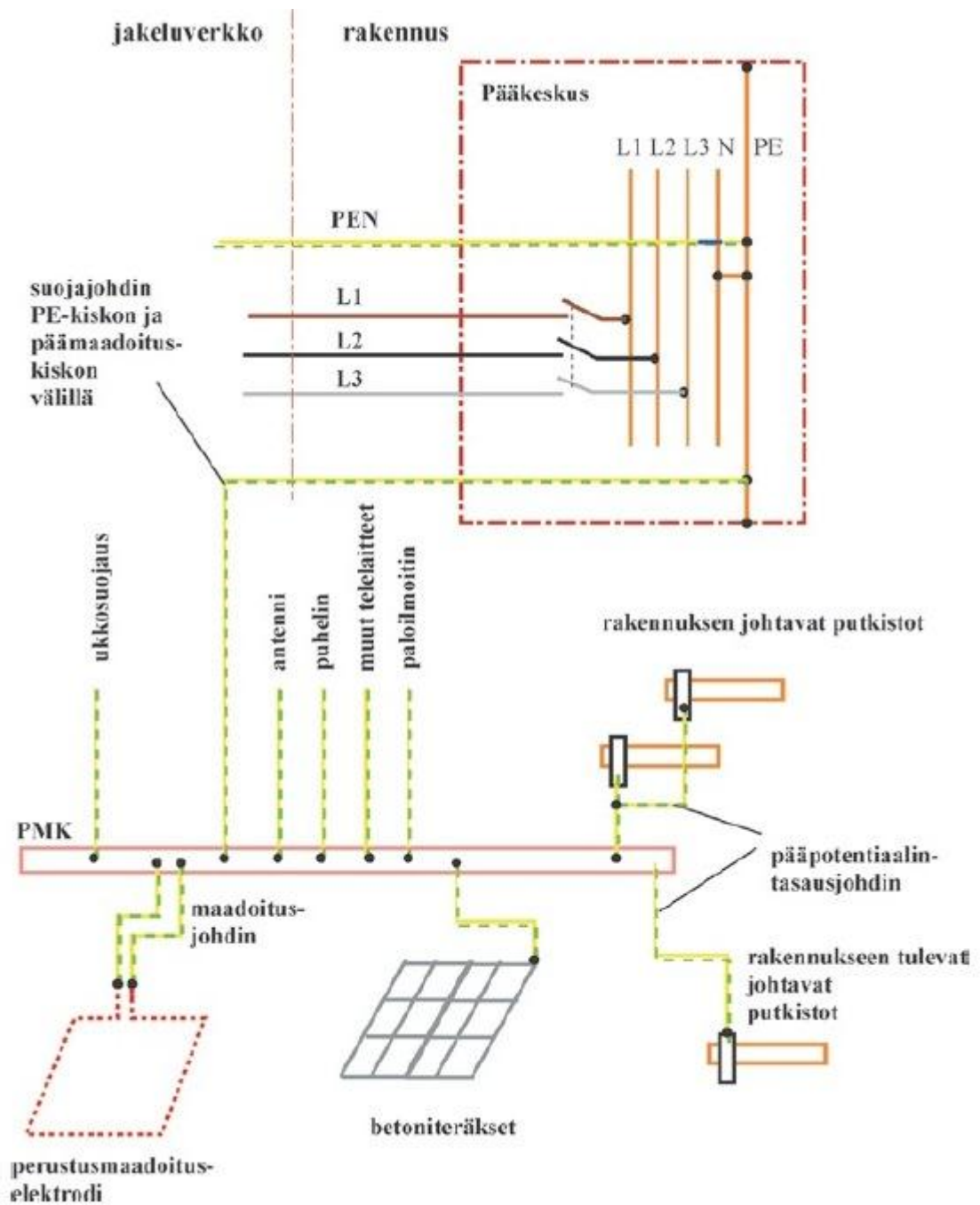


Esimerkki maadoituksesta (7)



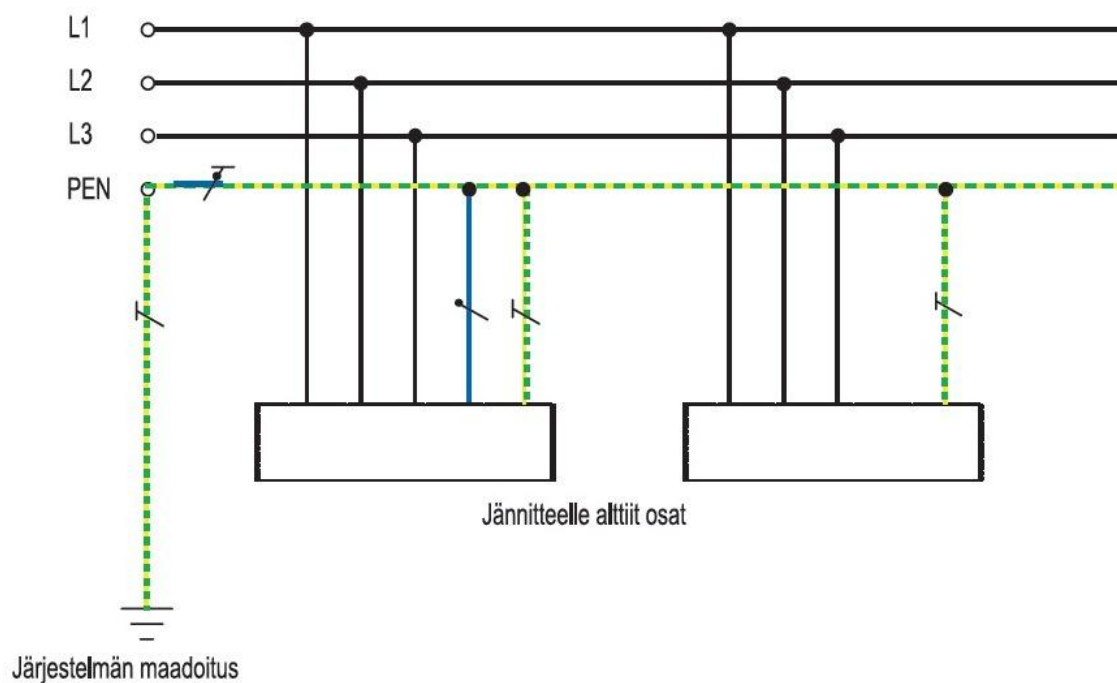
Kuvassa käytetyt merkinnät:

- 1, suojajohdin.
- 1a, tuleva suoja- tai PEN-johdin.
- 1b, suojajohdin pääkeskuksen. PE-kiskon ja päämaadoituskiskon välillä.
- 2, suojaava potentiaalintasausjohdin.
- 3, lisäpotentiaalintasausjohdin.
- 5, maadoitusjohdin.
- M, jännitteelle altis osa.
- C, muu johtava osa.
- PK, pääkeskus.
- JK, jakokeskus.
- PMK, päämaadoituskisko.
- T1, perustusmaadoituselektrodi.



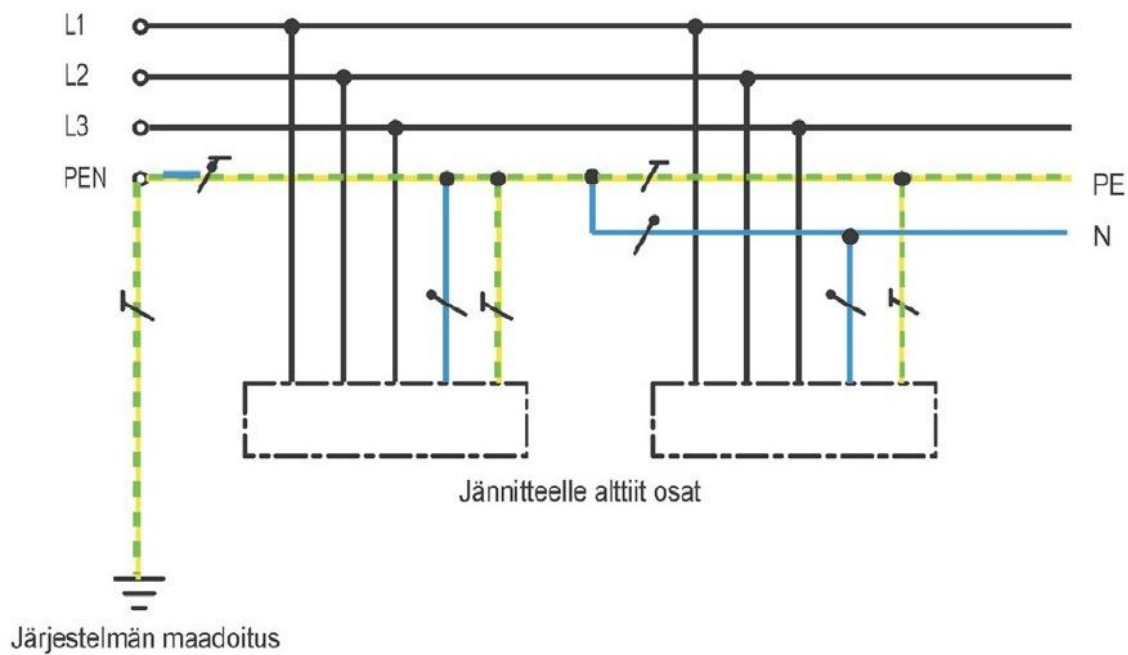
Esimerkki TN-C-S-järjestelmästä. Pienjänniteliittymä, jonka liittymisjohto on nelijohtiminen ja pääkeskus viisijohtiminen.

TN-C-, TN-C-S- ja TN-S-järjestelmät (7)



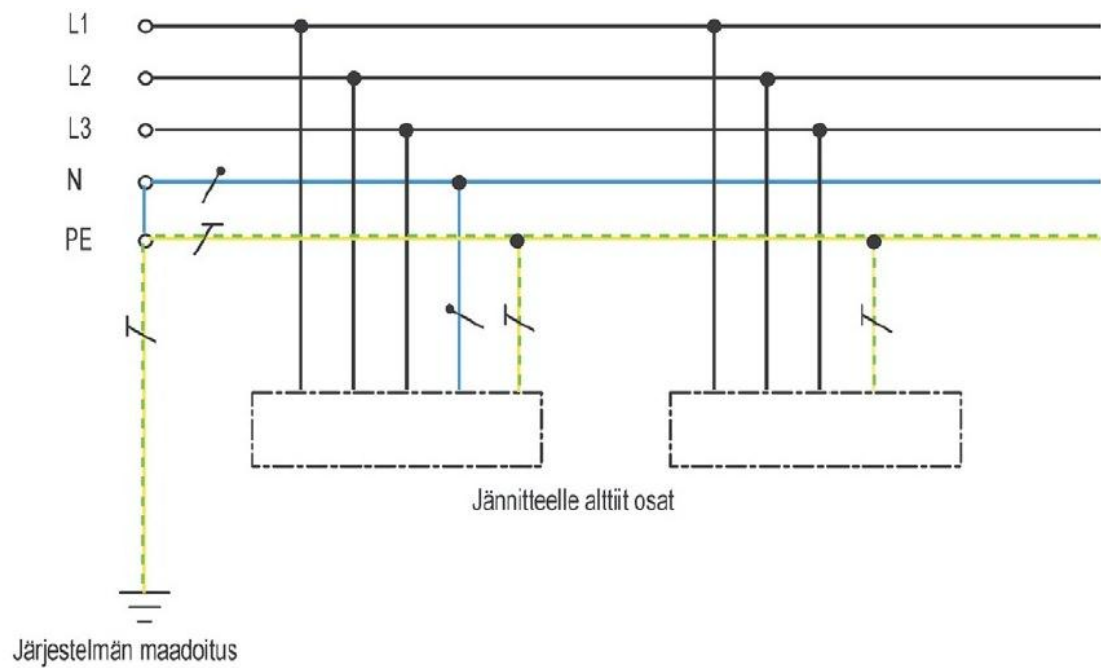
TN-C-järjestelmää kutsutaan myös nelijohdin järjestelmäksi. Siinä syöttö voi olla nelijohtiminen tai viisijohtiminen. TN-C-järjestelmälle on tyypillistä, että keskus on nelikiskoinen, joista yksi kisko on PEN- kisko.

Tyypillinen TN-C-järjestelmän keskus on esimerkiksi kerrostalon ryhmäkeskus, kun taloon on tehty ainoastaan nousujohtoremontti ja keskuksset on jätetty ennalleen.



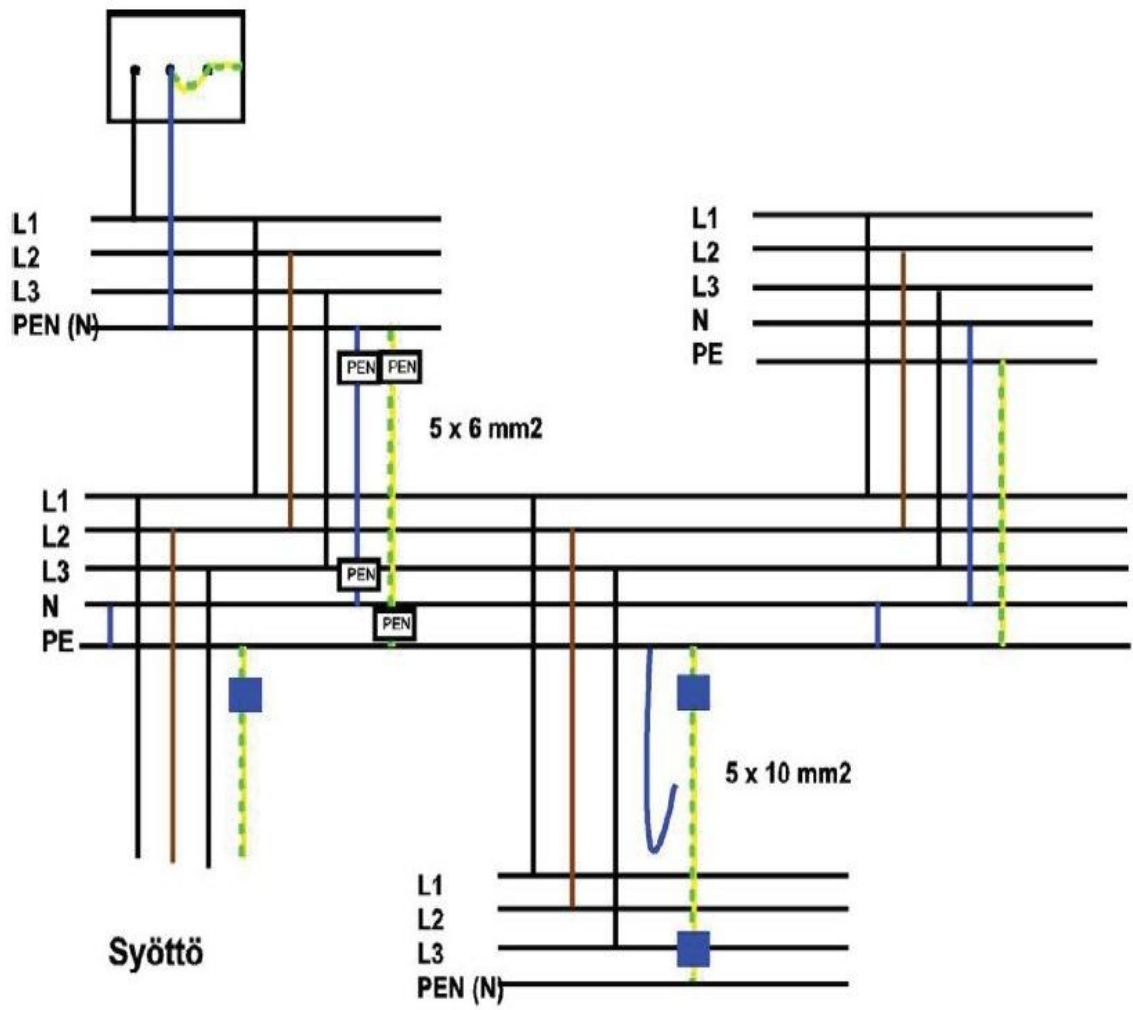
TN-C-S-järjestelmä on tyypillisesti viisikiskoinen keskus, johon on tehty PEN-piiri suoja- ja nollakiskoihin. Ne on yhdistetty yhdyskiskoilla. TN-C-S-järjestelmän syöttönä käytetään nelijohtimista johtoa.

Tyypillinen TN-C-S-järjestelmän keskus on rakennuksissa pääkeskus.



TN-S-järjestelmä on viisijohdinjärjestelmä, jossa on erilliset suoja-, nolla-, ja äärijohtimet. Syöttö TN-S-järjestelmässä on aina viisijohtiminen.

Tyypillisesti TN-S-järjestelmän keskusta käytetään uusissa rakennuksissa, joihin tulee uusi keskus tai keskukselle on vedetty viisijohtiminen syöttöjohto.



Johtimien väritunnukset nykyään (7)

| | | |
|--------------------|--|-----------|
| ruskea |  | L1 |
| musta |  | L2 |
| harmaa |  | L3 |
| sininen |  | N |
| keltavihreä |  | PE |