

Selvitys viestintäverkkojen sähköisestä suo- jaamisesta ja maadoituksista

Viestintäviraston julkaisuja

8.9.2014

Esipuhe

Viestintävirasto teetti vuoden 2014 alkupuoliskolla Pekka Koivisto Oy:llä selvityksen viestintäverkkojen sähköisestä suojaamisesta ja maadoituksista. Tämä Viestintäviraston julkaisu sisältää selvityksen sisällön sellaisenaan.

Selvityksen sisältöä on hyödynnetty Viestintäviraston viestintäverkon sähköisestä suojaamisesta antaman määräyksen 43 ja kiinteistön sisäverkoista ja teleurakoinnista antaman määräyksen 65 uudistamisessa. Selvitys sisältää runsaasti määräysten sisältöön liittyvää pohjatietoa muun muassa yleisten viestintäverkkojen maadoittamisesta sekä kiinteistön sisäverkkojen yleiskaapelointi- ja yhteisantennijärjestelmien maadoittamisesta. Selvityksen sisältöön suositellaan tutustuttavaksi yhdessä määräysten ja niiden perustelumuiutioiden kanssa.

On kuitenkin huomattava, että määräysten sisältö voi joiltain osin poiketa selvityksen ehdotuksista. Selvitys toimii näin ollen ainoastaan taustadokumenttina. Viestintäverkkoja koskevat sitovat vaatimukset esitetään Viestintäviraston määräyksissä.

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Yleinen viestintäverkko	3
2.1	Soveltamista	3
2.2	Määritelmät.....	3
2.3	Viestintäverkon sähköturvallisuus	3
2.4	Viestintäverkkolaitteiden ylijännite- ja ylivirtakestävyys.....	4
2.5	Viestintäverkon maadoittimet	4
2.6	Perussuojaus ilmastollista alkuperää olevia ylijännitteitä ja ylivirtoja vastaan	8
2.7	Ylijännitesuojat.....	12
2.8	Normaalikäytössä ja pitkäaikaisessa maasulussa sähkölaitteistosta indusoituva virta ja jännite.....	12
2.9	Lyhytaikaisessa maasulussa sähkölaitteistosta indusoituva jännite	14
2.10	Sähkölaitteistoista aiheutuva maapotentiaalinen nousu	15
2.11	Erotusvälimatkat.....	15
2.12	Maadoitusten dokumentointi.....	16
3	Kiinteistön sisäverkko	17
3.1	Yleiskaapelointijärjestelmä ja laitetilat	17
3.1.1	Standardit ja ohjeet	17
3.1.2	Suojattujen parikaapeleiden suojien päättäminen	18
3.1.3	Kaappien ja telineiden potentiaalintasaus	19
3.1.4	Kaapelihyllyjen maadoittaminen	21
3.1.5	Kaksi esimerkkiä yleiskaapeloinnin potentiaalintasauksesta ja maadoittamisesta	21
3.1.6	Rakennusten välinen kaapelointi.....	24
3.1.7	Ylijännitesuojaus	25
3.1.8	Häiriösuojauksen ja maadoituksen problematiikka.....	25
3.2	Yhteisantenniverkko ja -järjestelmä	27
3.2.1	Standardit ja ohjeet	27
3.2.2	Antennimaston maadoitus	28
3.2.3	Potentiaalintasaus.....	30
3.2.4	Rakennusten välinen kaapelointi.....	32
3.2.5	Ylijännitesuojaus	33
3.2.6	Kaapeleiden ja liittimien sähkömagneettinen suojauskyky.....	34
4	Määräysten 43 ja 65 soveltamisalat	34
5	Lisätietoja	35

1 Johdanto

Tämän selvityksen tarkoitus on antaa Viestintävirastolle riittävät tausta- ja lähtötiedot viestintäverkkojen asianmukaista sähköistä suojaamista ja maadoituksia koskevien vaatimusten, suositusten ja ohjeiden esittämiseksi. Selvitys koskee sekä yleistä viestintäverkkoa että kiinteistön sisäverkkoja. Selvityksen lähtökohtana on yleisen viestintäverkon osalta määräys 43 D/2010 M ja kiinteistön sisäverkkojen osalta määräyksen 65/2013 M luku 4.

Selvitys sisältää edellä mainittujen määräysten sisältämien vaatimusten ajanmukaisuuden tarkistamisen ja mahdollisten uusien ja tarkennettujen vaatimusten tarpeen arvioinnin. Selvitys sisältää ehdotuksia määräysten vaatimusten päivittämiseksi tai lisäämiseksi.

Selvityksessä on otettu huomioon fyysisen verkkotekniikan nykytilanne ja odotettavissa oleva kehitys.

2 Yleinen viestintäverkko

Yleisen viestintäverkon sähköistä suojaamista ja maadoituksia koskevat Viestintäviraston vaatimukset on esitetty määräyksessä 43 D/2013 M. Seuraavassa esitetty selvitys noudattaa asioiden esittämisjärjestykseltään kyseisen määräyksen rakennetta. Kukin teknisiä vaatimuksia sisältävä pykälä (§) on käsitelty erikseen ja kunkin pykälän osalta on esitetty näkemykset sen asian- ja ajanmukaisuudesta, muutos- tai lisäystarpeista. Muutos- tai lisäysehdotukset on esitetty selvästi erottuvina ehdotuksina.

2.1 Soveltamista

Yleisen viestintäverkon ja kiinteistön sisäverkon välisen rajapinnan määritelmä tulee tarkentaa ja määräyksissä 43 ja 65 tulee rajapinta määritellä yhdenmukaisesti. Katso myös kohta 4.

2.2 Määritelmät

Perussuojaus-termi

Standardissa SFS 6000 *perussuojauksella* tarkoitetaan sähkölaitteiden suojausta koskettamiselta eristyksellä tai kotelolla, eli entistä kosketussuojausta. Määräyksessä 43 *perussuojaus* on puolestaan ylijännitesuojaukseen liittyvä, sen perustasoa kuvaava termi.

Ehdotus: Termi *perussuojaus* korvataan termillä *perustason ylijännitesuojaus*.

2.3 Viestintäverkon sähköturvallisuus

Standardi SFS-EN 50174-3

Standardi SFS-EN 50174-3 koskee tietoliikennekaapeloinnin asennuskäytäntöjä ulko verkoissa (rakennusten ulkopuolella). Standardi sisältää sähköturvallisuuteen liittyviä vaatimuksia, jotka koskevat sekä yleisiä viestintäverkkoja että kiinteistöjen sisäverkkojen ulkoasennuksia. Standardin toinen painos on vahvistettu vuonna 2013 ja standardi tullaan julkaisemaan suomenkielisenä vuoden 2014 aikana.

Ehdotus: Lisätään velvoittaviin standardeihin *SFS-EN 50174-3*.

Muilta osin nykyisen määräyksen vaatimukset ja standardiviittaukset ovat edelleen ajan- ja asianmukaiset.

2.4 Viestintäverkkolaitteiden ylijännite- ja ylivirtakestävyys

Nykyisen määräyksen vaatimukset sekä velvoittavat ja ei-velvoittavat standardiviittaukset ovat edelleen ajan- ja asianmukaiset.

2.5 Viestintäverkon maadoittimet

Määräyksen 5. pykälän otsikko on hiukan harhaanjohtava, koska pykälässä esitetään vaatimuksia myös itse maadoittamiselle eikä pelkästään maadoituksissa käytettäville maadoittimille eli maadoituselektrodeille. Otsikoksi sopisi paremmin *Viestintäverkon maadoittaminen*.

Maadoitin-termi

Termi *maadoitin* on rinnakkainen termi sähkötekniikassa vakiintuneen ja standardissa SFS 6000 käytetyn termin *maadoituselektrodi* kanssa. Ei liene perusteltua käyttää eri aloilla eri termejä. Vaikka termillä *maadoitin* onkin pitkä historia, olisi sen käytöstä hyvä luopua yhdenmukaisuuden vuoksi ja siirtyä myös viestintäverkoissa käyttämään termiä *maadoituselektrodi*. Tämä termi on myös johdonmukainen käännös englanninkielisissä standardeissa (ITU, ETSI, IEC, CENELEC) käytetyille termille *earth electrode* (tai earthing electrode). Saman ja yhteisen termin käyttöä puoltaa myös pyrkimys käyttää yhteismaadoitusta sähköverkon kanssa aina milloin mahdollista.

Ehdotus: Termi *maadoitin* korvataan termillä *maadoituselektrodi*.

Standardi SFS 5719

Standardi SFS 5719 on vuodelta 1991 ja on viittauksiensa osalta vanhentunut. Standardin varsinainen asiasisältö on kuitenkin edelleen pääosin käyttökelpoista. Toisaalta maadoituselektrodin vaatimuksia on esitetty myös standardissa SFS 6000 (5-54). Vaikka kyseinen standardi koskee varsinaisesti pienjännitesähköasennuksia eikä viestintäverkkoja, on sen maadoituselektrodia koskevat vaatimukset sovellettavissa viestintäverkon maadoituksiin. Standardiin SFS 6000 viittaamista puoltaa myös yhteismaadoituskäytäntö.

Standardi SFS 5719 voidaan kumota, jos maadoituselektrodien osalta viitataan standardiin SFS 6000 ja lisäksi kirjoitetaan standardin SFS 5719 tekstiosuuksia suoraan määräystekstiksi ja/tai määräyksen perustelu- ja soveltamisasiakirjan (MPS) tekstiksi. Linkki- ja tukiasemien ja niiden mastojen maadoituksen vaatimukset tulee luonnollisesti myös sisältyä näihin teksteihin. MPS:ssä voidaan vaatimuksia kuvata tarkemmin ja antaa lisäsuosituksia ei-velvoittavine standardiviittauksineen.

Ehdotus: Kumotaan standardi *SFS 5719* ja esitetään vaatimukset viittauksina standardiin *SFS 6000* ja tarvittavissa määrin myös *suoranaisena määräystekstinä*. MPS:ssä esitetään vaatimusten tarkempi kuvaus, suositukset ja viittaukset ei-velvoittaviin standardeihin.

SFS 5719 vaatii maadoitusresistanssin mittaamista. Sähköliittymissä maadoitusresistanssin mittaamista ei kuitenkaan vaadita, joten on syytä harkita mittausvaatimuksista

luopumista myös viestintäverkon maadoituksissa. Maadoituksen dokumentointi on kuitenkin tärkeää ja sitä varten uuteen määräykseen voidaan lisätä jopa oma pykälänsä.

Ehdotus: Lisätään oma erillinen pykälä maadoitusten dokumentoinnin vaatimuksista. Ehdotus vaatimuksista on esitetty tämän selvityksen kohdassa 2.12.

Ei-velvoittavat standardit

MPS:ssä esitettävien ei-velvoittavien standardin luettelo on syytä päivittää. Nykyisessä luettelossa oleva standardi ITU-T K.31 on kumottu ja toisaalta luettelosta puuttuu käyttökelpoisia standardeja.

Ehdotus: MPS:ssä mainitaan seuraavat ei-velvoittavat standardit ja ohjeet:

- ETSI EN 300 253 määrittelee maadoituksen ja potentiaalintasauksen teleasemalla (perustuu ITU-T K.27:n kolmesta vaihtoehoisesta potentiaalintasausjärjestelmästä valittuun silmukoituun järjestelmään)
- ITU-T K.27 määrittelee maadoituksen ja potentiaalintasauksen teleasemalla.
- ITU-T K.35 määrittelee maadoituksen ja potentiaalintasauksen pienellä miehittämättömällä teleasemalla.
- ITU-T K.56 määrittelee maadoituksen ja potentiaalintasauksen tukiasemilla.
- ITU-T K.66 määrittelee maadoituksen ja ylijännitesuojauksen asiakkaan rakennuksessa
- ITU-T K.73 määrittelee suojien maadoituskäytännöt rakennusten välisissä kaapeleinneissa.
- Maadoituskirja Suomen Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto ry

Maadoituksen toteutuksen yleiset vaatimukset

Määräyksen 5. pykälä esittää vaatimuksia myös maadoituksen toteuttamiselle, ei pelkästään maadoituselektrodille (maadoittimelle). Nämä maadoituksen toteutuksen vaatimukset tulisi tarkentaa ja jäsenellä. Tähän liittyy läheisesti myös määräyksen 6. pykälä. Esimerkiksi talokaapelin maadoittamista käsitellään molemmissa pykälissä. Pykälässä 5 on ollut ilmeisesti tarkoitus esittää vaatimukset sille, miten maadoitus toteutetaan ja maadoituksen yleiset vaatimukset. Pykälä 6 puolestaan erittelee ne tapaukset ja tilanteet, joissa maadoitus (ja ylijännitesuojaus) tulee toteuttaa verkon suojaamiseksi ilmastollista alkuperää olevilta ylijännitteiltä ja -virroilta.

Maadoituksen toteutuksen vaatimuksia tulee tarkentaa seuraavien asioiden näkökulmasta:

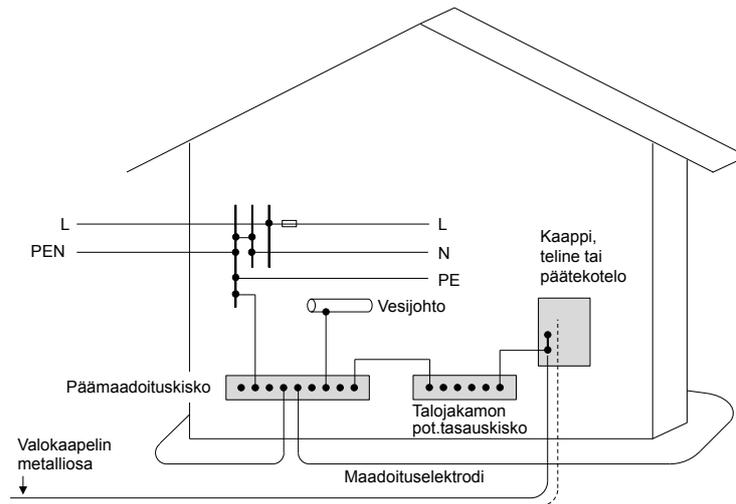
- 1) Valokaapeli on pääasiallinen kaapeli uudisasennuksissa; verkon ylläpidon, korjauksen ja mahdollisen uudisrakentamisen kannalta tulee määräyksessä luonnollisesti ottaa huomioon myös metallijohtiminen televerkko (puhelinverkko) ja koaksiaalikaapeleilla toteutettu kaapeli-televisioverkko.
- 2) Asiakaskiinteistöissä esiintyy erilaisia ja -tasoisia sähkö- ja maadoitusjärjestelmiä. Ainakin kolme seuraavaa päävaihtoehtoa tulisi ottaa huomioon:
 - a) kiinteistössä on pienjänniteverkon liittymä ja standardin SFS 6000 mukainen maadoitusjärjestelmä päämaadoituskiskoineen ja maadoituselektrodeineen
 - b) kiinteistössä on pienjänniteverkon liittymä, mutta ei päämaadoituskiskoa eikä maadoituselektrodiä
 - c) kiinteistössä ei ole pienjänniteverkon liittymää eikä mitään maadoitusjärjestelmää

- 3) Standardin SFS 6000 mukaan sähköliittymässä tulee olla maadoituselektrodi. Vaatimus ei ole kuitenkaan takautuvasti voimassa. Toisaalta standardin SFS 6000 osassa 8-802 (Täydentävät vaatimukset. Sähköasennusten korjaus-, muutos- ja laajennustyöt) on esitetty seuraavaa: *”Jos rakennuksella ei ennestään ole maadoituselektrodiä ja muutos- ja laajennustyön yhteydessä tehdään kaivutöitä, esim. liittymisjohto muutetaan maakaapeliksi, rakennukselle tehdään kohdan 411.4.2 mukainen maadoitus.”* TUKESin ohjeessa S10-2012 on lueteltu standardit, jotka vastaavat kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä 1193/1999 (muut. 517/2011) esitettyjä oleellisia turvallisuusvaatimuksia. SFS 6000 mukaan lukien sen osa 8-802 kuuluu näihin standardeihin. Asiantuntijoiden (Tapanin Nurmi, SESKO ja Esa Tiainen, STUL) mukaan edellä mainittu kaivutöihin liittyvä maadoituksen tekeminen on kuitenkin vain suositus.

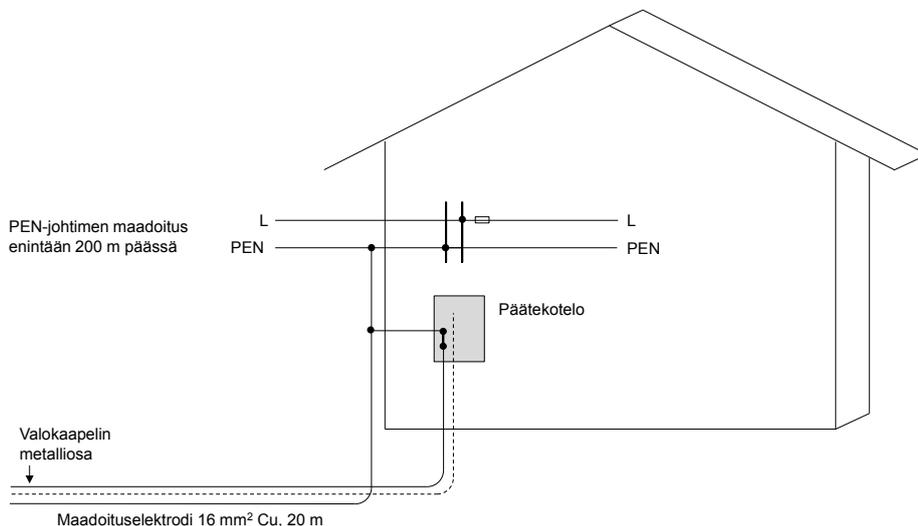
Ehdotus: Metallirakenteita sisältävän valokaapelin maadoitusta koskevat periaatteet asiakaskiinteistössä. Periaatteet on tarkoitettu vaatimusten ja suositusten laatimisen lähtökohdiksi ja ne soveltuvat myös metallijohtimisten kaapeleiden vaippojen ja koaksiaalikaapeleiden ulkojohtimien maadoitukseen.

- a) Kiinteistössä on pienjänniteverkon liittymä ja standardin SFS 6000 mukainen maadoitusjärjestelmä päämaadoituskiskoineen ja maadoituselektrodeineen:
- Talokaapeli maadoitetaan yhdistämällä metalliosat rakennuksen päämaadoituskiskoon vähintään 6 mm² eristetyllä kuparijohtimella (ke-vi).
 - Tämä toteutetaan yleensä yhdistämällä kaapelin maadoitettavat osat talojakamon telineeseen ja siitä jakamon potentiaalintauskiskoon, joka puolestaan on yhdistetty päämaadoituskiskoon.
 - Pienissä talojakamoissa (esim. omakotitalot), joissa ei ole varsinaista telinettä, kaapelin maadoitettavat osat yhdistetään päteketelon maadoituskiskoon ja siitä talojakamon potentiaalintauskiskoon, joka puolestaan on yhdistetty päämaadoituskiskoon.
- b) Kiinteistössä on pienjänniteverkon liittymä, mutta ei päämaadoituskiskoa eikä maadoituselektrodiä:
- Talokaapelin kanssa samaan ojaan asennetaan maadoituselektrodiksi 20 m pituinen ja poikkipinta-alaltaan 16 mm² paljas kuparijohdin.
 - Samalla on syytä rakentaa koko rakennuksen maadoitusjärjestelmä kuntoon: päämaadoituskisko, joka yhdistetään rakennettavaan maadoituselektrodiin ja keskuksen suojakiskoon; lisäksi potentiaalintaus putkistoihin
 - Valokaapelin metalliosat yhdistetään edellä mainittuun päämaadoituskiskoon samoin periaattein kuin tapauksessa a.
 - Sähköasennusten aiheuttamat lisäkustannukset ovat tässä tapauksessa mm. mittarin sijainnista riippuen 600...1000 €.
- tai
- Valokaapelin metalliosat päätetään päteketelon maadoituskiskoon.
 - Talokaapelin kanssa samaan ojaan asennetaan maadoituselektrodiksi 20 m pituinen ja poikkipinta-alaltaan 16 mm² paljas kuparijohdin, joka yhdistetään rakennusta syöttävän pienjännitekaapelin (esim. AMKA) PEN-johtimeen.
 - Valokaapelin päteketelon maadoituskisko yhdistetään tähän elektrodiin vähintään 6 mm² eristetyllä kuparijohtimella (ke-vi).
 - Sähköasennusten aiheuttamat lisäkustannukset ovat tässä tapauksessa noin 300 €.
- tai
- Valokaapelin metalliosia ei maadoiteta eikä liitetä mihinkään asiakaskiinteistössä, vaan ne eristetään.

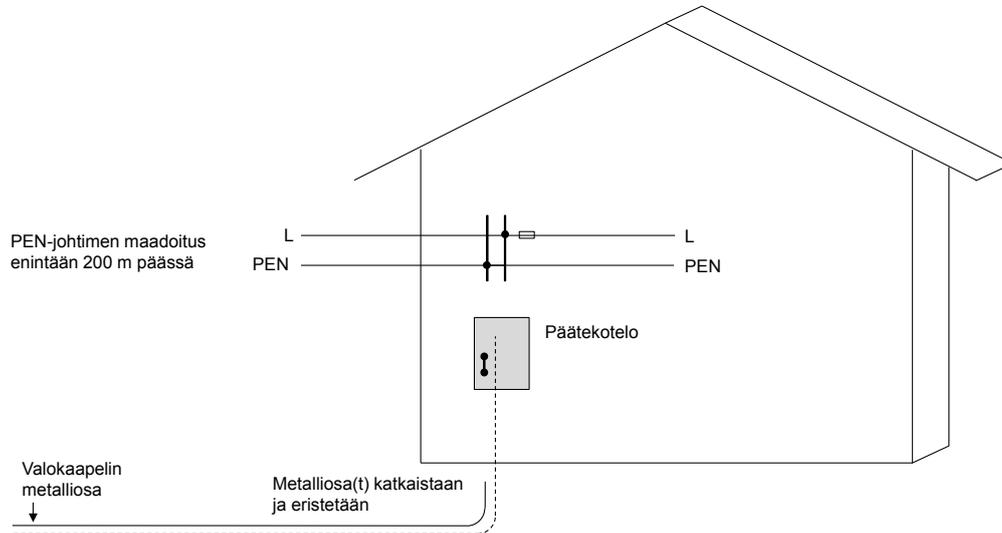
- Tällöinkin kaapeli on kuitenkin maadoitettava enintään 300 m etäisyydellä talokaapelin asiakaskiinteistön päätteestä. Jos tämä maadoitus on yhteismaadoitus sähköjakeluverkon kanssa, on se toteutettava enintään 200 m etäisyydellä talokaapelin asiakaskiinteistön päätteestä.
- c) Kiinteistössä ei ole pienjänniteverkon liittymää eikä mitään maadoitusjärjestelmää:
- Talokaapelin kanssa samaan ojaan asennetaan maadoituselektrodiksi 20 m pituinen ja poikkipinta-alaltaan 16 mm² paljas kuparijohdin, joka yhdistetään päätekotelon maadoituskiskoon.
 - Valokaapelin metalliosat yhdistetään tähän maadoituselektrodiin esim. päätekotelon maadoituskiskossa.
- tai
- Valokaapelin metalliosia ei maadoiteta eikä liitetä mihinkään asiakaskiinteistössä, vaan eristetään.
 - Tällöinkin kaapeli on kuitenkin maadoitettava enintään 300 m etäisyydellä talokaapelin asiakaskiinteistön päätteestä. Jos tämä maadoitus on yhteismaadoitus sähköjakeluverkon kanssa, on se toteutettava enintään 200 m etäisyydellä talokaapelin asiakaskiinteistön päätteestä.



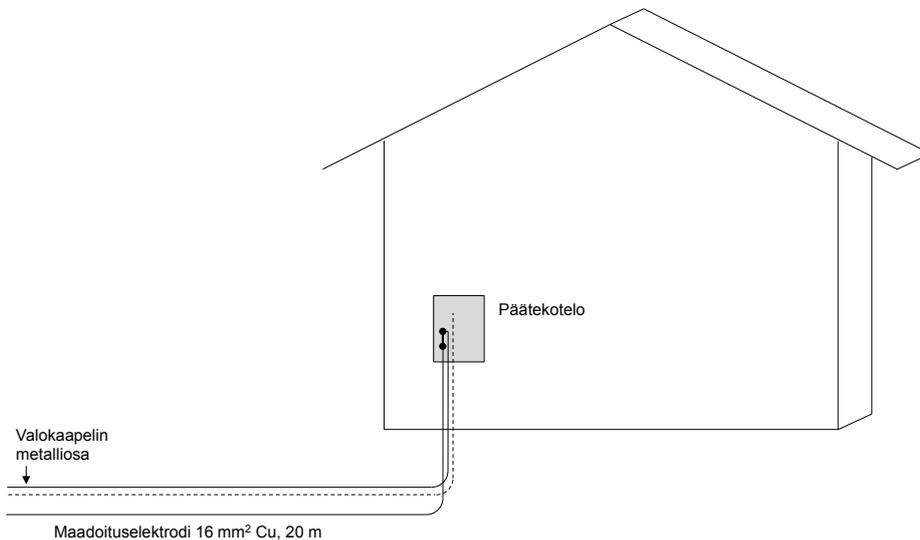
Kuva 2.1. Metalliosia sisältävän valokaapelin maadoittaminen kiinteistössä, jossa on pienjänniteverkon liittymä ja standardin SFS 6000 mukainen maadoitusjärjestelmä päämaadoituskiskoineen ja maadoituselektrodeineen.



Kuva 2.2. Metalliosia sisältävän valokaapelin maadoittaminen kiinteistössä, jossa on pienjänniteverkon liittymä, mutta ei päämaadoituskiskoa eikä maadoituselektrodia. Esimerkki 1.



Kuva 2.3. Metalliosia sisältävän valokaapelin maadoittaminen kiinteistössä, jossa on pienjänniteverkon liittymä, mutta ei päämaadoituskiskoa eikä maadoituselektrodia. Esimerkki 2. Huom.: Valokaapelin metalliosat on maadoitettava kuitenkin enintään 300 m tai 200 m (yhteismaadoitus) etäisyydellä.



Kuva 2.4. Metalliosia sisältävän valokaapelin maadoittaminen kiinteistössä, jossa ei ole pienjänniteverkon liittymää eikä mitään maadoitusjärjestelmää.

2.6 Perussuojaus ilmastollista alkuperää olevia ylijännitteitä ja ylivirtoja vastaan

Määräyksen 6 pykälä koskee perustason suojausta ilmastollista alkuperää olevia ylijännitteitä ja ylivirtoja vastaan. Pykälässä on esitetty 9 kohdan luettelo vaatimuksista, jotka koskevat maadoitusta ja ylijännitesuojausta eri tapauksissa ja tilanteissa. Luettelo koskee soveltuvin osin kaikkia siirtotietyyppöjä: symmetrisiä (metallijohtiminen viestintäverkko, perinteinen puhelinverkko, POTS), koaksiaalisia (kaapelitelevisio) ja optisia (optiset verkot, FTTX).

Vaatimukset ovat sinänsä selkeät ja yksikäsitteiset, mutta esimerkiksi optisten verkkojen osalta niitä koskevien vaatimusten "uuttaminen" 9 kohdan luettelosta voi olla tarpeettoman työlästä. Valokaapelit poikkeavat metallijohtimisista kaapeleista myös siinä, että vaikka niissä voi olla metalliosia, niiden *signaalipiireihin* (kuidut) ei synny koskaan *ylijännitteitä*.

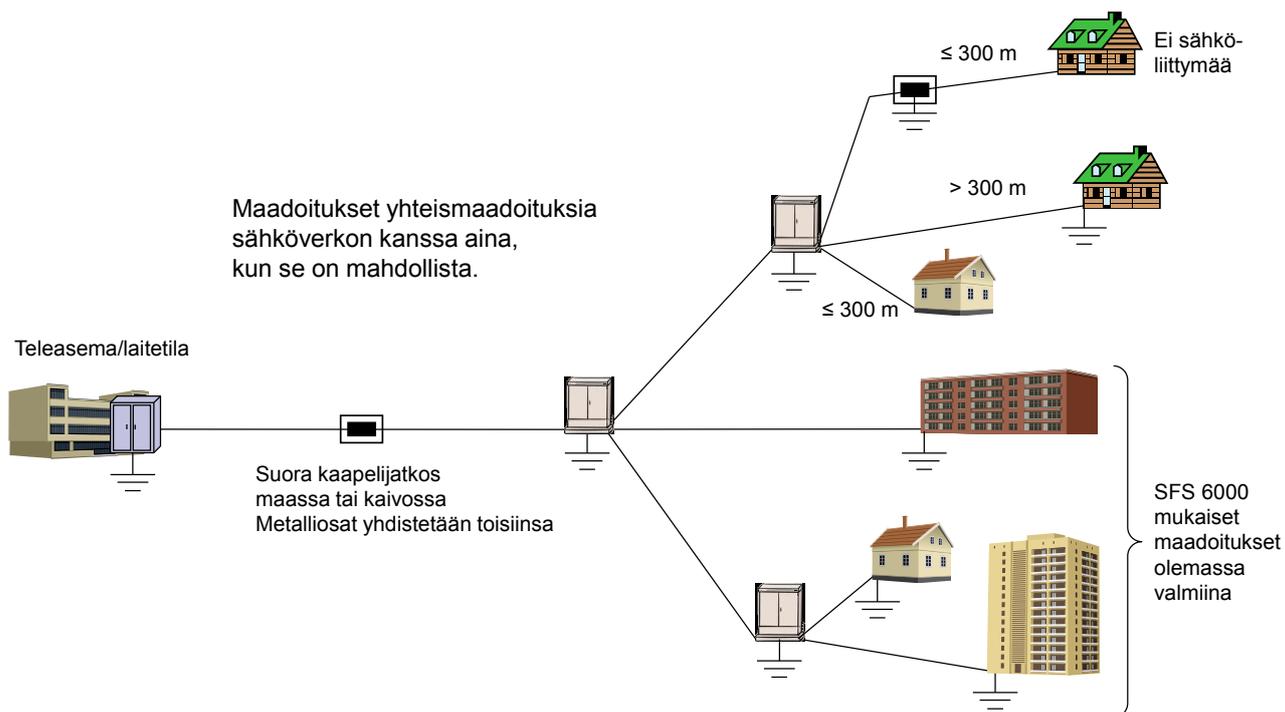
Vaatimuksissa esiintyy kaksi etäisyyden raja-arvoa 200 m ja 300 m. Näillä on oma historiallinen taustansa. Puhtaasti televerkon maadoituksia koskeva etäisyys 300 m on peräisin jo 1960-luvulta. Etäisyys 200 m tulee puolestaan sähköverkon vaatimuksista, joka mukaan PEN-johdin tulee maadoittaa jokaisen vähintään 200 m pituisen johtohäärän lopussa tai enintään 200 m päässä siitä. 200 m koskee siis yhteismaadoitusta ja 300 m vain telemaadoitusta (silloin ja vain silloin, kun yhteismaadoitus ei ole mahdollinen). Arvo 300 m voitaisiin tietysti muuttaa arvoon 200 m, jolloin olisi vain yksi arvo. Tämä aiheuttaisi kuitenkin lisäkustannuksia vanhojen verkkojen korjaus- ja ylläpitotöiden yhteydessä ja sen noudattaminenkin olisi vaikeaa. Molemmat etäisyyden raja-arvot 300 m ja 200 m on siis syytä säilyttää edelleen ja käyttötarkoituksiensa mukaisessa käytössä.

Vaatimusten luettavuutta voidaan parantaa jäsentelemällä pykälä 6 kolmeen osaan siten, että kullekin kolmelle siirtotietyyppille esitetään omat vaatimusluettelonsa.

Ehdotus: Jäsenellään pykälä 6 kolmeen osaan siten, että kullekin kolmelle siirtotietyyppille esitetään omat vaatimusluettelonsa. Kuvailtaan lisäksi vaatimuksia ja niiden taustoja seikkaperäisemmin MPS:ssä.

Ehdotus: Periaatteet valokaapelin metalliosien maadoittamiseksi verkon eri osissa

- 1) Valokaapelin metalliosat on yhdistettävä maadoitukseen teleasemalla, viestintäverkon laitteita sisältävässä laitekaapissa ja maahan tai kosketusetäisyydelle maasta sijoitetussa muussa laitekaapissa.
- 2) Valokaapeleiden metalliosat on yhdistettävä toisiinsa jatkoksissa ja laitekaapeissa, joissa niitä ei tarvitse maadoittaa kohdan 1 perusteella.
- 3) Ilmavalokaapelien kannatinköydet on yhdistettävä jatkoksissa toisiinsa. Ilmakaapelin kannatinköysi on yhdistettävä maadoitukseen tai valokaapelin muihin metalliosiin kohdissa, joissa metalliosat maadoitetaan tai ilmakaapeliosuus päättyy.
- 4) Optisen liityntäverkon valokaapelin metalliosat on maadoitettava asiakaskiinteistöissä talokaapeleiden päätteissä tai enintään 300 m etäisyydellä niistä. Mikäli kiinteistössä on myös pienjänniteverkon liittymiä, maadoituksen on oltava yhteinen pienjänniteverkon kanssa ja talokaapelin päätte on sijoitettava siten, että maadoitettavat kohteet voidaan liittää lyhyellä maadoitusjohtimella kiinteistön pienjännitejärjestelmän päämaadoituskiskoon tai vastaavaan rakenteseen. Yhteismaadoitus sähkönjakeluverkon kanssa on kuitenkin toteutettava enintään 200 m etäisyydellä talokaapelin asiakaskiinteistön päätteestä.
- 5) Jos valokaapeli sisältää tiedonsiirtoon tarkoitettuja metallijohtimia, sovelletaan niihin metallijohtimisiä kaapeleita koskevia vaatimuksia.



Kuva 2.5. Valokaapeliverkon maadoitukset, kun kaapelissa on metalliosia.

Ehdotus: Periaatteet symmetrisillä metallijohtimisilla kaapeleilla (puhelin-kaapelit) toteutetun viestintäverkon maadoittamiseksi ja sen suojaamiseksi ylijännitteiltä verkon eri osissa.

- 1) Ulkokaapelissa on oltava metallivaippa tai metallinen suojakerros. Kumpaakin rakennetta kutsutaan jäljempänä metallivaipaksi. Tämä vaatimus ei koske itsekantavaa enintään kaksiparista ilmakaapelia. Jos valokaapeli sisältää tiedonsiirtoon tarkoitettuja metallijohtimia, sovelletaan niihin metallijohtimisia kaapeleita koskevia vaatimuksia.
- 2) Kaapelin metallivaippa on yhdistettävä maadoitukseen teleasemalla, viestintäverkon laitteita sisältävässä laitekaapissa ja maahan tai kosketusetäisyydelle maasta sijoitetussa muussa laitekaapissa.
- 3) Kaapeleiden metallivaipat on yhdistettävä toisiinsa jatkoksissa ja laitekaapeissa, joissa niitä ei tarvitse maadoittaa kohdan 2 perusteella.
- 4) Ilmakaapelien kannatinköydet on yhdistettävä jatkoksissa toisiinsa. Ilmakaapelin kannatinköysi on yhdistettävä maadoitukseen tai metallivaippaan kohdissa, joissa metallivaippa maadoitetaan tai ilmakaapeliosuus päättyy.
- 5) Salamalle alttiiden johtojen käytössä olevat johtimet on teleasemalla varustettava johtimien ja maadoituksen välisin ylijännitesuojin.
- 6) Kiinteän viestintäverkon liityntäverkon kaapelin metallivaippa on maadoitettava verkon haarojen päissä tai korkeintaan 300 m etäisyydellä niistä.
- 7) Mikäli kiinteän viestintäverkon liityntäverkon metallivaippaisen kaapelin päätteeseen liittyy yksikin yli 300 m pitkä metallivaipaton ulkokaapeli, päätteen kaikki parit on varustettava ylijännitesuojin. Metallivaippa ja ylijännitesuojat on yhdistettävä maadoituselektrodiin. Jos metallivaippainen kaapeli on enintään 300 m pituinen metallivaipattomien kaapeleiden välikaapeli, voidaan ylijännitesuojat jättää pois kaapelin toisesta päästä.

- 8) Kiinteän viestintäverkon salamalle alttiin talokaapelin talopääteessä kaikki käytössä olevat johtimet on varustettava johtimien ja maadoituksen välisin ylijännitesuojin. Mikäli kiinteistössä on myös pienjänniteverkon liittymiä, maadoituksen on oltava yhteinen pienjänniteverkon kanssa ja talokaapelin pääte on sijoitettava siten, että maadoitettavat kohteet voidaan liittää lyhyellä maadoitusjohtimella kiinteistön pienjännitejärjestelmän päämaadoituskiskoon tai vastaavaan rakenteeseen. Jos tämä ei ole käytännössä mahdollista, yhteinen maadoitus kiinteistöä syöttävän pienjänniteverkon kanssa voidaan tehdä enintään 200 m etäisyydellä talopääteestä. Tällöin ylijännitesuojat sijoitetaan maadoituselektrodin kohdalle asennettavaan kaapelipääteeseen.
- 9) Mikäli kohdassa 8 tarkoitettu talokaapeli tulee kiinteistöön, jossa ei ole pienjänniteverkon liittymiä, on käytettävä muuta tarkoitukseen soveltuvaa päätteen sijaintirakennuksen maadoituselektrodi tai rakennettava standardin SFS 6000 mukainen maadoituselektrodi rakennuksen välittömään läheisyyteen tai enintään 300 m etäisyydelle rakennuksesta. Jos maadoituselektrodi ei ole rakennuksessa tai sen välittömässä läheisyydessä, ylijännitesuojat sijoitetaan maadoituselektrodin kohdalle asennettavaan pääteeseen.

Huomautus: Salamalle alttiilla johdolla tarkoitetaan kahden paikan välille kytkettyä johtoa, josta vähintään 300 m yhtenäinen osuus sijaitsee taajaman ulkopuolella.

Ehdotus: Periaatteet koaksiaalikaapeleilla toteutetun kaapelitelevisioverkon maadoittamiseksi verkon eri osissa.

- 1) Koaksiaalikaapelin ulkojohdin ja mahdolliset muut metalliosat (armeeraus, kannatinköysi) on yhdistettävä maadoitukseen teleasemalla, viestintäverkon laitteita sisältävässä laitekaapissa ja maahan tai kosketusetäisyydelle maasta sijoitetussa muussa laitekaapissa. Kaapelitelevisioverkkoja ei kuitenkaan tarvitse maadoittaa, jos maapotentiaalia ei ole muusta syystä olemassa kosketusetäisyydellä.
- 2) Koaksiaalikaapeleiden ulkojohtimet ja mahdolliset muut metalliosat (armeeraus) on yhdistettävä toisiinsa jatkoksissa ja laitekaapeissa, joissa niitä ei tarvitse maadoittaa kohdan 2 perusteella. Käytettäessä galvaanista erotusta on käytettävä ylijännitesuojaa.
- 3) Ilmakaapelien kannatinköydet on yhdistettävä jatkoksissa toisiinsa. Ilmakaapelin kannatinköysi on yhdistettävä maadoitukseen tai metallivaippaan kohdissa, joissa metallivaippa maadoitetaan tai ilmakaapeliosuus päättyy.
- 4) Kaapelitelevisioverkon liityntäkaapelin potentiaali tasataan asiakaskiinteistön maapotentiaaliin. *(PK:n huomautus: tasataan maapotentiaalin = maadoitetaan. Voisi siis suoraan myös ilmaista näin: Kaapelitelevisioverkon koaksiaalisen liityntäkaapelin ulkojohdin maadoitetaan asiakaskiinteistössä. Tällöin sovelletaan samoja maadoitussääntöjä kuin symmetrisillä kaapeleilla).*

Ei-velvoittavat standardit

MPS:ssä esitettävien ei-velvoittavien standardin luettelo on syytä päivittää. Standardit SFS-EN 61663-1 (koskee kuituoptisten asennusten ukkossuojausta) ja SFS-EN 61663-2 (koskee metallijohtimien asennusten ukkossuojausta) on kumottu ilman korvaavaa standardia. Salamasuojasta käsitellään laajasti standardisarjassa SFS-EN 62305 ja sarjan standardeissa on määritelty viestintäverkkoihinkin liittyviä asioita.

2.7 Ylijännitesuojat

Nykyisen määräyksen vaatimukset sekä velvoittavat ja ei-velvoittavat standardiviittaukset ovat edelleen ajan- ja asianmukaiset.

Viestintäverkoissa ylivoimaisesti eniten käytetty ylijännitesuoja on kaasupurkaussuoja (ITU-T K.12), periaatteessa kipinäväli, jonka elektrodit on sijoitettu jalokaasulla täytettyyn keramiikkaputkeen. Kaasupurkaussuoja voi olla varustettu kytkentälangoilla, mutta useimmiten se asennetaan jousien väliin. ITU-T on julkaissut suositukset myös puolijohdetekniikkaan perustuvista ylijännitesuojista (ITU-T K.28).

Kaasupurkaussuoja valitaan mm. tasasyttymisjännitteen perusteella. Teleasemilla käytetään usein 250 V suoja, ja jos suojattavan piirin kaukosyöttöjännite sallii, voidaan käyttää 150 V tai 90 V suojiakin. Maaseudun pientaloissa johtimien ja maan välille kytkettyjen suojien tasasyttymisjännitteen on kuitenkin oltava vähintään 500 V, jotta sähköverkon jännite ei pääsisi suojien kautta takaperoisesti televerkkoon tilanteessa, jossa talon sähkösyötön PEN-johdin on poikki.

Kaasupurkaussuojat ovat luotettavia, pitkäikäisiä. Ne ovat huoltovapaampia kuin puolijohdesuojat. Kaasupurkaussuojat kestävät 8/20 μ s -ylijännitepulssilla suuren virran (tyyp. 5...10 kA, jopa enemmän). Puolijohdesuojat kestävät vain muutamia satoja ampeereja. Kaasupurkaussuojien kapasitanssi on myös pienempi kuin puolijohdesuojien. Näin ollen kaasupurkaussuojat soveltuvat puolijohdesuojia paremmin yhteyksille, joilla tuotetaan DSL-palveluja. Johtimien rinnalla olevat lisäkapasitanssit nimittäin aiheuttavat impedanssiepäsovitystä ja heikentävät myös symmetriaa. Nämä vaikuttavat savutettavaan siirtonopeuteen etenkin ADSL2+- ja VDSL2-tekniikoissa.

Maaseudun pientalojen ylijännitesuojia koskeva tasasyttymisjännitteen vähimmäisarvo 500 V ei myöskään ole liian suuri telepäätelaitteiden kestävyuden (resistibility) kannalta. Jos laitteet täyttävät standardin ITU-T K.21 vaatimukset, ne kestävät vähintään 600 V jännitteen (50 Hz) viestintäverkon symmetristen pariin liitännöissä. Määräys 43 ei tosin koske telepäätelaitteita.

2.8 Normaalikäytössä ja pitkäaikaisessa maasulussa sähkölaiteistosta indusoituva virta ja jännite

Pykälän 8 vaatimukset perustuvat jo aikoinaan PR79:ssä esitettyihin vaatimuksiin ja ovat sanamuodoltaankin näiden kanssa lähes samanlaiset.

Vanhoissa määräyksissä ollut kapasitiivisesti kytkeytyvän jännitteen johtimia kosketeltaessa aiheuttama virta 15 mA on vain pienennetty turvallisemmalle tasolle eli arvoon 10 mA. Resistanssi, jonka läpi tämä virta ajatelleen kulkevaksi, on ihmiskehon resistanssi ja sen arvoksi on oletettu 3000 Ω . Tämä vastaa kosketusjännitettä 10 mA x 3000 Ω = 30 V. Suurjännitesähköasennuksia koskevan standardin SFS 6001 (Taulukko C.2) ihmiskehon kokonaisimpedanssi riippuu kosketusjännitteestä (kädestä käteen tai kädestä jalkaan) seuraavasti:

Kosketusjännite (V)	Ihmiskehon kokonaisimpedanssi (Ω)
25	3250
50	2625
75	2200
100	1875
125	1625

220	1350
700	1100
1000	1050

Edellä olevan perusteella arvoa 3000 Ω vastaava kosketusjännite on noin 35 V. Nykyiset vaatimukset virran ja resistanssin arvoinen voitaneen siis säilyttää. Haastateltujen asiantuntijoidenkin mukaan nämä arvot ovat edelleen asianmukaiset.

Indusoituvan pitkittäisen smv:n raja-arvot nykyisessä määräyksessä 43 ovat:

- 60 V suurjännitelaitteiston ollessa normaalikäytössä
- 100 V sähköradan ajoittain aiheuttamana tai suurjännitelaitoksen ollessa yksivaiheisessa maasulussa, jota ei kytketä itsetoimivasti pois

Standardin ITU-T K.68 kohdassa 6.2.3, joka koskee vaarajännitteiden raja-arvoja normaalikäytössä, on puolestaan seuraava teksti:

"The limit value of the induced common mode voltage with respect to the earth, at any point of the induced telecommunication plant, produced by all the inducing power plants of the interference frame, in normal operating conditions, acting together, is 60 V r.m.s."

Standardissa ITU-T K.68 käsitteeseen "power plant" kuuluvat myös sähköradan sähkönsyöttöjärjestelmät. Saman standardin kohdassa 6.2.2, joka koskee vaarajännitteiden raja-arvoja vikatilanteissa, on indusoituneen jännitteen raja-arvoksi määritelty 60 V, jos vian kesto on yli 3 s. Katso kuvassa 2.6 oleva kyseisen standardin taulukko (table) 18. Yksivaiheinen maasulku, jota ei kytketä itsetoimivasti pois, on mitä ilmeisimmin vika, joka kestää yli 3 s. Näin ollen standardin ITU-T K.68 mukaan 60 V on se indusoituneen jännitteen raja-arvo, jota sovelletaan määräyksen 43 pykälän 8 tarkoittamissa tilanteissa. Standardin ITU-T K.68 mukaan raja-arvoa 60 V sovelletaan siis sekä normaalikäytössä että yli 3 s kestävässä maasulkutilanteessa.

Myös VHV-ohjeessa 2 on esitetty taustatietoja ja käyrästöjä vaarajännitteiden arviointiin erilaisissa tilanteissa. Käyrät perustuvat 60 V raja-arvoon.

Standardin ITU-T K.68 vaarajännitteiden raja-arvot perustuvat ITU-T:n julkaisuun "Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines. Volume VI: Danger, damage and disturbance." Tässä julkaisussa on esitetty laskelmat, jotka johtavat standardin ITU-T K.68 vaarajännitteiden raja-arvoihin. Laskelmat perustuvat ihmisen impedanssimalliin sekä sähkövirran arvoihin, joilla saavutetaan kammiovärinän alhainen (5 %) tai olematon (0 %) riski riippuen virran vaikutusajasta. Laskelmat on esitetty kyseisen direktiivin liitteessä I.

Standardin ITU-T K.68 mukainen 60 V raja-arvo indusoituneelle jännitteelle normaalikäytössä, mukaan lukien sähköradat, on perusteltu, koska sen lähtökohtana sähkövirran vaarallisuus ihmiselle.

Ehdotus: Muutetaan määräyksen 8 pykälä koskemaan vain normaalikäyttöä ja muutetaan pykälä 9 koskemaan sekä lyhyt- että pitkäaikaisia maasulkuja. Määritellään indusoituneen vaarajännitteen raja-arvoksi normaalikäytössä, mukaan lukien sähköradat, 60 V. Vaatimus voidaan esittää suoraan tekstimuotoisena tai viittauksena standardin ITU-T K.68 kohtaan 6.2.3. MPS-tekstissä voidaan valottaa raja-arvon taustoja tarkemmin ja viitata edellä mainittuun ITU-T:n direktiiviin.

Standardi ITU-T K.68 sisältää useita taulukoita, joissa esitetään etäisyydet suurjännitejärjestelmästä tai sähköradoista, joiden sisäpuolella vaarajännitteet tulee tarkistaa. Taulukoissa ovat muuttujina erilaiset maan ominaisresistanssiarvot, alttiina olevan johdon pituudet, suurjännitejärjestelmän asennustapa (maassa, ilmassa) sekä sähköratojen paluuvirran hallintatavat (imumuuntajat, paluujohtimet).

2.9 Lyhytaikaisessa maasulussa sähkölaitteistosta indusoituva jännite

Myös pykälän 9 vaatimukset perustuvat jo aikoinaan PR79:ssä esitettyihin vaatimuksiin ja ovat sanamuodoltaankin näiden kanssa lähes samanlaiset.

Arvojen tarkistamiseksi kyseltiin asiantuntijoilta mielipiteitä. Muutostarpeita ei tullut esiin, vaan niissä harvoissa kommentteissa, joita saatiin, arvoja pidettiin asianmukaisina eikä niistä johtuvia ongelmia ole todettu.

Standardissa ITU-T K.68 on esitetty vaarajännitteiden raja-arvoille kaksi taulukkoa: taulukko 18 tyypillisiä tilanteita varten ja taulukko 19 vakavia tilanteita varten. Taulukot on kopioituna alla.

Table 18 – Limits related to danger in case of e.m. interference produced by a.c. power plants in fault condition: Typical situations

Reference fault duration t [s]	Induced voltage r.m.s. [V]
$t \leq 0.10$	2000
$0.10 < t \leq 0.20$	1500
$0.20 < t \leq 0.35$	1000
$0.35 < t \leq 0.50$	650
$0.50 < t \leq 1.00$	430
$1.00 < t \leq 3.00$	150
$3.00 < t$	60

Table 19 – Limits related to danger in case of e.m. interference produced by a.c. power plants in fault condition: Severe situations

Reference fault duration t [s]	Induced voltage r.m.s. general [V]	Induced voltage r.m.s. when current paths through chest or hip need not be considered [V]
$t \leq 0.06$	430	650
$0.06 < t \leq 0.1$	430	430
$0.1 < t \leq 1.0$	300	300
$t > 1.0$	60	60

Kuva 2.6. Standardin ITU-T K.68 taulukot 18 ja 19.

Standardin ITU-T K.68 taulukon 18 arvot ovat lähellä määräyksen 43 arvoja, mutta sallivat osittain hiukan suuremmat raja-arvot. Lisäksi taulukossa on enemmän raja-arvoja kuin määräyksessä 43. Jo aiemmin tämän selvityksen kohdassa 2.8 on esitetty, mihin standardin ITU-T K.68 raja-arvot perustuvat. Standardissa ITU-T K.68 on myös ohjeita indusoituneen jännitteen laskemiseksi sekä jo tämän selvityksen kohdassa 2.8

8.9.2014

mainitut lukuisat taulukot etäisyyksistä, joiden sisäpuolella vaarajännitteet tulee tarkistaa. Kyseistä standardia voidaankin pitää tietynlaisena "kansainvälisenä VHV-ohjeena".

Asiantuntijoilta on kysely mielipiteitä standardin ITU-T K.68 soveltuvuudesta määräyksen 43 pykälän 9 viitestandardiksi, mutta selkeitä kannanottoja ei ole saatu toistaiseksi. VHV-ohjeet ovat sinänsä käyttökelpoisia, mutta niitä ei enää päivitetä eikä koko vaara- ja häiriöjännitevaliokuntaakaan enää ole olemassa. Sen asiantuntijat ovat käytännössä kaikki eläkkeellä. Ongelmana on muutenkin kansallisen asiantuntijaverkoston puuttuminen näissä asioissa.

Standardin ITU-T K.68 mukaiset raja-arvot indusoituneelle jännitteelle maasulkutapauksissa ovat perusteltuja, koska niiden lähtökohtana sähkövirran vaarallisuus ihmiselle.

Ehdotus: Muutetaan pykälä 9 koskemaan sekä lyhyt- että pitkäaikaisia (yli 3 s) maasulkuja. Määritellään indusoituneen vaarajännitteen raja-arvoiksi standardin ITU-T K.68 kohdan 6.2.2 mukaiset taulukon 18 raja-arvot. Raja-arvoja koskevat vaatimukset voidaan esittää suoraan tekstimuotoisena tai viittauksena standardin ITU-T K.68 kohtaan 6.2.2 ja taulukkoon 18. MPS-tekstissä voidaan valottaa raja-arvojen taustoja tarkemmin ja viitata edellä mainittuun ITU-T:n direktiiviin.

VHV-ohjeet kannattaa kuitenkin joka tapauksessa säilyttää ei-velvoittavina viittauksina. Niissä on paljon tutoriaalista tietoa suomenkielellä. VHV-ohjeiden viimeiset julkaisut ovat vuodelta 1995. Nykyisen standardin ITU-T K.68 taulukon 18 arvot on esitetty jo vuoden 1995 VHV-ohjeessa 5 silloisten televerkkojen rakennemääräysten arvojen rinnalla. Työ ITU-T:ssä oli juuri käynnistynyt tässä asiassa ja raja-arvoista oli ehdotukset olemassa. Nämä ehdotukset vahvistettiin myöhemmin. VHV-ohjeita myy Adato Energia Oy ja niitä on saatavissa, kunnes ne kumotaan tai päivitetään. Päivitystä ei ole näköpiirissä.

2.10 Sähkölaitteistoista aiheutuva maapotentiaalinen nousu

Myös pykälän 10 vaatimukset perustuvat jo aikoinaan PR79:ssä esitettyihin vaatimuksiin ja ovat sanamuodoltaankin näiden kanssa lähes samanlaiset. Vaatimukset liittyvät myös pykäliin 8 ja 9.

Standardi SFS-EN 50174-3

Standardin EN 50174-3 (2013) kohdissa 4.9.4.2, 5.3.11.5 ja liitteessä B on vaatimuksia ja suosituksia, jotka koskevat asennuksia nousseen maapotentiaalialueella. Mainittu standardi koskee näiltä osin sekä yleisiä viestintäverkkoja että kiinteistöjen sisäverkkojen ulkoasennuksia. Standardin toinen painos on vahvistettu vuonna 2013 ja standardi tullaan julkaisemaan suomenkielisenä vuoden 2014 aikana.

Ehdotus: Lisätään ainakin ei-velvoittaviin tai mahdollisesti jopa velvoittaviin standardeihin *SFS-EN 50174-3*.

2.11 Erotusvälimatkat

Nykyisessä määräyksessä ei esitetä vaatimuksia viestintäverkon kaapeleiden tai rakenteiden erotusvälimatkoille sähköverkon (pienjännite ja suurjännite) kaapeleista ja rakenteista.

8.9.2014

Standardissa EN 50174-3 on esitetty erotusvälimatkoja koskevia vaatimuksia melko laajastikin kohdissa 6.2, 6.3 ja 6.4. Osa vaatimuksista koskee turvallisuutta ja osa häiriöitä.

Standardin SFS 6000 kohdassa 814.5 on vaatimus: "Asennettaessa sähkökaapeleita ja telekaapeleita samaan kaapeliojaan, tulee niiden välillä olla kaapelin haltijoiden määrittämä etäisyys"

Standardin SFS 6001 kohdassa 5.2.9.4 on vaatimus: "Kun kaapelit risteävät televerkkoasennusten kanssa tai ovat lähellä niitä, kaapeleiden ja televerkkoasennusten välillä on säilytettävä riittävä etäisyys". Lisäksi kohdassa on viittaus ITU-T julkaisuihin (ITU-T Directive Vol. VI ja ITU-T K.68) etäisyyden määrittämiseksi.

Sähkö- ja televerkostojen yhteistyöneuvottelukunta (STYNK) on laatinut ohjeen "Sähköverkonhaltijain sekä teleyritysten pylväiden ja maadoitusten yhteiskäyttöä koskeva toimintaohje". Tässä ohjeessa on mm. yhteispylväskäyttöä koskevat ohjeet etäisyysvaatimuksineen. Ohje on julkaistu Energiateollisuus ry:n verkostosuositukseksi YJ 1:08 ja sitä myy Adato Energia Oy.

Energiateollisuus ry ja Ficom ovat yhdessä laatineet suosituksen: "Sähkö- ja teleyhtiöiden yhteistyön periaatteet maanteiden varsilla". Suositus on myös Sähkö- ja teleyhteistyöneuvottelukunnan (STYNK) hyväksymä. Suosituksen johdanto-osassa on mm. seuraava maininta: "Kustannusjaon käyttämisen edellytyksenä on myös, että sähkö- ja telekaapelit sekä suojaputket voidaan asentaa samaan ojaan ilman erityisiä keskinäisiä etäisyysvaatimuksia."

Edellä esitetyn perusteella on todettavissa, että ehdottomia ja vain standardiin SFS-EN 50174-3 perustuvia vaatimuksia ei ilmeisesti voida esittää. Erotusvälimatkoja ei kuitenkaan pitäisi määräyksessä jättää kokonaan vaille huomiota.

Ehdotus: Esitetään erotusvälimatkoja koskevat vaatimukset lyhyesti siten, että erotusvälimatkoissa tulee noudattaa joko sopimuksenvaraisia vaatimuksia tai standardin SFS-EN 50174-3 kohtien 6.2, 6.3 ja 6.4 turvallisuutta koskevia vaatimuksia, ellei muuta ole sovittu. MPS-tekstissä annetaan tarkempaa tietoa esim. tämän ehdotuksen yläpuolella olevan tekstin mukaisesti.

2.12 Maadoitusten dokumentointi

SESKOn komitean SK 99 Suurjänniteasennukset eräs jäsen antoi seuraavan kommentin: "Televerkon maadoitusten dokumentoinnissa on parannettavaa – operaattorit eivät aina tiedä mihin oman verkon maadoituksia on sijoitettu."

Nykyinen määräys ei esitä suoraan mitään vaatimuksia maadoitusten dokumentoinnille. Viitestandardissa SFS 5719 vaaditaan maadoitusresistanssin mittaustulosten muihin merkitseminen ja selvitys teleaseman maadoittimen rakenteesta.

Ehdotus: Lisätään määräykseen seuraavat vaatimukset maadoitusten dokumentoinnista.

Viestintäverkon maadoitukset on dokumentoitava. Dokumentoinnin tulee sisältää vähintään seuraavat asiat ja tiedot:

- Teleasemien ja asiakaskiinteistöjen maadoituksista on laadittava maadoituskaavio, josta käy ilmi maadoituksen rakenne, osat, materiaalit ja mitoitus sekä maa-

8.9.2014

doituksen liittyminen sähkönjakelun maadoitusjärjestelmään. Materiaaleja ja mitoitus koskevat vaatimukset tarkoittavat maadoitusjohtimien ja maadoituselektrodien materiaaleja, poikkipinta-aloja ja elektrodin tai elektrodien pituutta.

- Laitekaappien ja maadoitettujen jatkosten maadoituksista tulee käydä ilmi maadoituselektrodin rakenne, materiaali, poikkipinta-ala ja pituus tai pituudet.
- Jos maadoitusresistanssille on esitetty vaatimus, on tämän täytyminen varmistettava mittauksin. Esitetty vaatimus ja mitattu maadoitusresistanssin arvo tulee tällöin käydä ilmi dokumentoinnista.
- Käytettyjen ylijännitesuojien sijoituskohdat, tyypit ja tasasyytymisjännitteet tulee myös ilmetä dokumentoinnista.

3 Kiinteistön sisäverkko

Kiinteistön sisäverkon sähköistä suojaamista ja maadoituksia koskevat Viestintäviraston vaatimukset on esitetty määräyksen 65/2013 M luvussa 4, pykälissä 13...17. Seuraavassa esitetty selvitys poikkeaa asioiden esittämisjärjestykseltään kyseisen määräyksen luvun 4 rakenteesta siten, että laitetilojen maadoitus ja potentiaalintasaus (määräyksen 65 pykälä 17) käsitellään yleiskaapelointijärjestelmän sähköisen suojaamisen (määräyksen 65 pykälä 14) yhteydessä.

Selvitys on jäsennelty kahdeksi pääkokonaisuudeksi, jotka ovat:

- yleiskaapelointijärjestelmä ja laitetilat
- yhteisantenniverkko ja -järjestelmä (mukaan lukien tv-lähetysten antennivastaanotto omakotitaloissa)

Selvityksessä on kuvattu standardinmukaiset ja hyvään asennustapaan perustuvat maadoitukset ja potentiaalintasaukset sisäverkoissa. Selvityksen pohjalta Viestintäviraston on mahdollista harkita nykyisen määräyksen luvun 4 ja määräykseen liittyvän MPS-asiakirjan vastaavien kohtien päivytystarpeet. Selvityksen tekijä ei ole tehnyt erilisiä ehdotuksia muutoksista tai lisäyksistä, vaan jättää harkinnan Viestintävirastolle ja mahdollisesti myös määräystä 65 käsittelevälle työryhmälle.

Nykyisessä määräyksessä oleva pykälä 13 on hyvä ja asianmukainen lähtökohta molempien sisäverkkotyyppien sähköiselle ja sähkömagneettiselle suojaamiselle. Standardit SFS 6000-5-54 ja SFS 6000-4-44 ovat tässä mielessä perustandardeja. Lisäksi molemmille sisäverkoille on olemassa erityisesti niitä koskevia standardeja, joita käsitellään kohdissa 3.1 ja 3.2.

3.1 Yleiskaapelointijärjestelmä ja laitetilat

3.1.1 Standardit ja ohjeet

Yleiskaapeloinnin yhteydessä tehtävien maadoitusten ja potentiaalintasausten vaatimuksia on esitetty seuraavissa standardeissa:

- EN 50310: Application of equipotential bonding and earthing in buildings with information technology equipment.
- EN 50174-2: Information technology - Cabling installation - Part 2: Installation planning and practices inside buildings. Suomennettu: SFS-EN 50174-2: Tietotekniikka. Kaapeloinnin asentaminen. Osa 2: Asennuksen suunnittelu ja asennuskäytännöt rakennusten sisätiloissa.
- EN 50174-3: Information technology - Cabling installation – Part 3: Installation planning and practices external to buildings. Suomennettu: SFS-EN 50174-3 Tietotekniikka. Kaapeloinnin asentaminen. Osa 3: Asennuksen suunnittelu ja asennuskäytännöt ulkotiloissa.

8.9.2014

- IEC 60364-5-54: Electrical installations of buildings - Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment - Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors. Suomennettu: SFS 6000-5-54: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Maadoittaminen ja suojaohdotimet.
- IEC 60364-4-44: Electrical installations of buildings - Part 4-44: Protection for safety: Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances. Suomennettu: SFS 6000-4-44: Suojausmenetelmät. Suojaus jännitehäiriöiltä ja sähkömagneettisilta häiriöiltä.
- SFS-EN 60445: Perus- ja turvallisuusperiaatteet ihmisen ja koneen väliselle rajapinnalle, merkinnöille ja tunnistamiselle. Laiteliittimien, johdinpäiden ja johtimien tunnistaminen.

Standardissa EN 50310 määritellään potentiaalintasauksen ja maadoituksen vaatimukset ja suositukset rakennuksissa, joihin asennetaan tietotekniikan järjestelmiä. Näiden vaatimusten ja suositusten tarkoitus on:

- Minimoida laitteiden ja kaapeloinnin altistuminen sähkön aiheuttamille vaaroille.
- Mahdollistaa tietotekniikan kaapeloinnin varustaminen:
 - luotettavalla signaalireferenssipotentiaalilla
 - riittävällä häiriönsiedolla maadoitusjärjestelmissä esiintyviä häiriöitä vastaan

Erilaisia vaatimuksia on määritelty sen mukaan, millainen rakennuksen käyttötarkoitus on ja millaista tietotekniikkaa siellä käytetään.

Suojien päättämistä ja suojauksen jatkuvuutta koskevat vaatimukset esitetään standardissa EN 50174-2. Tässä standardissa esitetään myös muita EMC:hen liittyviä asennusvaatimuksia ja -suosituksia sekä ohjeita erilaisten häiriöiden torjumiseksi.

Yllä mainitut sarjan IEC 60364 standardit sisältyvät pienjänniteasennuksia koskevaan SFS-standardiin (SFS 6000). Niissä on esitetty osittain samoja asioita kuin standardissa EN 50174-2. Kaappien ja telineiden potentiaalintasauksessa käytettävien johtimien vähimmäispoikkipinta-alat on määritelty standardissa EN 50310 viittauksin kansallisiin vaatimuksiin, jotka tässä tapauksessa tarkoittavat standardia SFS 6000-5-54.

Standardissa SFS-EN 60445 määritellään yleiset säännöt mm. maadoitukseen ja potentiaalintasaukseen käytettävien johtimien ja johdinpäiden tunnistamiseen ja merkitsemiseen käyttäen tiettyjä värejä ja aakkosnumeerisia koodeja.

Ohjeita yleiskaapelointijärjestelmän maadoituksesta ja potentiaalintasauksesta on esitetty myös ST-korteissa 681.10, 681.11 ja 681.30.

3.1.2 Suojattujen parikaapeleiden suojien päättäminen

Suojattujen kaapeleiden suojat on päätettävä käytetyn liittimen edellyttämällä tavalla. On tärkeää, että syntyy luotettava ja pienohminen liitos kaapelin suojan ja liittimen suojan (maadoitusliuska tai liitinrunko) välille. Suojan kosketuksen liittimeen tulee olla täysin ympäri ulottuva (360-asteinen).

Pelkän maadoitusjohtimen avulla aikaansaadulla kytkennällä on vain pieni merkitys suurilla taajuuksilla. Myös hapettuminen ja korroosio heikentävät liitoksen johtavuutta ajan myötä, jos käytetyt materiaalit ja menetelmät eivät ole sopivia. Lisäksi muut ympäristöolosuhteet, kuten mahdollinen värinä on syytä ottaa huomioon. Kaapeleiden suojien potentiaalintasaus telineisiin muodostuu liittimien ja paneelien kautta. Liittimen, kytkentäpaneelin ja telineen rakenteiden tulee mahdollistaa luotettava ja pysyvä suoji- en yhdistäminen telinerunkoihin. Kaikkien kaapeleiden suojat on päätettävä kaikissa

8.9.2014

telineissä. Kaapit ja telineet varustetaan potentiaalintasausliittimellä tai -kiskolla. Kukin kaappi tai teline maadoitetaan erikseen rakennuksen maadoitusjärjestelmään (ei ketjuteta).

Päättämätön ja maadoittamaton suoja ei suojaa sähkömagneettisilta häiriöiltä. Laiterunkoon molemmissa päissä yhdistetty yhtenäinen suoja muodostaa laitekoteloiden kanssa hyvän suojauksen säteileville häiriöille sekä päästöjen että siedon kannalta. Laittevalmistajan on suunniteltava liitännän toteutus. Yhdestä pisteestä maadoitettu suoja tehoaa kapasitiivisesti kytkeytyviin pientaajuushäiriöihin ja on tehokas pienillä taajuuksilla myös magneettikenttiä vastaan, jos järjestelmän johtimet eivät muodosta suljettua maasilmuksia. Suurilla taajuuksilla toisesta päästä maadoitetussa järjestelmässä voi esiintyä resonansseja, ja maadoittaminen kannattaa tehdä suurtaajuisien häiriöiden kannalta aina, kun se on mahdollista.

Suurilla taajuuksilla yhdellä pitkähköllä johtimella tehty suojan potentiaalintasausliittäminen on tehokas. Suojauksen liitännän pitäisi ulottua suojan ympäri. Foliosuojaisilla pehmeillä kaapeleilla kontaktin saaminen koko suojaan on vaikeaa, mutta sopiva puristus kahden puolen kaapelia antaa melko hyvän tuloksen, kunhan parien rakenne ei kärsi. Liitinrakenteen valintaan on syytä kiinnittää huomiota tässäkin mielessä. Parisuojan päättäminen liittimeen vaatii tätä varten suunnitellun liitinrakenteen.

Suojattujen kaapeleiden suojat tulee päättää kaikissa päättämiskohdissa. Näitä ovat jakamot, tietoliikennesiat ja mahdolliset keskityskohdat toimitilakiinteistön kerroskaapeloinnissa.

Jokaisessa päättämiskohdassa:

- suojan kosketuksen tulee olla 360-asteinen
- suojauksen tulee jatkua asianmukaisen suojaliitännän kautta
- suojauksessa olevia epäjatkuvuuksia tulee välttää
- suojien liitännät tulee kiinnittää lujasti, esimerkiksi kiristämällä tai puristamalla
- suoja ei saa käyttää vedonpoistimena
- suojat tulee liittää potentiaalintasaukseen asennusspesifikaation ja muiden suunnitteluasiakirjojen mukaisesti
- suojien liitännät tulee suojata korroosiolta ja hyvä sähköinen kosketus kaikkien osien välillä tulee varmistaa

Suojatun kerroskaapeloinnin potentiaalintasauksen periaate toimitilakiinteistössä:

- suojatun kaapelin (esim. F/UTP, U/FTP tai S/FTP) suoja päätetään liitinyksikköön
- liitinyksikkö saa sähköisen kosketuksen paneelin runkoon tai maadoitusliuskaan
- paneeli yhdistetään kaapin tai telineen runkoon vähintään 4 mm² kuparijohtimella; kaapissa tai telineessä voi olla erityinen kaappi-/telinekohtainen potentiaalintasauskisko; paneelin ja telineen välinen potentiaalintasausliitos voi syntyä myös suoraan kiinnitettäessä paneeli telineeseen edellyttäen, että telineen etureunaa ei ole maalattu eikä eloksoitu
- jokainen kaappi tai teline yhdistetään erikseen jakamon potentiaalintasauskiskoon
- potentiaalintasauskisko yhdistetään ryhmäkeskuksen PE-kiskoon

3.1.3 Kaappien ja telineiden potentiaalintasaus

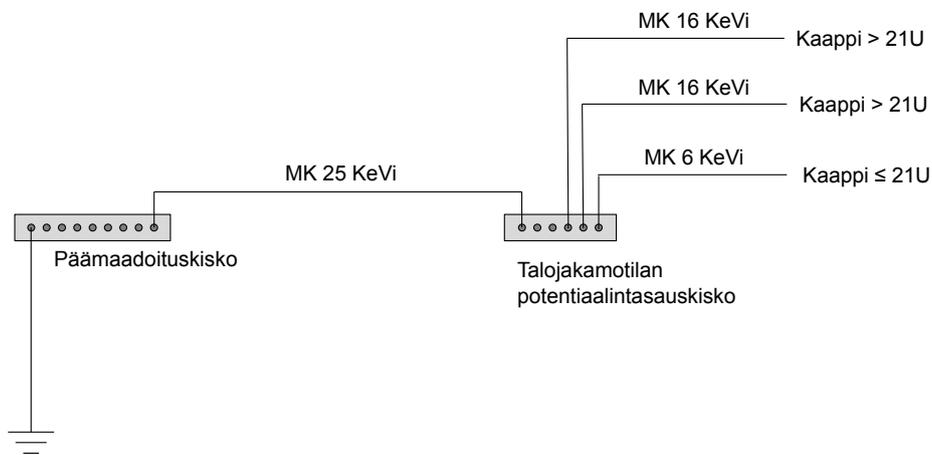
Jakamotila (laitetila) tulee olla varustettuna potentiaalintasauskiskolla. Talojakamon ja alijakamon potentiaalintasauskisko yhdistetään rakennuksen päämaadoituskiskoon tai, jos sellaista ei ole, maadoituselektrodiin menevään maadoitusjohtimeen tai itse maa-

doituselektrodiin. Kerrosjakamon potentiaalintasauskisko yhdistetään lähimmän ryhmäkeskuksen PE-kiskoon.

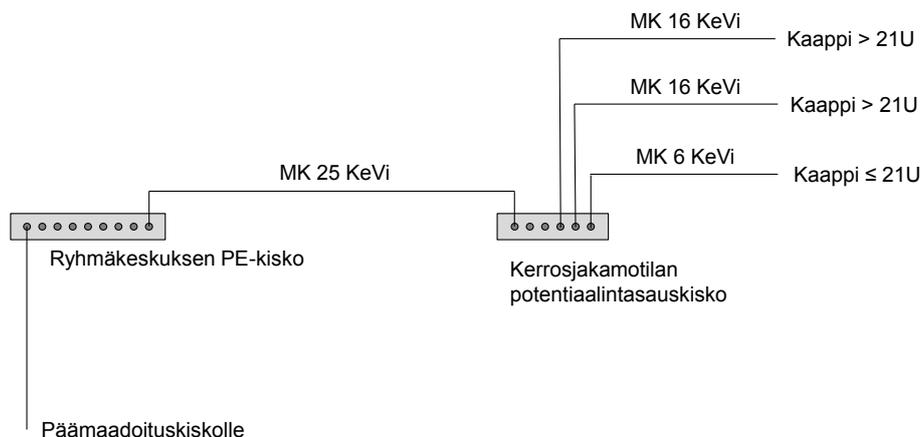
Jokainen kaappi tai teline tulee yhdistää erikseen jakamon potentiaalintasauskiskoon. Potentiaalintasauasta ei saa ketjuttaa.

Kaappien ja telineiden potentiaalintasausjohtimien poikkipintoja (kuparijohdin) koskevat seuraavat standardin EN 50310 ja SFS 6000-4-44:n mukaiset vähimmäisvaatimukset:

- 4 mm² kaapille tai telineelle, joka on matalampi tai yhtä suuri kuin 21 U
 - Huom.: Usein tässä tapauksessa käytetään 6 mm² poikkipintaa
 - 16 mm² kaapille tai telineelle, joka on korkeampi kuin 21 U
 - 25 mm² usean kaapin sijoitustilan (esim. talojakamo, kerrosjakamo) maadoitus-
- kiskolle



Kuva 3.1. Talojakamon maadoitus ja potentiaalintasaus.



Kuva 3.2. Kerrosjakamon maadoitus ja potentiaalintasaus.

Asuinkiinteistön kotijakamon kaappi tulee olla varustettuna potentiaalintasauskiskolla. Kisko yhdistetään jakokeskuksen PE-kiskoon 6 mm² kuparijohtimella

Standardin SFS-EN 60445 mukaan toiminnallisen maadoituksen (FE) ja toiminnallisen potentiaalintasauksen (FB) johtimen eristeen väri ei saa olla kelta-vihreä, ellei johdin

8.9.2014

myös samalla toimi suojajohtimena (PE-johdin) tai vastaavasti suojaavana potentiaalintasausjohtimena ja täytä niille asetettuja vaatimuksia. Pelkälle toiminnalliselle maadoitusjohtimelle (FE) tai potentiaalintasausjohtimelle (FB) ei mainitussa standardissa ole kuitenkaan määritelty tai suositeltu mitään tiettyä väriä. Yleisin FE- ja FB-käyttöön vakiintunut väri on musta.

3.1.4 Kaapelihyllyjen maadoittaminen

Toimistotiloissa ja asuinkiinteistöissä metallisia kaapelikanavia ei yleensä maadoiteta.

Teollisuustiloissa ja datakeskuksissa metalliset kaapelihyllyt yhdistetään potentiaalintasaukseen. Ne muodostavat yhteen liitettynä pieni-impedanssisen potentiaalintasausväylän. Standardissa EN 50174-2 on ohjeita kaapelihyllyjen käytöstä häiriösuojuksen parantamiseen ongelmalliseksi ennakoituissa kohteissa.

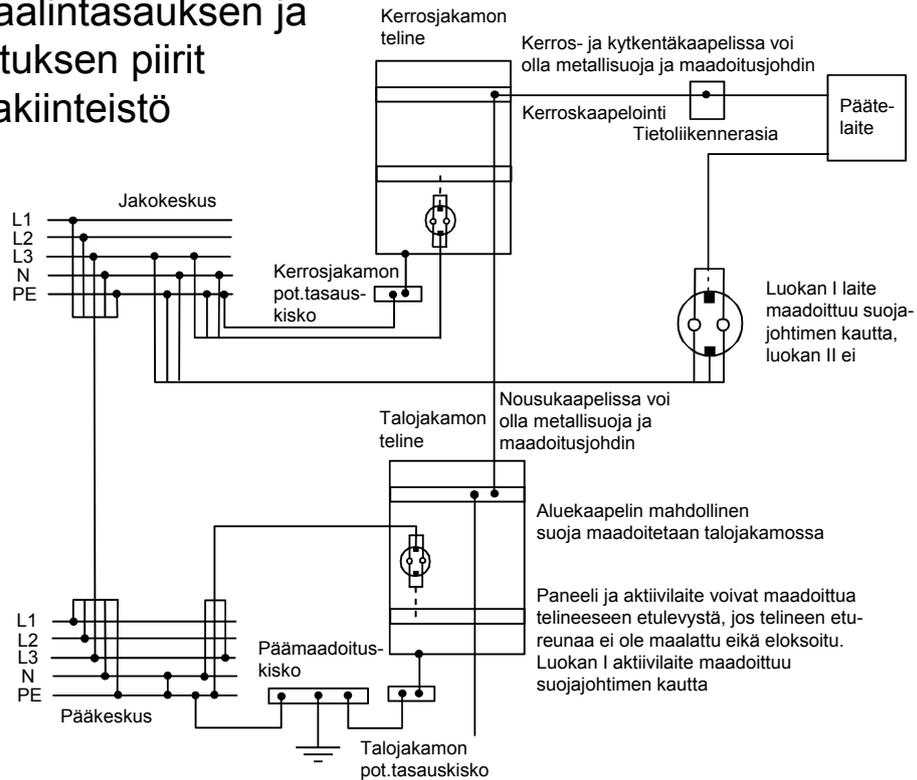
3.1.5 Kaksi esimerkkiä yleiskaapeloinnin potentiaalintasauksesta ja maadoittamisesta

Yksinkertainen potentiaalintasaus- ja maadoitusjärjestelmä

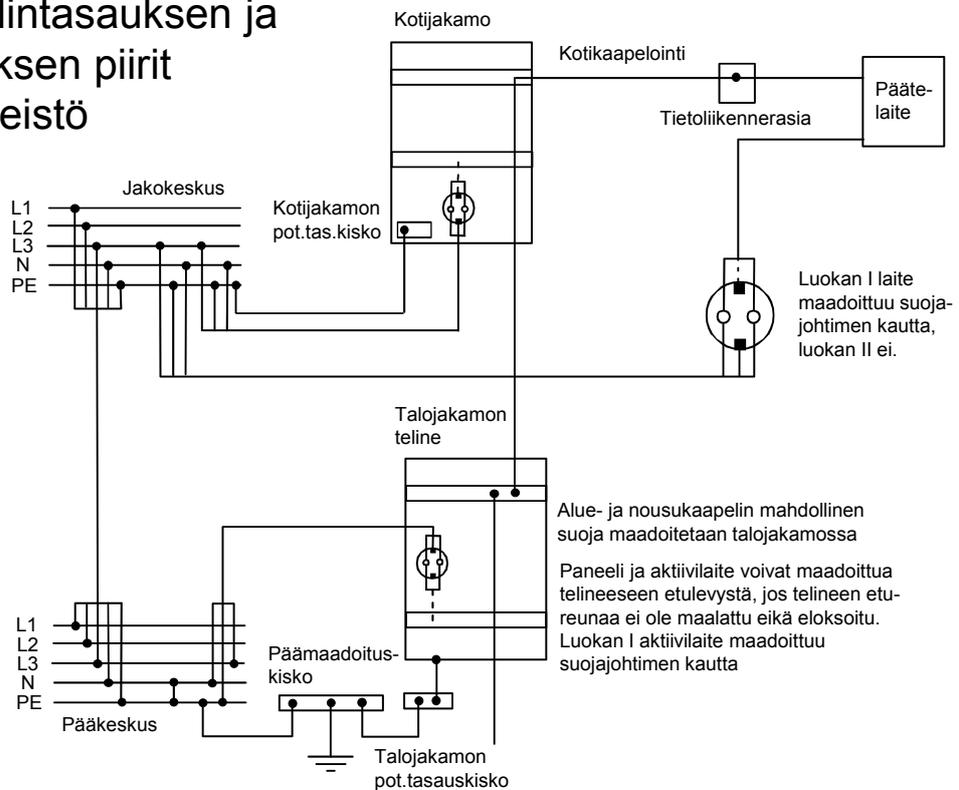
- Laitteiden sähkönsyöttö tapahtuu TN-S-järjestelmällä.
- Laitteiden maadoitus tapahtuu sähköpistokkeen välityksellä. Jos laitteessa on erillinen maadoitusliitin, se yhdistetään telineen tai kaapin runkoon. Telineihin ja kaapeihin kannattaa asentaa ennakkoon laitteiden maadoitustarpeita varten maadoitusjohdin, mutta sen päähän asennettavaa kaapelikenkää ei asenneta kiinni. Näin johdin voidaan laitteen asennusvaiheessa katkaista sopivan mittaiseksi eikä siihen jää suurtaajuusominaisuuksia haittaavia silmukoita.
- Jakamoiden ja laitehuoneiden telineet ja kaapit yhdistetään potentiaalintasaukseen kohdan 3.1.3 mukaisesti.
- Suojattujen kaapeleiden suojat päätetään ja suojauksen potentiaalintasaus toteutetaan kohdan 3.1.2 mukaisesti. Kaikkien suojien tulee jatkua katkeamattomana ja yhtenäisenä koko pysyvän siirtotien pituudelta.
- *Huomautus:* Jos esim. vanhassa rakennuksessa TN-S-järjestelmä ulottuu vain ryhmäkeskuksesta eteenpäin ja nousujohdoissa käytetään PEN-johdinta, toteutetaan potentiaalintasaus tällöinkin edellä kuvatuin periaattein. Tällöin kuitenkin esim. toimitilakiinteistön kerroskaapeloinnit tulisi toteuttaa ryhmäkeskusten jakelualueiden mukaisina, jotta välttyttäisiin parhaiten eri ryhmäkeskusalueiden välisten potentiaalierojen aiheuttamilta häiriöiltä. Tällaisessa kiinteistöissä myös suojattujen nousukaapeleiden suojat on syytä päättää vain talojakamossa, mutta ei kerrosjakamoissa (toimitilakiinteistöt) tai kotijakamoissa (asuinkiinteistöt).

Kuvassa 3.3 on esitetty potentiaalintasauksen ja maadoituksen piirien muodostuminen toimitilakiinteistöissä ja asuinkiinteistöissä.

Potentiaalintasauksen ja maadoituksen piirit Toimitilakiinteistö



Potentiaalintasauksen ja maadoituksen piirit Asuinkiinteistö

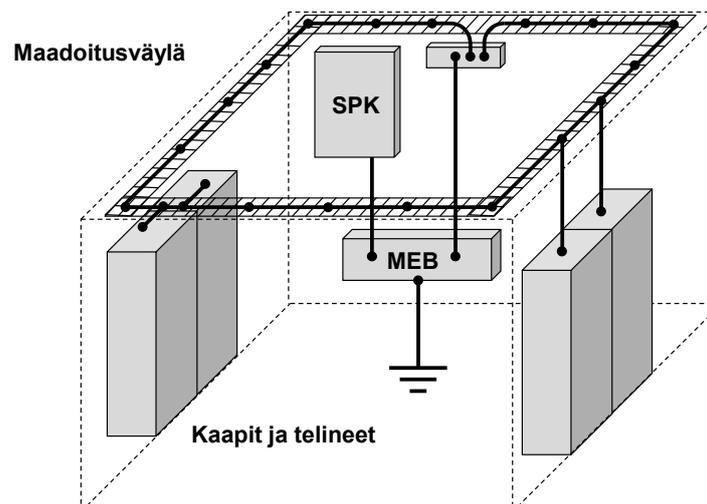


Kuva 3.3. Yksinkertainen yleiskaapeloinnin maadoitus ja potentiaalintasaus toimitila- ja asuinkiinteistöissä.

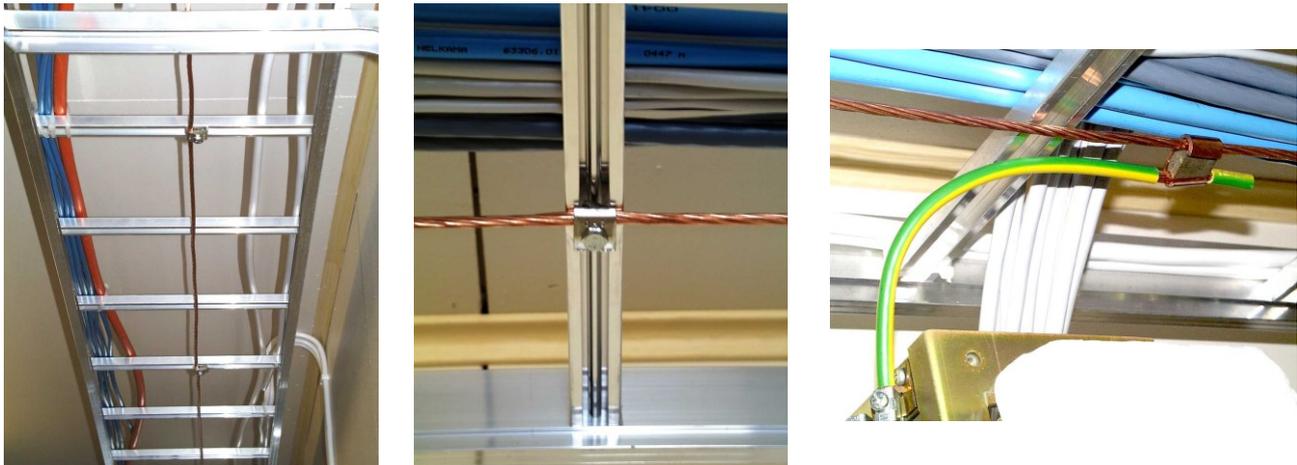
Määritelty potentiaalintasaus- ja maadoitusjärjestelmä

- Laitteiden sähkönsyöttö tapahtuu TN-S-järjestelmällä.
- Talojakamo asennetaan mahdollisimman lähelle rakennuksen päämaadoituskiskoa.

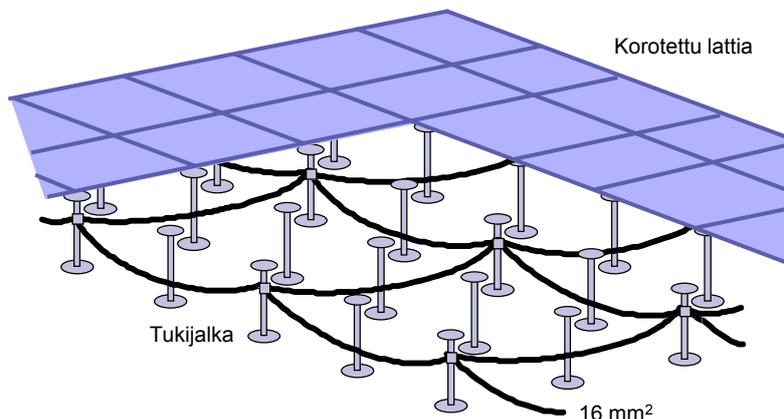
- Talojakamon maadoituskisko tai -liitin yhdistetään päämaadoituskiskoon 16 mm² kuparijohtimella.
- Ulkoa tulevien kaapeleiden suojat yhdistetään talojakamon maadoituskiskoon tai -liittimeen, samoin nousukaapeleiden mahdolliset suojat.
- Mahdolliset ylijännitesuojat asennetaan talojakamoon.
- Päämaadoituskiskolta vedetään kaapelitikkaisiin ja -hyllyihin kiinnitetty 16 mm² paljas kupariköysi maadoitusväyläjohtimeksi. Väyläjohtin kiinnitetään kaapelitikkaisiin ja -hyllyihin sähköä johtavasti, näkyville tarkastamisen mahdollistamiseksi ja siten, että maadoitettavat telineet ja kaapit sekä laitteet voidaan yhdistää siihen lyhyellä johtimella kunkin maadoitettavan kohteen kohdalla. Puolatikkaisiin maadoitusväyläjohtin voidaan kiinnittää ylä- tai alapuolelle. Kiinnittämiseen soveltuu kosketusliitin tai kaari kiinnike, jopa tiukka nippusidekiinnitys puolaan. Jotkut kaapelihyllyjärjestelmät on suunniteltu täyttämään maadoitusjohtimen vaatimukset, jolloin erillistä maadoitusväyläjohtinta ei tarvita, vaan hylly toimii maadoitusväyläjohtimena. Umpinaiisiin metallihyllyihin maadoitusväyläjohtin kiinnitetään alapuolelle tai sivulle sopivalla kiinnikkeellä, joka varmistaa hyllyn ja maadoitusväyläjohtimen välisen kosketuksen. Jos tilassa on korotettu lattia eikä kaapelihyllyä, maadoitettavat kohteet yhdistetään lähimpään korotetun lattian tukijalkojen maadoitusjohtimeen.
- Jos yleiskaapelointi käsittää vain pienen osan rakennusta, maadoitusväyläjohtin voi alkaa tietotekniikkajärjestelmää syöttävän ryhmäkeskuksen suojakiskosta tai tähän liitetystä maadoituskiskosta.
- Kaappien ja telineiden potentiaalintasausliitin yhdistetään maadoitusväyläjohtimeen mieluummin MK16-tyyppisellä johtimella, josta tarpeeton pituus on katkaistu pois. Johtimien yhdistäminen voidaan tehdä esimerkiksi C-lok-liittimellä tai puristettavalla C-liittimellä. (C-lok ei sovellu MKEM-tyyppisen hienosäikeisen johtimen kiinnittämiseen, ja puristettava C-liitinkin on varmin paksusäikeisellä.)
- Suojattujen kaapeleiden suojat päätetään ja suojauksen potentiaalintasaus toteutetaan kohdan 3.1.2 mukaisesti. Kaikkien suojien tulee jatkaa katkeamattomana ja yhtenäisenä koko pysyvän siirtotien pituudelta.
- Jos laitteessa on erillinen maadoitusliitin, se yhdistetään telineen tai kaapin runkoon. Telineisiin ja kaappeihin kannattaa asentaa ennakkoon laitteiden maadoitus- tarpeita varten maadoitusjohtin. mutta sen päähän asennettavaa kaapelikenkää ei asenneta kiinni. Näin johdin voidaan laitteen asennusvaiheessa katkaista sopivan mittaiseksi eikä siihen jää suurtaajuusominaisuuksia haittaavia silmukoita.
- Jos tarvitaan laitekohtainen ylijännitesuojaus laitteen lähelle, suojien maanapa yhdistetään maadoitusväyläjohtimeen mahdollisimman lyhyellä vähintään 4 mm² kuparijohtimella tai suojakomponentin valmistajan ohjeiden mukaan.
- Jos järjestelmään liittyy tasasähköllä syötettyjä telelaitteita, tasasähköjärjestelmän plusnapa yhdistetään maadoitusväyläjohtimeen jakokeskuksessa.



Kuva 3.4. Rengasmaadoitus laitetilassa.



Kuva 3.5. Maadoitusväylä ja siihen liittyminen.



Kuva 3.6. Korotetun lattian tukijalkojen yhdistäminen toisiinsa silmukoidun maadoitusjärjestelmän aikaansaamiseksi.

3.1.6 Rakennusten välinen kaapelointi

Mikäli rakennusten välisessä kaapeloinnissa joudutaan käyttämään metallisuojilla varustettuja parikaapeleita tai metallisia rakenneosia sisältäviä valokaapeleita, on maadoitustapa harkittava tapauskohtaisesti ja riskit (esim. salama) huomioon ottaen.

Määräyksen 65/2013 M ja myös standardin SFS-EN 50174-3 mukaan suojat tai muut metalliosat tulisi aina maadoittaa molemmissa rakennuksissa. Useita rakennuksia sisältävän kiinteistön eri rakennusten suojajohtimet ja toiminnalliset maadoitusjohtimet on kytkettävä yhteen yhteiseen päämaadoituskiskoon. Tämä toteutuu yleensä sähköverkon suojajohtimilla (PE) tai erillisillä potentiaalintasausjohtimilla.

Jos jostain syystä rakennusten välillä on niin suuri potentiaaliero, että suojiin syntyy suuria virtoja, ovat seuraavat keinot mahdollisia:

- Suojien/metalliosien maadoittaminen vain toisessa päässä
- Rinnakkaisen maadoitusjohtimen käyttäminen pienentämään suojiin kulkevaa virtaa

Asiaa on käsitelty seikkaperäisesti suosituksessa ITU-T K.73: Shielding and bonding for cables between buildings.

3.1.7 Ylijännitesuojaus

Yleiskaapeloinnin ylijännitesuojausta koskevat määräyksen 65/2013 M vaatimukset ovat peräisin aiemmista sisäverkkomääräysten versioista. Syttymisjännitettä koskevien vaatimusten lisäksi on tärkeää, että kaapeloinnin siirtotekninen suorituskyky säilyy määritellyn luokan mukaisena myös silloin, kun ylijännitesuojat on asennettu kaapelointiin. Mahdolliset ylijännitesuojat tulisi myös sijoittaa siten, että ne ovat pysyvän siirtotien rajapintojen ulkopuolella ja sisältyvät täten kanavaan, mutta eivät pysyvään siirtotiehen.

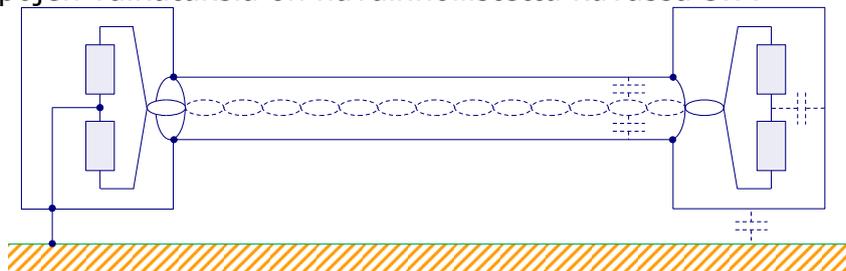
Standardin SFS-EN 50174-2 kohdassa 7.2 on vaatimuksia, jotka koskevat yleiskaapeloinnin ylijännitesuojausta. Saman standardin kohdassa A.3.3 on ohjeita yleiskaapeloinnin ylijännitesuojauksen suunnittelusta ja asennuksesta.

3.1.8 Häiriösuojauksen ja maadoituksen problematiikkaa

Parikaapelin metallisuojan tarkoitus on sähköinen suojaus ja ulkokaapeleissa myös kosteusuojaus. Sähköisen suojauksen tehokkuus riippuu suojan materiaalista, mitoituksesta ja rakenteesta, mutta myös suojan ja järjestelmän maadoitustavasta. Kaapelissa voi olla yhteinen suoja, parisuojat tai molemmat. Parisuojalla voidaan vaikuttaa ennen kaikkea parien väliseen ylikuulumiseen, mutta myös vierasylikuulumiseen eli kanavien tai pysyvien siirtoteiden väliseen ylikuulumiseen. Koska vierasylikuulumisessa on kysymys kanavan tai pysyvän siirtotien ulkopuolelta tulevasta häiriöstä, voidaan sitä pitää myös EMC-asiana eikä pelkästään siirtoteknisenä asiana.

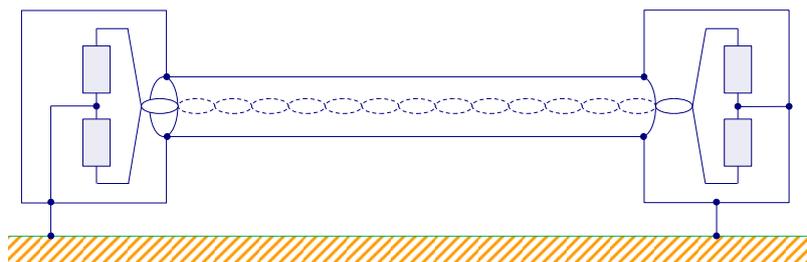
Maadoittamattomalla suojalla ei ole vaikutusta häiriöiden kytkeytymiseen. Toisesta päästä maadoitettu suoja on tehokas kapasitiivisesti kytkeytyviä pientaajuisia häiriöitä vastaan. Induktiivisesti kytkeytyvien häiriöiden kannalta ohuesta alumiinifoliosuojasta ei ole hyötyä alle 10 kHz häiriöiden kannalta, mutta suuremmilla taajuuksilla molemmista päistä maadoitettu suoja parantaa tilannetta parhaimmillaan 20...30 dB. Suojan pientaajuusominaisuuksia voidaan parantaa lisäämällä alumiinifoliosuojan päälle tinattu kuparilankapalmikko.

Maadoittamistapojen vaikutuksia on havainnollistettu kuvassa 3.7.



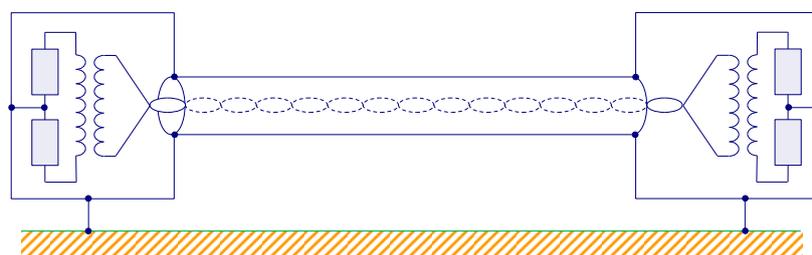
Tapaus a:

Suoja ja järjestelmä maadoitettu vain toisessa päässä.
 Indusoitunut smv aiheuttaa virtaa vain hajakapasitanssien kautta.
 Häiriöjännitteet pieniä, jos kaapeli sähköisesti lyhyt.
 Suurilla taajuuksilla resonanssit saattavat aiheuttaa yllätyksiä.



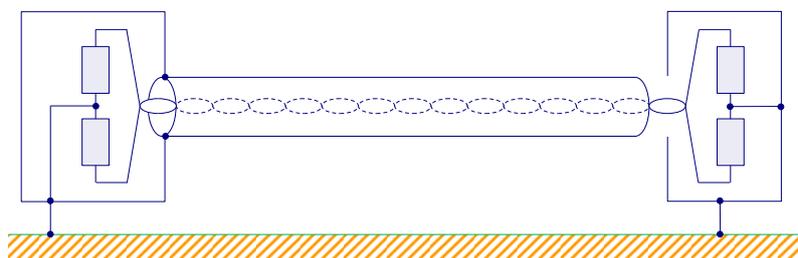
Tapaus b:

Suoja ja järjestelmä maadoitettu molemmissa päissä. Indusoitunut smv aiheuttaa suojaan suuremman virran kuin tapauksessa a. Häiriöjännitteet riippuvat virran lisäksi suojan kytkentäimpedanssista sekä laitteiden ja kaapelin maaepäsyyntästä. Jos järjestelmän virtapiirit kelluvat laitteen sisällä, pientaajuiset häiriövirrat parilla ja ovat pienempiä ja laitteiden epäsymmetrian vaikutus on pienempi kuin tapauksessa, jossa järjestelmän keskipiste on maadoitettu.



Tapaus c:

Jos järjestelmä on maadoitettava molemmissa päissä, mutta ei tarvitse tasavirtaa, pientaajuisia häiriövirtoja voidaan rajoittaa muuntajilla.



Tapaus d:

Järjestelmä maadoitettu molemmissa päissä, suoja vain toisessa. Virta indusoituu johtimille, joiden kautta maasilmutta sulkeutuu. Suojalla vaikutusta vain kapasitiivisesti johtimille kytkeytyvien häiriöiden kannalta. Muu suojaus on symmetrian ja parikierron varassa

Kuva 3.7. Suojan ja järjestelmän maadoitustavan vaikutuksia.

Seuraavassa on lueteltu eräitä keskeisiä suojaus- ja maadoituksen problematiikkaa valaisevia asiakokonaisuuksia:

- Häiriösuojauksessa maadoituksen tarkoituksena on pitää suoja maan potentiaalissa ja johtaa suojassa kulkevat häiriöitä aiheuttavat virrat maahan. Rakennuksessa on kuitenkin aina oltava myös maadoitus sähköturvallisuuden vuoksi. Näiden kahden maadoituksen sovittaminen yhteen ei aina ole ongelmaton häiriösuojaus kannalta. Sähköturvallisuus on aina ensisijainen.
- Tietty häiriösuojaustoimenpide - esim. suojan maadoitustapa - voi olla tehokas vain tietyn tyyppisiä häiriöitä vastaan. Sama toimenpide voi olla tehoton tai vaikutukseltaan jopa häiriösuojausta huonontava jonkin muun häiriötyypin suhteen. Tästä syystä joudutaan usein tekemään kompromisseja ideaalisten suojaustoimenpiteiden kesken.

8.9.2014

- Suojaamattoman kaapelin suojaus on yksinomaan symmetrian varassa ja kaapelin maadoituksia ei ole lainkaan. Suojien käyttäminen tuo mukanaan toisen suojaustekijän symmetrian lisäksi. Suojien eheydellä ja maadoittamisella on ratkaiseva vaikutus niiden toimintaan.
- Kelluvat eli kytkemättömät suojat ovat suojauksen kannalta merkityksettömiä.
- Suojauksen on oltava ehyt ja jatkuva läpi koko kanavan riippumatta siitä, kuinka monessa pisteessä se maadoitetaan.
- Toisesta päästä maadoitettu suoja pitää suojan maan potentiaalissa taajuuksilla, joita vastaava aallonpituus on suurempi kuin suojatun kaapelin pituus. Esim. taajuutta 250 MHz (luokan E ylärajataajuus) vastaava aallonpituus tyhjiössä on noin 1,2 m ja parikaapelissa 0,8...0,9 m johdineristeen tyypistä ja koostumuksesta riippuen..
- Molemmista päistään maadoitettu suoja suojaa suur- ja pientaajuisilta sähkökentiltä sekä suurtaajuisilta magneettikentiltä. Suoja myös osittain kompensoi pientaajuisten magneettikentän vaikutusta. Magneettikentän tai maapotentiaalieron synnyttämät suojassa kulkevat virrat synnyttävät kuitenkin pitkittäisen häiriöjännitteen, jonka suuruus riippuu suojan kytkentäimpedanssista. Tämä pitkittäinen häiriöjännite muuttuu puolestaan poikittaiseksi eli parin johtimien väliseksi sitä enemmän, mitä heikempi on parin symmetria.
- Metallinen suoja ei estä pientaajuisten (esim. 50 Hz) magneettikentän kentän suoraa tunkeutumista suojan läpi, ellei käytetä μ -metallia. Suojan läpi tunkeutuneen ja parin lävistävän magneettikentän aiheuttaman häiriön suuruus riippuu parin symmetriasta.
- Maasilmukkavirtoja suojissa voidaan estää käyttämällä galvaanista erotinta tai kuristinta työpiste- tai laitekaapeleiden laitteen puoleisessa päässä tai käyttämällä erityisiä työpiste- tai laitekaapeleita, joissa on kapasitiivisesti kytketty suoja. Vähemmän suositeltava keino on suojaamattoman työpiste- ja laitekaapelin käyttäminen. Maasilmukkaa ei synny myöskään silloin, jos esim. PC:n verkkokortissa on suojaamaton liitin.
- Metalliton valokaapeli on vapaa sähkömagneettisista häiriöistä.

3.2 Yhteisantenniverkko ja -järjestelmä

3.2.1 Standardit ja ohjeet

Yhteisantenniverkon ja -järjestelmän maadoitusten ja potentiaalintasausten vaatimuksia on esitetty

standardissa SFS-60728-11: Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 11: Safety. Kyseessä on itse asiassa standardi IEC 60728-11, jolla on myös eurooppalaisen standardin (EN) status ja joka on siksi vahvistettu myös SFS-standardiksi. Standardin IEC 60728-11 voimassa oleva painos (3.) on vuodelta 2010 ja parhaillaan on valmisteilla standardin 4. painos.

Ohjeita yhteisantennijärjestelmän maadoituksesta ja potentiaalintasauksesta on esitetty myös ST-kortissa 621.31.

8.9.2014

3.2.2 Antennimaston maadoitus

Standardissa SFS-EN 60728-11 on antenni- ja mastorakenteen maadoitus- ja potentiaalintasausvaatimukset esitetty eri tapauksissa, joita ovat:

- 1) antennirakenne on kokonaisuudessaan sisällä tai ulkona ja vähintään 2 m katon alapuolella ja samalla sivusuunnassa alle 1,5 m etäisyydellä rakennuksesta.
- 2) rakennuksessa on standardisarjan IEC 62305-mukainen salamasuojausjärjestelmä
- 3) rakennuksessa ei ole salamasuojausjärjestelmää

Taulukossa 3.1 on tiivistetysti esitetty maadoitus- ja potentiaalintasausvaatimukset eri tapauksissa. Taulukko perustuu standardin SFS-EN 60728-11 taulukkoon 2.

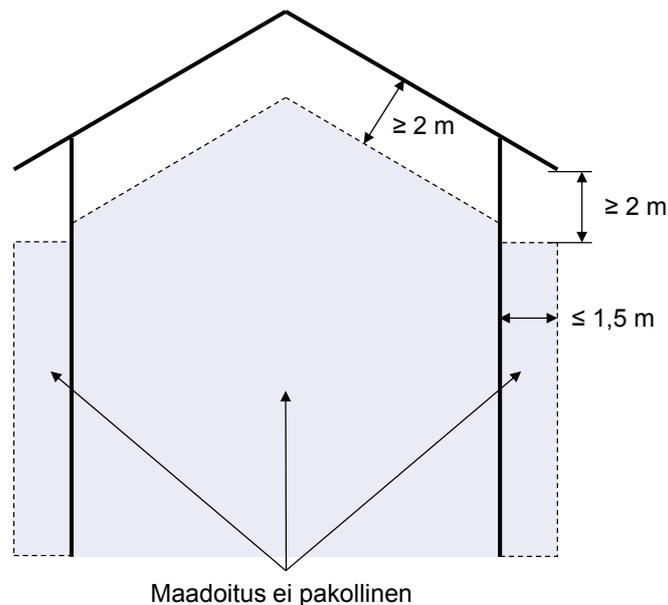
Taulukko 3.1. Antennimaston maadoitus- ja potentiaalintasausvaatimukset tiivistetysti.

Antennirakenteen sijainti	Maadoituksen ja potentiaalintasauksen tarve
Rakennuksen sisällä tai ulkona ja vähintään 2 m katon alapuolella ja samalla sivusuunnassa alle 1,5 m rakennuksesta.	Vain potentiaalintasaus
Rakennuksessa on salamasuojausjärjestelmä ja antennirakenne on sen suojaamassa tilassa.	Vain potentiaalintasaus
Rakennuksessa on salamasuojausjärjestelmä ja antennirakenne ulottuu sen suojaaman tilan ulkopuolelle.	Antennimasto maadoitetaan suoraan ja lyhintä tietä salamasuojausjärjestelmään. Potentiaalintasaus.
Rakennuksessa ei ole salamasuojausjärjestelmää ja antennirakenne on ulkona eikä ole vähintään 2 m katon alapuolella ja samalla sivusuunnassa alle 1,5 m rakennuksesta.	Antennimasto maadoitetaan mahdollisimman lyhyttä reittiä ja ilman jyrkkiä mutkia perusmaadoituselektrodiin tai päämaadoituskiskoon. Potentiaalintasaus.

3.2.2.1 Antennirakenne kokonaisuudessa rakennuksen sisällä tai ulkona matalalla ja lähellä seinää

Jos antennirakenne sijaitsee kokonaisuudessaan rakennuksen sisällä tai ulkona ja vähintään 2 m katon alapuolella ja samalla sivusuunnassa alle 1,5 m etäisyydellä rakennuksesta, sitä ei tarvitse maadoittaa. Potentiaalintasaus vaaditaan tällöinkin. Potentiaalintasausausta on käsitelty tämän selvityksen kohdassa 3.2.3

8.9.2014



Kuva 3.8. Antennirakennetta ei tarvitse maadoittaa, jos se sijaitsee kuvassa varjostetulla alueella. (Vertaa standardin SFS-EN 60728-11 (2010) kuvaan 8).

3.2.2.2 Rakennuksessa on standardisarjan IEC 62305-mukainen salamasuojausjärjestelmä

Jos rakennuksessa on standardisarjan IEC 62305-mukainen salamasuojausjärjestelmä, suositellaan että antennirakenne asennetaan sen suoja-alueelle. Tällöin mastoputkea ei tarvitse maadoittaa, mutta potentiaalintasaus vaaditaan.

Jos antennirakenne ulottuu salamasuojausjärjestelmän suoja-alueen ulkopuolelle, antennimasto tulee maadoittaa suoraan ja lyhintä tietä salamasuojausjärjestelmään. Lisäksi vaaditaan potentiaalintasaus. Antennimastoa voidaan jatkaa sieppaustangolla, jonka tulee tällöin täyttää standardin IEC 62305-3 vaatimukset. Mastorakenne tulee siis osaksi standardisarjan IEC 62305 mukaista salamasuojausjärjestelmää ja sitä koskee kyseinen standardi.

3.2.2.3 Rakennuksessa ei ole salamasuojausjärjestelmää

Jos rakennuksessa ei ole salamasuojausjärjestelmää, tulee masto maadoittaa suoraan rakennuksen maadoituselektrodiin tai päämaadoituskiskoon. Lisäksi vaaditaan potentiaalintasaus.

Tämä tapaus on Suomessa yleisin. Salamasuojausjärjestelmät eivät ole Suomessa kovin yleisiä eikä riskianalyysikään tiettävästi juurikaan tehdä.

Tässä tapauksessa maadoitus tulee toteuttaa seuraavasti:

- Maadoitusjohdin asennetaan antennimaston alapäästä suorinta tietä rakennuksen päämaadoituskiskoon tai maadoituselektrodiin. Myös mahdollisen satelliittiantennin jalustaputki tulee maadoittaa olla maadoitusjohtimellaan.
- Maadoitusjohdin on vähintään 16 mm² kuparijohdin, 25 mm² alumiinijohdin tai 50 mm² teräsjohtin.
- Kuparijohdin voi olla eristetty tai eristämätön, Al- ja Fe-johtimien on oltava eristettyjä.
- Maadoitusjohtimen eriste on väriltään kelta-vihreäraitainen.
- Maadoitusjohdin kulkee mahdollisimman suoraa reittiä ilman jyrkkiä mutkia.
- Maadoitusjohdin kulkee omassa asennusputkessaan.

- Liitoksiin pitää päästä myöhemmin helposti käsiksi.
- Jos käytetään alumiinijohdinta, kaapelikengissä ja liittimissä on oltava merkintä Al tai Alu.
- Antennia ei saa asentaa palavalla aineella (esim. päre, turve tai olki) päällystetylle katolle.
- Maadoitusjohdinta ja/tai antennikaapeleita ei saa asentaa tilaan, jossa säilytetään helposti syttyvää materiaalia (esim. kuiva heinä, sahajauho) tai tilaan, johon voi muodostua helposti räjähtävää kaasua.

3.2.2.4 Maadoituselektrodit

Peruslähtökohtana maadoituselektrodille on standardin SFS 6000 mukainen rakennuksen maadoituselektrodi, mieluiten perustusmaadoituselektrodi.

Tarvittaessa (esim. rakennuksen maadoituselektrodin puuttuessa) tulee rakentaa antennimaston maadoitusta varten standardin IEC 60728-11 mukainen maadoituselektrodi:

- vähintään kaksi pituudeltaan vähintään 2,5 m pitkää vaakaelektrodia, jotka muodostavat keskenään 60 asteen kulman ja jotka asennetaan vähintään 0,5 m syvyyteen ja vähintään 1 m etäisyydelle rakennuksen perustuksista

tai

- vähintään 2,5 m pituinen pystyelektrodi tai kaksi vähintään 1,5 m pituista pystyelektrodia, joiden etäisyys toisistaan on vähintään 3 m ja jotka asennetaan vähintään 1 m etäisyydelle rakennuksen perustuksista

Standardin IEC 60728-11 mukaisten maadoituselektrodien poikkipinta-alat ja materiaalit ovat vähintään 50 mm² kuparia tai 90 mm² ruostumatonta terästä.

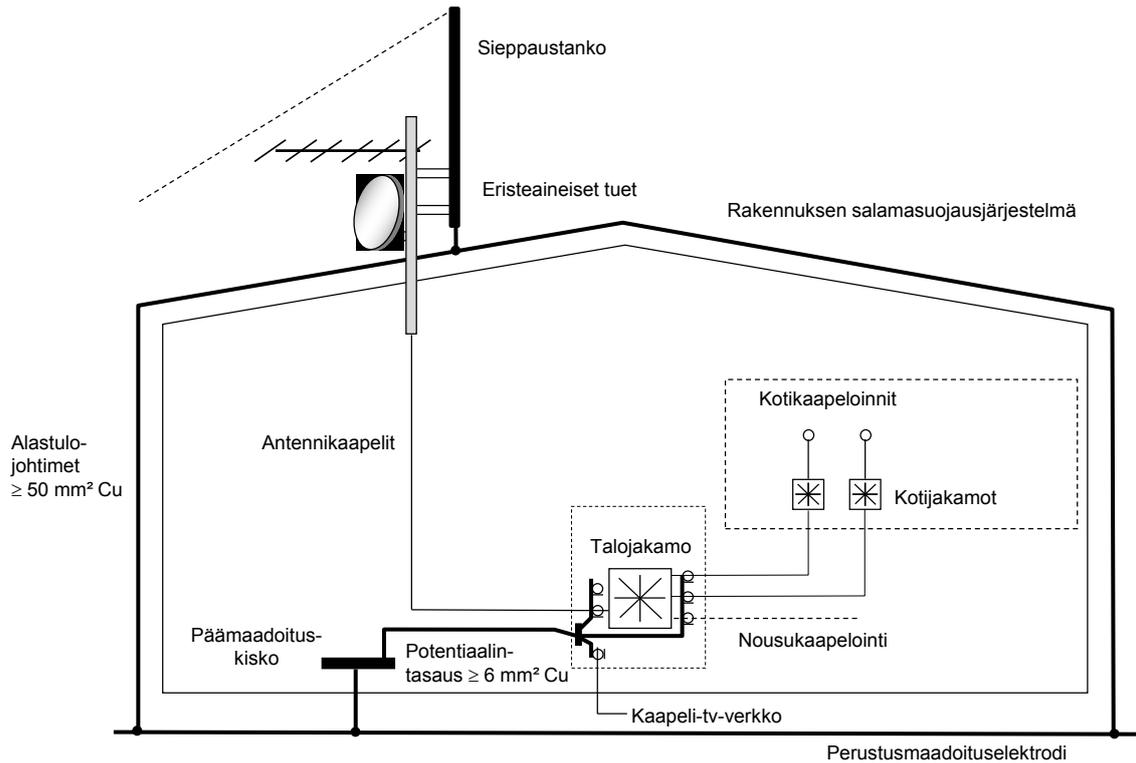
3.2.3 Potentiaalintasaus

Yhteisantennijärjestelmän taloverkon potentiaalintasaus tehdään talojakamon tähtipisteessä.

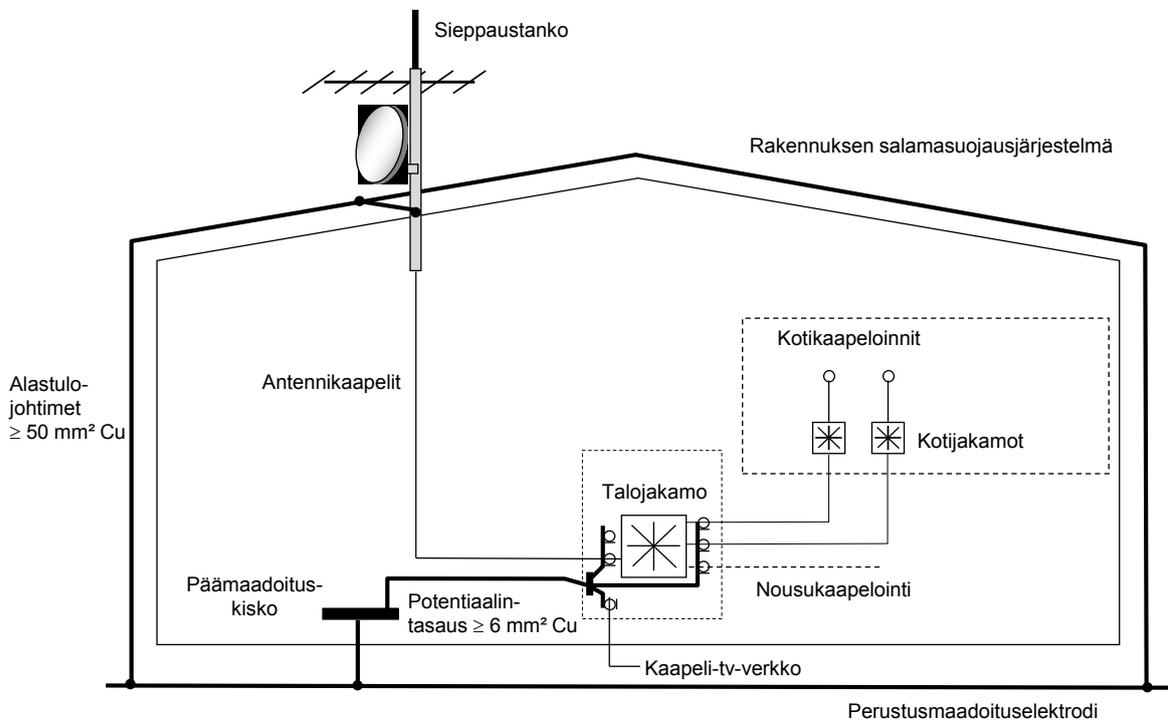
Laitekotelot, passiiviset rakenneosat ja koaksiaalikaapeleiden ulkojohtimet yhdistetään vähintään 4 mm² Cu-johtimella (käytännössä usein 6 mm²) jakoverkon potentiaalintasauskiskoon, joka yhdistetään päämaadoituskiskoon. Eristetyn johtimen väri on keltavihreä-raitainen.

Kaikki päävahvistimeen tulevat koaksiaalikaapelit on syytä asentaa potentiaalintasauskiskon kautta, jotta kaapeleiden irrottaminen laitteista ei poistaisi potentiaalintasausausta. Vaihtoehtoisesti voidaan kaapelien ulkojohtimien potentiaalit tasata väliaikaisesti ennen kaapelien irrottamista.

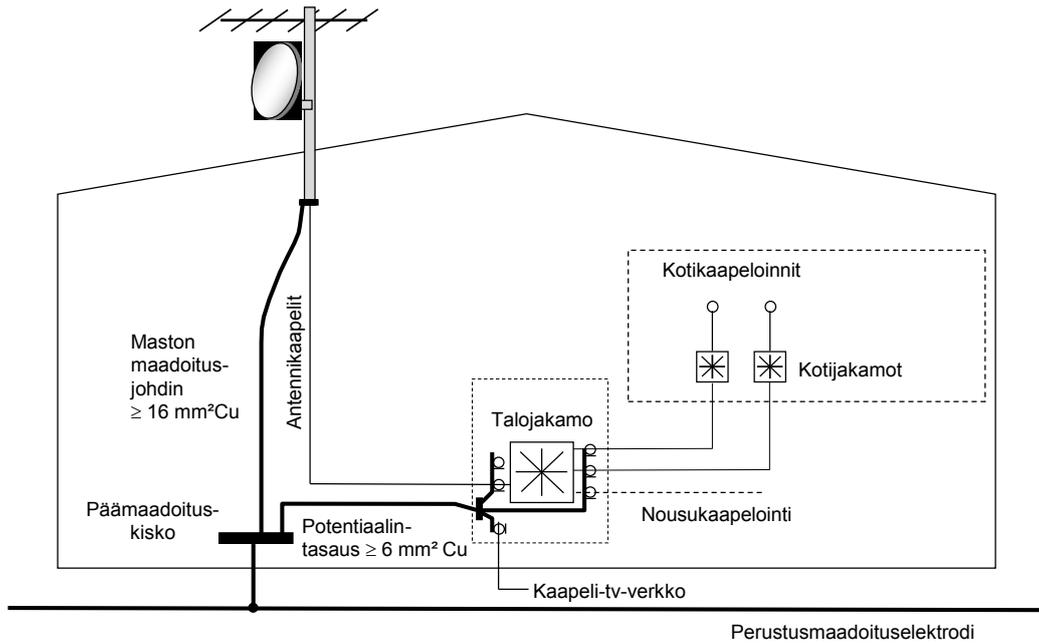
8.9.2014



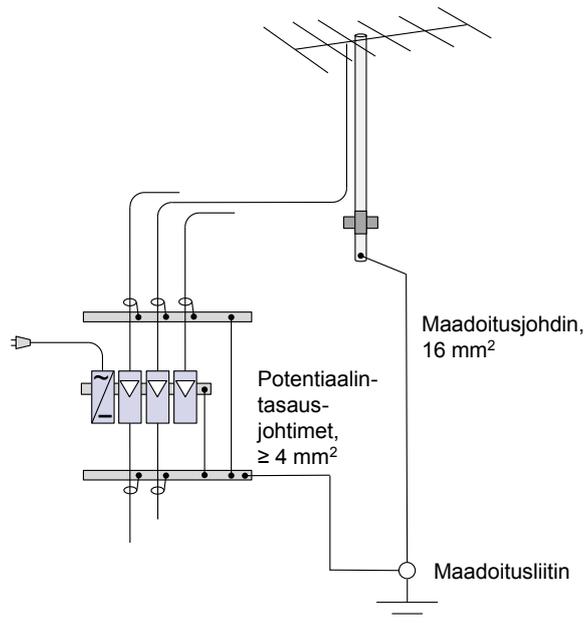
Kuva 3.9. Yhteisantennijärjestelmän maadoitus ja potentiaalintasaus, kun rakennuksessa on salamasuojajärjestelmä ja antennirakenne on kokonaan sen suoja-alueella. (Vertaa standardin SFS-EN 60728-11 (2010) kuvaan 11).



Kuva 3.10. Yhteisantennijärjestelmän maadoitus ja potentiaalintasaus, kun rakennuksessa on salamasuojajärjestelmä ja antennirakenne ulottuu sen suoja-alueen ulkopuolelle. (Vertaa standardin SFS-EN 60728-11 (2010) kuvaan 13).



Kuva 3.11. Yhteisantennijärjestelmän maadoitus ja potentiaalintasaus, kun rakennuksessa ei ole salamasuojausjärjestelmää. (Vertaa standardin SFS-EN 60728-11 (2010) kuvaan 14).



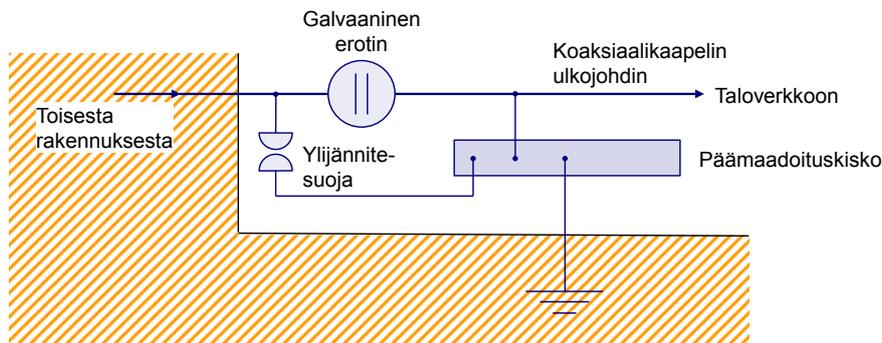
Kuva 3.12. ST-kortin 681.31 kuvan 6 mukainen yhteisantennijärjestelmän maadoitus ja potentiaalintasaus.

3.2.4 Rakennusten välinen kaapelointi

Yhteisantennijärjestelmän ulottuessa useampaan rakennukseen potentiaalintasaus tehdään jokaisessa rakennuksessa. Potentiaalintasaus saattaa aiheuttaa sen, että koaksiaalikaapelin ulkojohtimessa kulkee sähköverkon paluuvirtaa, joka voi aiheuttaa häiriöitä antennijärjestelmän signaaleihin. Ongelma on ratkaistavissa galvaanisella erottimella, joka estää 50 Hz virran koaksiaalikaapelin ulkojohtimessa. Tällöin kuitenkin myös alkuperäinen tavoite eli potentiaalintasaus estyy. Jos galvaanista erotinta käytetään, tasataan sen potentiaalit erottimen kummaltakin puolelta. Toisella puolella potentiaalintasaus kuitenkin tehdään ylijännitesuojan kautta, jotta molemminpuolinen potentiaa-

8.9.2014

lintaus ei oikosulkisi galvaanista erotusta. Ylijännitesuoja myös suojaa galvaanista erotinta ylijännitteiltä, koska se tasaa potentiaalilin ylijännitteen esiintyessä.



Kuva 3.13. Galvaaninen erotin ja ylijännitesuoja rakennusten välisessä kaapelissa. (Vertaa standardin SFS-EN 60728-11 (2010) kuvaan 6).

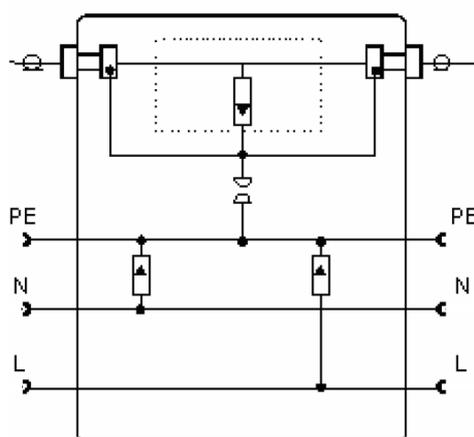
3.2.5 Ylijännitesuojaus

Yhteisantenniverkoissa ja -järjestelmissä ei yleensä tarvita eikä käytetä ylijännitesuojia. Poikkeuksena on kohdassa 3.2.4 kuvattu tilanne, jossa potentiaalintasaus halutaan toimivan vain ylijännitteillä.

Määräykseen 65/2013 M liittyvän MPS 65:n sivulla 39 on mm. seuraava suositus:

”Viestintävirasto suosittelee, että yhteisantenniverkkoon ja -järjestelmään, joka on liitetty kaapeliteleviiovastaanottoon, ei asenneta ylijännitesuojalaitteita. Tilanteessa, jossa....”

Tässä MPS:n tekstinkohdassa tarkoitettaneen kuvan 3.14 periaatteen mukaisia ylijännitesuojalaitteita, joissa on sekä sähköverkon että antenniverkon ylijännitesuojaus. Kyseinen teksti tulisi täsmentää tältä osin.



Kuva 3.14. Ylijännitesuojalaite, jossa on sekä sähköverkon että antenniverkon ylijännitesuojaus.

Katso myös: <http://www.mattikaki.fi/laitetestit/ylijannitesuoja.htm>

8.9.2014

3.2.6 Kaapeleiden ja liittimien sähkömagneettinen suojauskyky

Yhteisantennijärjestelmän koaksiaalikaapeleita koskevissa eurooppalaisissa standardeissa (EN 50117-sarja) kaapeleiden suojauskyky on luokiteltu eri luokkiin. Luokat ovat A++, A+, A, B ja C.

Kunkin luokan osalta on määritelty:

- kytkentäimpedanssin maksimiarvo taajuusalueella 5...30 MHz
- suojausvaimennuksen minimiarvo taajuusalueilla 30...1000 MHz, 1000...2000 MHz ja 2000...3000 MHz

Viestintäviraston määräyksessä 65/2013 M määritellään yhteisantennijärjestelmien koaksiaalikaapeleiden suojauskyvyn vähimmäisvaatimukseksi luokka A. Tämä tarkoittaa seuraavia vaatimuksia:

- kytkentäimpedanssi: $\leq 5 \text{ m}\Omega/\text{m}$ taajuusalueella 5...30 MHz
- suojausvaimennus: $\geq 85 \text{ dB}$ taajuusalueella 30 ...1000 MHz
 $\geq 75 \text{ dB}$ taajuusalueella 1000...2000 MHz
 $\geq 65 \text{ dB}$ taajuusalueella 2000...3000 MHz

Edellä mainitut vaatimukset edellyttävät kaapelirakennetta, jonka ulkojohtimessa on riittävästi metallia pientaajuusvaatimusten täyttymiseksi ja jonka ulkojohdin on riittävän tiivis suurtaajuusvaatimusten täyttymiseksi. Sellaiset kaapelit joiden ulkojohdin muodostuu hyvin harvasta (pieni määrä lankoja) palmikosta ja hyvin ohuesta foliosta, eivät täytä lähimainkaan yllä mainittuja standardin minimivaatimuksia. Valitettavasti sellaisia kaapeleita on kuitenkin markkinoilla. Suunnittelijan tulisikin spesifioida kaapelit riittävän tarkasti ja urakoitsijan tulisi varmistaa, että käytetyt kaapelit ovat standardin mukaisia ja täyttävät Viestintäviraston määräyksen 65/2013 M vaatimukset.

Vastaanottimen liitäntäjohtoon tulisi täyttää suojausluokan A vaatimukset. Liitäntäjohto on siirtoketjun viimeinen lenkki ennen vastaanotinta ja signaali on pienimillään ketjun tässä osassa. Tällöin häiriintymisriskikin on suurin. Moniin häiriöihin ja laatuongelmiin on syynä juuri heikkolaatuinen tai suorastaan kelvoton liitäntäjohto. Tällaisia on paljon markkinoilla. Siksi on tärkeää, että myös käyttäjälle kerrotaan asiasta ja annetaan suositukset käytettävästä liitäntäjohtosta.

Standardissa EN 50083-2 on passiivisille komponenteille (pois lukien kaapelit) määritelty kaksi suojauskykyluokkaa A ja B. Jotta liitin ei heikentäisi oleellisesti kaapeloinnin suojauskykyä, tulee sen suojausvaimennuksen olla mainitun standardin suojauskykyluokan A mukainen. Luokan A suojausvaimennusvaatimukset ovat seuraavat:

- $\geq 85 \text{ dB}$ taajuusalueella 5...300 MHz
- $\geq 80 \text{ dB}$ taajuusalueella 300...470 MHz
- $\geq 75 \text{ dB}$ taajuusalueella 470...1000 MHz
- $\geq 55 \text{ dB}$ taajuusalueella 950...3000 MHz (sovelletaan komponentteihin, joiden alaraja-taajuus on vähintään 950 MHz)

On syytä huomata, että yllä olevat suojausvaimennusarvot ja taajuusalueet poikkeavat jonkin verran kaapeleiden suojauskykyluokan A vastaavista arvoista ja taajuusalueista. Myös mittausmenetelmät ovat erilaiset.

4 Määräysten 43 ja 65 soveltamisalat

Yleinen viestintäverkko päättyy talokaapeliin päätteeseen talojakamossa. Kiinteistön sisäverkko alkaa puolestaan talojakamossa olevan runkokaapeloinnin (nousu- tai alue-

8.9.2014

kaapeloinnin) päätteestä. Se, kumpaan verkkoon kuuluvat päätteiden välinen ristikykentä ja palvelujen toteuttamiseen tarvittavat laitteet, lienee sopimuksenvaraista. Viestintävirasto antanee tästä asiasta jonkin tulkinnan määräyksen 65 uusimisen yhteydessä.

Määräysten 43 ja 65 soveltamisalojenkin luonnollinen rajapinta on siis talojakamossa. Yhteisiä asioita sähköisen suojauksen ja maadoituksen kannalta talojakamossa ja itse kiinteistössä ovat talojakamon potentiaalintasauskisko, kiinteistön maadoitusjärjestelmä (päämaadoituskisko ja maadoituselektrodi) ja itse asiassa koko sähkönjakelujärjestelmä.

Määräyksessä 65 esitetyt luvun 4 talojakamotilaa koskevat vaatimukset ovat tärkeitä myös esim. metalliosia sisältävän liityntäkaapelin maadoittamisen kannalta. Kuten kohdassa 2.5 on kuvattu, on valokaapelin metalliosien käsittelylle kuitenkin useita vaihtoehtoja, joista kaikki eivät edellytä nykyisin voimassa olevien vaatimusten mukaista talojakamoa ja rakennuksen sähkö- ja maadoitusjärjestelmää.

On vaikea vastata seuraavaan kysymykseen: Kumman kannalta kunnollinen maadoitusjärjestelmä on primäärinen? Yleisen viestintäverkon vai kiinteistön sisäverkon kannalta? Se on tärkeä molempien kannalta ja lisäksi yleensäkin koko sähköturvallisuuden kannalta kiinteistössä.

Ei varmasti ole haittaa, jos joitakin talojakamon vaatimuksia esitetään molemmissa määräyksissä 43 ja 65, kunhan ne ovat yhdenmukaiset.

Viestintäviraston on myös mahdollista ohjata toimintatapoja ja käytäntöjä tukeutumalla esimerkiksi standardin SFS 6000 korjaus-, muutos- ja laajennustöitä koskevan osan tekstiin: "Jos rakennuksella ei ennestään ole maadoituselektrodiä ja muutos- ja laajennustyön yhteydessä tehdään kaivutöitä, esim. liittymisjohto muutetaan maakaapeliksi, rakennukselle tehdään kohdan 411.4.2 mukainen maadoitus."

5 Lisätietoja

Henkilöt, joita tässä selvityksessä on haastateltu tai joilta on pyydetty s-postitse mielteitä:

Tapani Nurmi, SESKO
Esa Tiainen, STUL
Jaakko Annanpalo, eläkkeellä Soneralta
Seppo Rajamäki, Anvia Oyj
SESKOn komitea SK 99 Suurjänniteasennukset

- Tapani Nurmi, SESKO, siht.
- Jarmo Elovaara, Fingrid Oyj, pj.
- Rauno Hirvonen, ABB
- Rauno Järviluoma, Inspecta Tarkastus Oy
- Yrjö Ojala, Ojala Consulting
- Harri Westerlund, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
- Timo Ylinen, STUL

Mika Loukkalahti, Helen Sähköverkko Oy
Pertti Lindberg, Energiateollisuus ry
Esa Niemelä, Energiateollisuus ry
Keijo Välimaa, Fingrid Oyj
Otso Kuusisto, Otso Kuusisto Consulting
Juha Ristilä, Solvere
Pauli Suikkanen, Teleste Oyj

Heikki Marttila, He-Mar
Timo Väisälä, DEHN + SÖHNE GmbH + Co.KG

Yhteystiedot

PL 313

Itämerenkatu 3 A

00181 Helsinki

puh: 09 69 661

fax: 09 6966 410

www.viestintävirasto.fi