

Samuli Taimisto
OH 6 TY

RADIOAMATÖÖRIASEMAN UKKOSSUOJAUKSESTA

1. JOHDANTO

Radioamatööriaseman ukkossuojauksen merkitys on muodostunut entistä tärkeämmäksi tekijäksi, koska aseman laitteet ovat tätä nykyä puolijohdelaitteita jotka vaurioituvat helposti ylijännitteiden vaikutuksesta. Lisäksi laitteiden arvo on usein varsin suuri. Bandikeskusteluissa kuulee aina silloin tällöin kerrottavan ukkosen rikkomista laitteista ja suorista salamniskuista antenneihin. Toistaiseksi ei liene kuitenkaan sattunut vakavia henkilövahinkoja, vaikka "läheltä piti" -tapauksia on ollutkin.

Yhä useammalla asemalla on kymmeniä metrejä korkea masto, joka lisää asemalle osuvien suorien salamaniskujen todennäköisyyttä. Erään Saksassa tehdyn tutkimuksen mukaan salamaniskujen todennäköisyys kasvaa noin kymmenkertaiseksi antennin korkeuden kasvaessa kolminkertaiseksi. Asema korkeine mastoineen voi sijaita kesämökillä tai vastaavassa paikassa, jossa ei ole putkistoja tai muita maadoitettuja rakenteita muodostamassa potentiaalintasausta ja salamavirralla purkausreitillä samoin kuin normaalissa asuinrakennuksessa. Tällaisissa tapauksissa voivat ilman ukkossuojausta olevaan antennijärjestelmään osuneen salamaniskun seuraukset muodostua hyvinkin kohtalokkaiksi.

Tässä artikkelissa selostetaan aluksi ukonilman syntymisenteoriaa ja salaman vaikutuksia, sekä lopuksi esitetään menetelmiä radioamatööriaseman suojaamiseksi välillisten ja suorien salamaniskujen varalta. Suorien salamaniskujen vaikutuksilta ei voida suojautua täydellisesti, kirjoituksessa esitetyt menetelmät antavat kuitenkin suurella todennäköisyydellä hyvän suojan asemalla oleskeleville ihmisille, aseman laitteille, rakennukselle sekä rakennuksen sähkö- ja teleasennuksille.

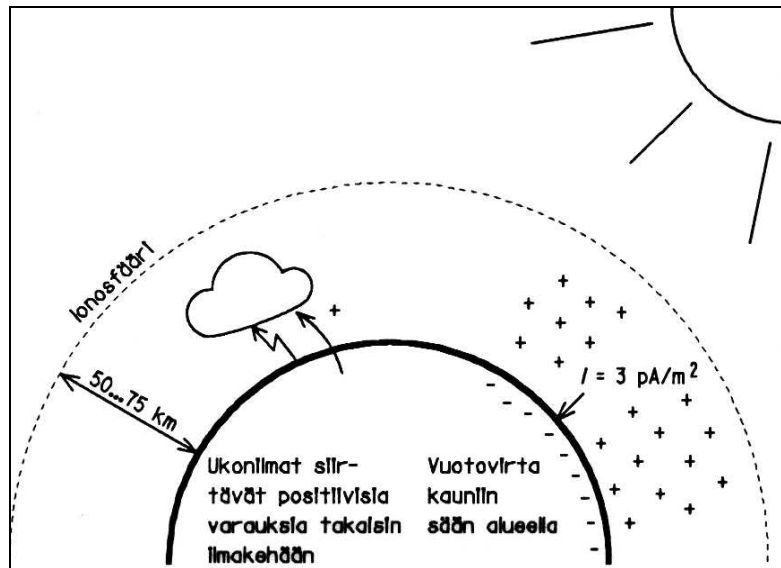
2. UKONILMAN SYNTYMINEN

Maapallolla ja sitä ympäröivällä ilmakehällä on jatkuvasti jokin varaus. Kauniillakin säällä maan pinnalla vaikuttaa heikko alaspäin suuntautunut sähkökenttä, jonka voimakkuus on 100...200 V/m. Maa on negatiivisesti varautunut, vastaava positiivinen varaus on jakautunut ilmakehään lähinnä sen alimpiin kerroksiin. Ilmakehässä vaikuttavan sähkökentän voimakkuus alenee etäisyyden maan pinnasta kasvaessa siten, että n. 50 km korkeudella alkavaan ionosfääriin tultaessa sähkökenttä katoaa. Voidaankin sanoa, että hyvin sähköä johtava ionosfääri ja itse maapallo toimivat valtavan pallokondensaattorin elektrodeina, joiden väliin jäävänä eristeenä toimii alempi ilmakehä, Maan pinnan ja ionosfäärin välinen potentiaaliero on keskimäärin n. 300 kV.

Ilmakehä ei ole täydellinen eriste. Tästä syystä ilmakehän läpi kulkee kauniillakin säällä tietty vuotovirta, jonka tiheys maan pinnalla on n. 3 pA/m². Tämä vastaa koko maapallon pinnan huomioonottaen n. 2 kA kokonaisvuotovirtaa. Vuotovirta pyrkii luonnollisesti neutraloimaan kauniin sään alueilla maan negatiivista varausta ja siten pienentämään ionosfäärin ja maan pinnan välistä potentiaaliero. Koska varaus ei kuitenkaan katoa, on oltava olemassa prosesseja, jotka ylläpitävät kauniin sään alueilla vaikuttavaa varaustilaa. Tärkein näistä prosesseista on ukkonen. Maapallon eri puolilla tapahtuvat salamapurkaukset siirtävät niin paljon positiivista varausta ilmakehään, että virtatasapaino koko maapallon kattavassa järjestelmässä säilyy. Energiansa tämä prosessi saa luonnollisesti Auringosta. Ukkospilven päällä tehdyt havainnot ovat osoittaneet, että yhden ukonilman salamapurkausten aiheuttama ekvivalenttinen jatkuva virta on n. 1 A. Tätä ja globaalista vuotovirtaa 2 kA hyväksikäyttäen voidaan päätellä, että maapallolla on toiminnassa jatkuvasti n. 2000 ukkosmyrskyä. Tämä päätelmä sopii hyvin yhteen meteorologisten tilastojen kanssa.

Ukkospilviä syntyy tavallisesti olosuhteissa, joille ovat tyypillisiä ilmassojen voimakkaat pystyvirtaukset, kosteus ja lämpötilan voimakas aleneminen korkeuden kasvaessa. Ns. lämpökokenen syntyy, kun auringon lämmittämä ilma nousee ylöspäin ja sen tilalle tunkeutuu ympäristös-

tä kylmempää ilmaa. Lämpöukkosille on ominaista, että ne esiintyvät lämpiminä vuodenaikoina päiväsaikaan. Ns. rintamaukkonen esiintyy voimakkaiden lämpötilaerojen muodostaman laajan rintaman yhteydessä. Kylmä ilma tunkeutuu tällöin lämpimän ja kostean ilmamassan alle. Rintamaukkonen voi syntyä minä vuorokauden- tai vuodenaikana tahansa.



Kuva 1.

Ukonilmat kompensoivat kauniin ilman alueella tapahtuvan positiivisten varausten siirtymisen ilmakehästä maahan

Salamapurkauksille voidaan esittää seuraavia tilastollisia ominaisuuksia:

- virran huippuarvo	30 kA (yli 50% tapauksista)
- virran nousunopeus	25 kA/μs
- purkauksen varaus	7,5 C

3. SALAMAN VAIKUTUKSET

Salaman aiheuttamat vahingot perustuvat sen lämpövaikutuksiin sekä mekaanisiin ja sähköisiin vaikutuksiin. Salamapurkaukset saattavat aiheuttaa ihmisille hengen- ja terveydenvaaraa, rikkoa rakenteita ja laitteita sekä aiheuttaa vaaraa kotieläimille.

3.1 Salaman lämpövaikutukset

Salaman purkauskanavan lämpötila on hyvin suuri (30 000°K). Vaikutusaika on puolestaan hyvin lyhyt, vain muutamia mikrosekunteja, mikä vähentää lämpövaikutuksen vaarallisuutta ympäristölle. Salama ei näin ollen välttämättä sytytä esim. rakennusta tuleen.

Ukkossuojauksen kannalta salaman keskeisiä lämpövaikutuksia ovat johtimien lämpötilan nousu sekä heikosti johtavaan tai eristävään materiaaliin kohdistuneen iskun vaikutukset.

Metallijohtimen lämpötilan nousun määrää salamavirran Joule-integraali:

$$\int i^2 dt$$

Esim. voimakkaassa salamapurkauksessa, jonka virran huippuarvo on 70 kA (tällaisen purkauksen ylittymistodennäköisyys on n. 5 %) 16 mm² kuparijohdin lämpiää vain 12 °C. Tämän perusteella voidaan päätellä, että varsin ohutkin johdin kestää suuria salamavirtoja. Sen sijaan jo pienehkökin kosketusresistanssi aiheuttaa liitoskohdissa kipinöintiä. Liitoskohdasta voi irrota sulia metallipisaroita, jotka voivat sytyttää tulipalon.

Huonosti johtavaan tai eristävään aineeseen kohdistunut salamanisku aiheuttaa kohteessa suuren lämpötilan nousun, sulattaa materiaalia jne. Materiaalin sisällä oleva kosteus tekee purkauksen erittäin tuhoisaksi. Vesi höyrystyy ja iskun kohteeksi joutunut esine pirstoutuu paineen vaikutuksesta. Suurin osa salaman aiheuttamista tulipaloista syttyy salamapurkauksen tapahtuessa eristävän tai huonosti johtavan aineen kautta.

3.2 Salaman mekaaniset vaikutukset

Salamapurkauksen mekaanisista vaikutuksista tutuin on jyrinä. Sähkölaitteiden kannalta on merkittävä rinnakkaisten johtimien välinen voimavaikutus, joka on suoraan verrannollinen rinnakkaisten, samansuuntaisten johtimien pituuteen ja kääntäen verrannollinen johtimien väliseen etäisyyteen. Tämän lisäksi voima on suoraan verrannollinen virran neliöön. Salamavirtatapauksissa johtimissa kulkevien virtojen suunta on sellainen, että ne pyrkivät painautumaan yhteen. On myös huomattava, että mutkan tekevä johdin pyrkii suoristumaan siinä kulkevan virran magneettikentän vaikutuksesta. Esimerkkeinä tästä ilmiöstä ovat tapaukset, joissa salamavirta on repinyt pinnalle asennettuja sähköjohtoja irti alustastaan.

3.3 Ukkosen aiheuttamat sähköiset vaikutukset

Ukkosen aiheuttamat sähköiset häiriö-, vaara ja vauriovaikutukset ovat moninaiset ja ne muodostavat radioamatööriaseman kannalta tärkeimmän vaikutusryhmän. Suoran salamaniskun iskukohteessa aiheuttaman jännitteen lisäksi voivat tulla kysymykseen kauempana sattuneen salamapurkauksen johdosta sähkö- ja magneettikentissä tapahtuvat äkilliset muutokset ja näiden muihin virtapiireihin, esim. antenneihin aiheuttamat jännitteet. Ylijännite voi tulla asemalle myös etäämmältä esim sähköverkon kautta. Äkillisten muutosten lisäksi myös hitaammilla prosesseilla on merkitystä. Esimerkiksi ukkospilven aiheuttaman sähkökentän voimakkuuden kohotessa riittävän suureksi syntyy koronapurkauksia (ns. Elmon tulia), joista aiheutuu radiohäiriöitä.

Salamavirran aiheuttamilla sähköisillä muutostiloilla on aaltoluonne. Tämä tarkoittaa mm. sitä, että salamavirran aiheuttama potentiaalinen nousu riippuu sekä salamavirran suuruudesta että johtimen aaltoimpedanssista. Aaltoimpedanssi poikkeaa tavanomaisista impedanssisuureista siinä, että sen arvo riippuu vain johtimen geometriasta ja sitä ympäröivästä eristeestä. Pituus ei aaltoimpedanssiin vaikuta. Aaltoimpedanssi on johdon rakenteelle ominainen vakio, mutta suurehkot mutkat ja jyrkät kulmat suurentavat sitä ko. kohdissa.

3.4 Ukkosylijännitteiden kytkeytymismekanismit

Ukkosylijännitteet voivat kytkeytyä sähkö- ja telejärjestelmiin eri tavoin, minkä perusteella ne voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- a) Suora salamanisku suoraan kohteeseen
(= suora galvaaninen kytkentä)
- b) Välillinen kytkentä
 - influenssi
 - induktio
 - maapotentiaalinen nousu (välillinen galvaaninen kytkentä)

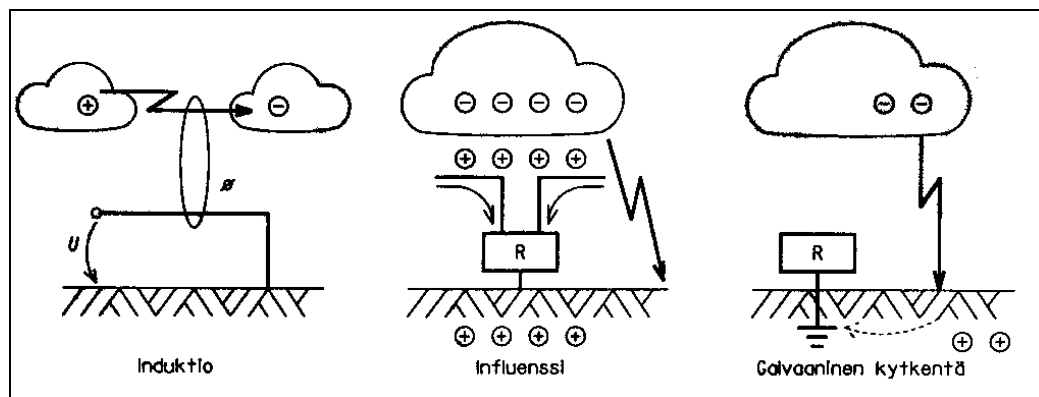
3.4.1 Suora salamanisku

Suoran salamaniskun aiheuttaman syöksyaallon rinta on tavallisesti hyvin jyrkkä, jopa I mikrosekunnin luokkaa. Virta ja samalla myös jännite voivat olla hyvin suuria, kohteen aaltoimpedanssista riippuen jopa megavoltteja. Suoran salamaniskun iskupaikan välittömässä läheisyydessä sen aiheuttamilta vaurioilta on vaikea täysin suojautua.

Salaman iskiessä suoraan antennimastoon pääosa syöksyvirrasta leviää maston juuresta maadoituselektrodien kautta ympäröivään maahan. Osa syöksyvirrasta tulee kuitenkin antennim. kaapeleita myöten laitetilaa. Jos rakennuksen sisällä olevat maadoitukset ja potentiaalintasaukset on tehty asianmukaisesti (tästä tarkemmin kohdassa 5.2), ei laitetilassa pääse syntymään vaarallisia potentiaalieroja.

3.4.2 Salamaniskujen välilliset vaikutukset

Ylivoimaisesti suurin osa salamaniskujen aiheuttamista ylijännitteistä siirtyy sähkö- ja telejärjestelmiin välillisen kytkennän kautta. Eri kytkentämekanismit on esitetty periaatteellisesti kuvassa 2. Täydellisemmät kytkentymismekanismit voidaan esittää sähkömagneettisen säteilyn teorian avulla [5].



Kuva 2.

Välillisten ukkosylijännitteiden kytkentymismekanismieja

Pilvien välisen purkauksen virta aiheuttaa ympärilleen magneettikentän, joka indusoi sen vaikutuspiirissä oleviin johtimiin pitkäaikaisen jännitteen. Jännite on suurimmillaan silloin, kun salamavirta on yhdensuuntainen johtimien kanssa. Käytännössä suurimmat indusoidut jännitteet aiheutuvat kuitenkin pilven ja maan välisistä purkauksista.

Influenssijännite syntyy, kun maassa olevat varaukset siirtyvät pilven ja maan välisessä sähkökentässä oleviin johtimiin, esimerkiksi lanka-antenniin. Salamapurkaus aiheuttaa kentän äkillisen pienentymisen, mikä puolestaan aiheuttaa johtimien varauksen purkautumisen ja jännitteen johtimien ja maan välille.

Galvaanisessa kytkennässä on kysymys kohteen lähistölle osuneesta salamaniskusta johtuvien maavirtojen aiheuttamasta jännitehäviöstä maaperässä. Salaman iskiessä maahan kentänvoimakkuus maassa nousee niin suureksi, että maa ionisoituu ja muuttuu johtavaksi. Jos tämä vyöhyke ulottuu esim. maassa olevaan kaapeliin saakka, suurin osa salamavirrasta voi purkautua kaapelin vaippaan. Kriittinen etäisyys, jolta ionisoitunut vana iskukohdasta kaapeliin voi syntyä on verrannollinen maan ominaisvastukseen ja salamavirran neliöjuureen. Jos esimerkiksi salamavirran huippuarvo on 100 kA ja maan ominaisvastus 2000 Ωm , on kriittinen etäisyys n. 20 m.

4. MAAN PINNALLA OLEVIEREN KOHTEIDEN ALTTIUS SALAMANISKUILLE

Pilven ja maan välinen salama iskee tavallisesti ukkospilven läheisyydessä sijaitseviin ympäristöään korkeammalle kohoaviin kohteisiin. Kohteena voi tulla kysymykseen korkea puu, erilaiset korkeat rakennukset ja mastot yms. Rakennuksiin osuneiden salamaniskujen perusteella on saatu karkea sääntö, jonka mukaan rakennuksen korkeuden kolminkertaistuksessa salamaniskun todennäköisyys kymmenkertastuu. Rakennuksen suojaaminen ukkosjohdolla tai maston maadoittaminen ei lisää näiden kohteiden alttiutta salamaniskuille.

Julkisuudessa on väitetty eräässä kansainvälisessä ukkoskonferenssissa esitettyyn raporttiin nojautuen, että korkea masto lisää alueelle osuvien salamaniskujen lukumäärää ja on näin ollen vaarallinen ympäristölleen. Tähän perustuen on Suomessakin ollut tapauksia, joissa naapurit ovat vaatineet radioamatööriä poistamaan mastonsa. Kyseinen raportti antaa virheellistä tietoa tai sitä on tulkittu väärin, koska masto ei lisää alueelle osuvien salamaniskujen määrää, se kylläkin "kerää talteen" läheisyyteensä osuneet iskut ja siten päinvastoin lisää ympäristönsä turvallisuutta.

5. RADIOAMATÖÖRIASEMAN UKKOSSUOJAUKSEN TOTEUTTAMINEN

Seuraavassa esitetyt ukkossuojauksen toteutusperiaatteet soveltuvat lähinnä omakoti- tai rivitalossa tahi kesämökillä sijaitsevalle asemalle. Niitä voidaan eräin kohdin soveltaa myös kerrostalo-olosuhteissa. Suojausperiaatteet on esitetty kaavion muodossa kuvassa 3.

Suojauksen mitoitus on tehty asemalle osuvia suoria salamaniskuja silmälläpitäen. Tällaiset ovat tosin harvinaisia, esim. kirjottajan asemalle, joka sijaitsee ukkosherkällä paikalla, on lähes 50-vuotisen radioamatööriuran aikana osunut kaksi suoraa salamaniskua. Suoriin salamaniskuihinkin kannattaa kuitenkin varautua ainakin jollakin tavoin, koska täysin ilman ukkossuojausta oleva asema muodostaa liian suuren riskin asemalla oleville ihmisille ja laitteille sekä myös rakennukselle, jossa asema sijaitsee.

5.1 Maadoitus

Tärkein keino ukkosen aiheuttamien vaaratilanteiden ja vaurioiden torjumiseksi on ukkosen vaikutukselle alttiiksi joutuvien laitteiden ja rakenteiden kunnollinen maadoittaminen. Maadoituksia tehdään muistakin syistä kuten:

- sähköturvallisuuden takia
- häiriöiden torjumiseksi
- radiotaajuuden maan aikaansaamiseksi erityisesti vertikaaliantennien yhteydessä

Maadoitusten erilaiset käyttötarkoitukset asettavat erilaisia, joskus jopa ristiriitaisia vaatimuksia maadoitusjärjestelmän ominaisuuksille. Sähköturvallisuus edellyttää maadoitukselta pientä resistanssia, riittävää termistä kestoisuutta sekä luotettavuutta. Ukkossuojaus, häiriöiden torjuminen sekä radiotaajuinen maadoittaminen edellyttävät maadoitukselta ennen kaikkea pientä aaltoimpedanssia. Edellisen perusteella voidaan päätellä, että radioaseman maadoituksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota mahdollisimman pienen aaltoimpedanssin saavuttamiseen. Käytännössä tämä voidaan toteuttaa muodostamalla maadoituselektrodi mahdollisimman monesta haarasta.

Maston maadoitus on kuvassa 3 tehty maston juurelta kolmeen suuntaan vietyjen vaakaelektrodien avulla, joiden tulee ulottua vähintään harusankkureille asti. Elektrodimateriaalina tulisi käyttää 16 mm² kuparia, hätätilassa käy ohuempikin, tosin mekaanisen luotettavuuden kustannuksella. On suositeltavaa yhdistää harusten alapää maadoituselektrodeihin. Yhdistäminen tulee tehdä korroosion estämiseksi maan pinnan yläpuolella. Samasta syystä kuparisen maadoituselektrodin ja teräksisen harusvajerin liittämiseen tulee käyttää ns. vaihtoliitintä. Mikäli

mastoa käytetään vertikaaliantennina, tarvitaan säteittäisiä maadoituselektrodeja (-radiaaleja) huomattavasti enemmän. Ne pienentävät edelleen maston maadoituksen aaltoimpedanssia ja siten parantavat maadoituksen ominaisuuksia myös ukkossuojauksen kannalta. Nämä lisäelektrodit voidaan tehdä huomattavastikin ohuemmasta materiaalista kuin kolme pääelektrodiä.

Maston perustuksen alle kannattaa laittaa perustuksen valuvaiheessa ns. J-elektrodi (ks. kuva 3), jonka tarkoituksena on ohjata salamavirran kulku perustuksen ohi. Voimajohtopylväiden perustuksia on todettu särkyneen virran kulkiessa betonisen perustuksen läpi ja höyrystäessä sen sisällä olevan kosteuden.

Sähköturvallisuusmääräysten mukaan jokaiselle sähköverkkoon liitettävälle rakennukselle on tehtävä maadoituselektrodi. Tämä ensisijaisesti sähköverkon maadoittamiseen tarkoitettu elektrodi voi toimia samalla osana ukkossuojauksen elektrodiä. Ukkossuojauksen kannalta paras elektrodirakenne on rakennuksen perustusta kiertävä rengaselektrodi. Muita elektrodivaihtoehtoja ovat rakennuksesta yhteen tai kahteen suuntaan lähtevät vaakaelektrodit,

Antennikaapeleita pitkin rakennukseen pyrkivän salamavirran pienentämiseksi maston maadoitus tulee yhdistää rakennuksen maadoituselektrodiin eristämättömällä johtimella, joka samalla toimii maadoituselektrodin osana. Antennikaapelit on erittäin suositeltavaa tuoda rakennukseen maston juurelta maan kautta, ja yhdistää niiden vaipat maston juurella maston maadoitukseen, koska tällä tavoin voidaan pienentää kaapeleiden kautta rakennukseen tulevaa virtaa.

5.2 Potentiaalintasaus

Käytännössä maadoitusimpedanssia ei voida ilman kohtuuttomia kustannuksia tehdä niin pieneksi, että se suorassa salamaniskussa estäisi iskukohteen potentiaalinosun huomattavan korkeaksi, jopa satoihin kilovolteihin. Tästä syystä pelkän maadoituksen avulla ei voida toteuttaa tehokasta ukkossuojausta, vaan maadoittamisen lisäksi on huolehdittava potentiaalintasauksesta, jolla tarkoitetaan rakennuksen kaikkien sähköä johtavien järjestelmien, kuten sähkö- ja televerkkojen sekä putkistojen, betoniraidoitusten ym. johtavien rakenteiden yhdistämistä sähköä johtavasti toisiinsa. Tähän potentiaalintasausjärjestelmään tulee yhdistää myös radioamatööriaseman laitteet ja antennien maadoitukset. Potentiaalintasauksen avulla voidaan tehokkaasti estää potentiaalierojen syntyminen rakennuksessa olevien erilaisten sähköä johtavien järjestelmien välille ja ennen kaikkea voidaan estää vaaralliset yli- ja läpilyönnit järjestelmästä toiseen. Järjestelmien väliset yli- ja läpilyönnit ovat tavallisin syy salaman sytyttämiin tulipaloihin.

Sähköturvallisuusmääräykset edellyttävät potentiaalintasauksen rakentamista uusiin ja saneerattaviin rakennuksiin. Tämä toteutetaan asentamalla rakennuksen pääsähkökeskuksen läheisyyteen ns. pääpotentiaalintasauskisko (päämaadoituskisko), johon yhdistetään sähköverkon suojamaadoitusjohdin, puhelin- ja mahdollisen kaapelitelevisiojärjestelmän maadoitukset, rakennuksen putkistot sekä maadoituselektrodi. Sähköturvallisuusmääräysten edellyttämät maadoitukset ja potentiaalintasaukset tehdään rakennuksen sähköasennusten yhteydessä urakointioikeudet omaavan asennusliikkeen toimesta.

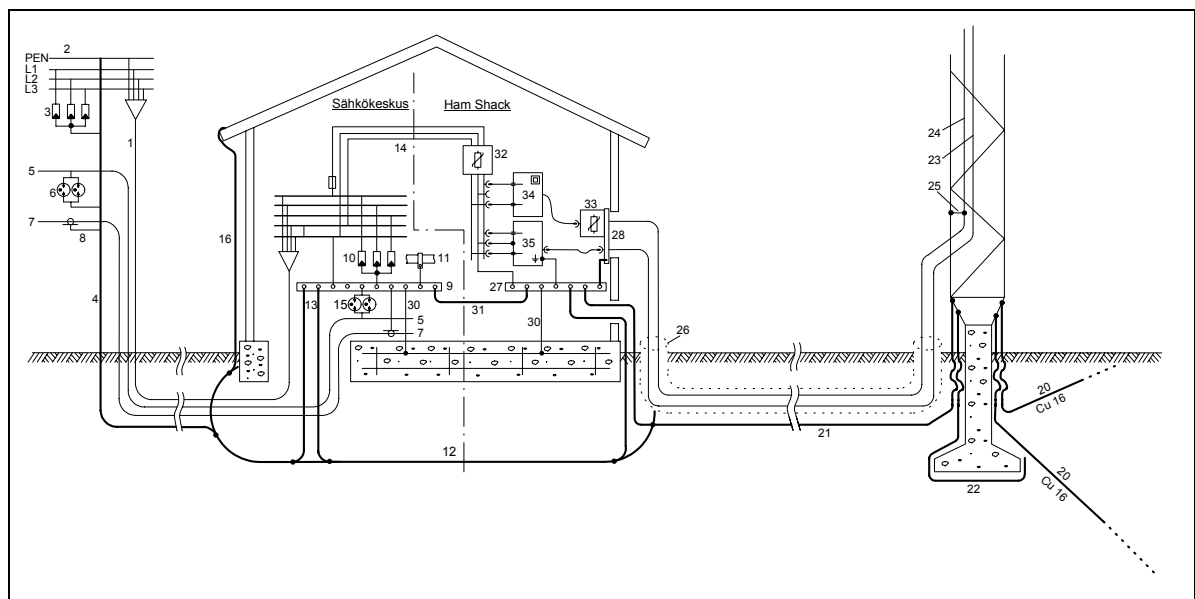
Radioamatööriasemalle, "Ham-Shack iin" on suositeltavaa asentaa oma potentiaalintasauskisko tai -liitin, joka yhdistetään rakennuksen päämaadoituskiskoon tai sen puuttuessa rakennuksen maadoituselektrodiin. Hyvän suurtaajuusmaadoituksen aikaansaamiseksi tämä lisäpotentiaalintasauskisko kannattaa yhdistää suorinta tietä, mieluiten kahdella johtimella suoraan rakennuksen maadoituselektrodiin. Maadoituksen suurtaajuusominaisuudet paranevat vielä, jos rakennuksen betoniraidoitus yhdistetään samaan kiskoon. Lisäpotentiaalintasauskiskoon yhdistetään aseman laitteet sekä sisään tulevien koaksiaalikaapeleiden vaipat. Koaksiaalikaapelit kannattaa varustaa väliliittimillä, jotka kiinnitetään kaapelien sisääntuontikohdassa olevaan metallilevyyn. Tämä levy puolestaan yhdistetään lisäpotentiaalintasauskiskoon. Erityistä huomiota tulee kiinnittää liitosten luotettavuuteen, koska ne suoran salamaniskun sattuessa joutuvat kestävästi koaksiaalikaapeleiden kautta tulevan osuuden salamavirrasta.

Antenninkääntäjän ohjauskaapelin jokainen johdin on suositeltavaa varustaa ylijännitesuojilla kaapelin molemmissa päissä itse kaapelin ja siihen liitettyjen laitteiden suojaamiseksi. Mikäli antenninkääntäjän käyttämä jännite on alle 60 V, kuten asia useimmiten on, voidaan suojina käyttää puhelinverkoissa käytettäviä nappimaisia kaasupurkaussuojia.

Suoran salamaniskun sattuessa koko rakennuksen ja siihen kuuluvien potentiaalintasaukseen yhdistettyjen järjestelmien potentiaali nousee jopa satoja kilovoltteja. Tällöin joutuvat rakennukseen kauempaa tulevat puhelin- ja sähköjohdot alltiiksi suurelle jänniterasitukselle. Yli- ja läpilyöntien estämiseksi rakennuksessa kannattaa sekä puhelin- että sähköjohdot varustaa sähkökeskuksen yhteyteen asennetuilla ylijännitesuojilla. Sähkö- ja televerkkojen välisten ylijännitteiden torjumiseksi kannattaa rakennukseen tuleva puhelinjohto tuoda sähkökeskustilan kautta ja asentaa siihen ylijännitesuojat, jotka maadoitetaan mahdollisimman lyhyellä johtimella päämaadoituskiskoon. Jos rakennuksessa on ISDN- tai DSL-liittymä, kannattaa pyytää teleoperaattoria asentamaan ylijännitesuojat sekä johtimien ja maan väliin että myös johdinparin yli. Tällä tavoin varmistetaan telepäätelaitteiden suojaus. Mikäli rakennus on liitetty kaapeli-TV-verkkoon, tulee koaksiaalikaapelin vaippa yhdistää päämaadoituskiskoon. Suoran salamaniskun sattuessa mastoon ylijännitesuojat joutuvat kovan virtarasituksen alaiseksi. Tästä syystä ylijännitesuojien purkauskäykyn tulee kiinnittää erityistä huomiota. 40 kA on sopiva mitoitus sähköverkon suojille.

Jos rakennuksen sähkö- ja teleliittymät tulevat ilmajohtoina, on suositeltavaa asentaa sekä sähkö- että televerkon ylijännitesuojat myös päätepylväälle. Nämä suojat toimivat ensimmäisenä suojavarustuksena sähkö- ja televerkoista päin rakennukseen pyrkiviä ylijännitteitä vastaan.

Koska "Ham-Shack'ssa" on paljon maadoitettuja laitteita, huone on varustettava suojakosketinpistorasioilla (SUKO). Asennustyö tulee jättää valtuutetun sähköliikkeen tehtäväksi.



Kuva 3

Pientalossa sijaitsevan radioamatööriaseman maadoitusten ja potentiaalintasauksen kaaviollinen esitys. Kuvan selitykset ovat seuraavalla sivulla

Selitykset kuvaan 3:

Rakennuksen normaalit sähkö- ja teleasennukset

- 1 Liittymisjohto
- 2 Avojohto tai riippukaapeli (AMKA)
- 3 Sähkönsyötön ylijännitesuojat päätepylväessä
- 4 Maadoitusjohdin
- 5 Puhelinjohto, esim. MU-kaapeli
- 6 Puhelinjohdon ylijännitesuojat
- 7 Kaapeli-TV:n (CATV) liittymisjohto
- 8 Antennikaapelin uikojohtimen maadoitus
- 9 Pääpotentiaalintasauskisko (päämaadoituskisko)
- 10 Sähkökeskuksessa sijaitsevat ylijännitesuojat
- 11 Yhdistys talon putkistoihin
- 12 Rengaselektrodi talon perustuksen ympärillä
- 13 Päämaadoituskiskon liitännä elektrodin (2 johdinta)
- 14 Oma ryhmäjohto Ham-shack'in laitteille (suositeltava)
- 15 Puhelinverkon ylijännitesuojat rakennuksen sisällä
- 16 Peltikaton yhdistys rengaselektrodiin (suositeltava)

Radioamatööriasemaan liittyvät asennukset

- 20 Maston maadoituselektrodi
- 21 Maston maadoituksen yhdistys rakennuksen maadoituselektrodin
- 22 Ns. J-elektrodi maston perustuksen alla
- 23 Koaksiaalikaapeli(t)
- 24 Antenninkääntäjän kaapeli
- 25 Koaksiaalikaapelien vaippojen yhdistys mastoon
- 26 Kaapelien suojaputki
- 27 Lisäpotentiaalintasauskisko
- 28 Antennikaapeleiden läpiviennitilevy
- 29 Maadoituskiskon liitännä rengaselektrodin
- 30 Liitännä talon betoniraudoitukseen (suos.)
- 31 Potentiaalintasauskiskojen yhdistys
- 32 Kojesuoja
- 33 Antenninkääntäjän suoja
- 34 Antenninkääntäjä
- 35 Radiolaitteet

5.3 Laitteiden suojaaminen

Edellä esitetyt suojaustoimenpiteet, maadoittaminen ja potentiaalintasaus suojaavat ihmisiä ja rakennuksia salamaniskujen vaikutuksilta sekä toimivat radioamatööriase-
man laitteiden eräänlaisena "karkeasuojana", joka estää suurten laitevaurioiden syntymi-
sen. Kuitenkaan esimerkiksi vastaanottimen herkkien etuasteiden vaurioitumista ne
eivät voi estää. Tämä johtuu siitä, että nykyaikaisiin vastaanottimiin ja transceivereihin
ei ole (ihme kyllä) rakennettu juuri minkäänlaista varsinaista ylijännitesuojausta etu-
asteiden puolijohteiden suojaksi. Myöskään lähettimen puolijohdepäätteet eivät
ole ylijännitteiltä turvassa, koska ylijännite voi aluksi rikkoa puolijohteilla toteutetun
vastaanotto/lähetyskytkimen, jolloin sillä on vapaa pääsy mennä tekemään tuhojaan itse
päätteesteessä.

Antenniliitännän lisäksi ylijännitteet voivat päästä laitteisiin myös sähköliitännän
kautta. Laitteiden vaurioitumisherkkyys riippuu virtalähdeosan toteutuksesta. Perin-
teiset, verkkomuuntajalla toteutetut laitteet kestävät varsin suuriakin ylijännitepiik-
kejä, hakkurivirtalähteet, joissa on puolijohteita kytkettynä verkkojännitteeseen saat-
tavat eräissä tapauksissa olla herkempiä vaurioitumaan ylijännitteiden vaikutuksesta.
Jos rakennuksen sähköliittymässä on tehokas, sinkkioksidisuojuilla toteutettu ylijänni-
tesuojaus, suojaa se yleensä tehokkaasti ainakin verkkomuuntajilla varustetut laitteet.
Laitesuojausta voidaan parantaa asentamalla Ham-Schack'in pistorasiaryhmän yhtey-
teen kjesuoja.

Ainoa varma keino laitteiden suojaamiseksi erityisesti asemalle sattuvan suoran sa-
lamaniskun varalta on laitteiden erottaminen ukonilman uhatessa sekä antennista että
sähköverkosta.

YHTEENVETO

Edellä esitetyt ukkossuojausmenetelmät saattavat tuntua aika hankalilta toteuttaa, jos
ne tehdään "viimeisen päälle". Näin voi ollakin, etenkin, jos on kysymyksessä vanha
rakennus, jossa ei ole mitään maadoituselektrodia ja potentiaalintasausta. Kuitenkin pi-
halla seisova kymmenien metrien korkuinen masto muodostaa sen verran suuren
riskin, että kannattaa joka tapauksessa toteuttaa minimisuojaus, johon sisältyy mas-
ton varustaminen kunnollisella maadoituselektrodilla, potentiaalintasauksen toteutta-
minen rakennuksessa sekä rakennuksen sisään tulevien koaksiaalikaapeleiden yhdis-
täminen tähän potentiaalintasaukseen.

Jos on kysymyksessä suunnitteilla tai rakenteilla oleva rakennus, on suojauksen to-
teuttaminen varsin helppoa, koska esim. kaivutöiden yhteydessä maadoituselektrodien
asentaminen käy helposti päinsä.

KIRJALLISUUTTA

- /1/ Suomen Standardoimisliitto: Rakennusten ukkossuojaus, Käsikirja 33, Helsinki 1980
- /2/ Wiesinger, J. ja Hasse, P.: Handbuch für Blitzschutz und Erdung, VDE-Verlag, Berlin 1977
- /3/ Neuhaus, H.: Blitzschutzanlagen, Erläuterungen zu DIN 57185/VDE 0185. VDE-Verlag, Berlin 1983

- /4/ Taimisto, S. : Ylijännitteiden syntymis- ja siirtymismekanismit. INSKOn julkaisu 223-85, luento I, Helsinki 1985
- /5/ Vaskelainen, L.: Ilmastollisten ylijännitteiden syntyminen ja kytkeytyminen televerkkoon. INSKOn julkaisu 20-80, luento IV. Helsinki 1980
- /6/ Taimisto, S.: Ehitiste madalpinge- ja sidevõrkude maandamine ohutuse ja häirekindluse seisukohalt. Magistritöö, Tallinna tehnikaülikool. Tallinn 1993. (Rakennusten pienjännite- ja televerkkojen maadoittaminen sähköturvallisuuden ja häiriösuojauksen kannalta. Licensiaattityö, Tallinnan teknillinen yliopisto. Tallinna 1993).