



RÄJÄHDETILOJEN UKKOSSUOJAUS





Räjähdetilojen ukkossuojaus

Turvatekniikan keskus (TUKES) valvoo räjähdetehtaita ja -varastoja. Tämä opas on tarkoitettu näiden kohderyhmien käyttöön. Oppaaseen on kerätty esimerkkiratkaisuja räjähdetilojen ukkossuojausten toteuttamiseksi. Lisäksi oppaassa on ohjeita potentiaalintasausten ja maadoitusten tekemiseksi.

Lisätietoja oppaasta antavat turvallisuusinsinööri Taimo Tihinen ja ylitarkastaja Tor Erik Ekberg. Heille voi antaa palautetta ja tehdä kehittämissuhteita.

Huhtikuu 2003

TURVATEKNIIKAN KESKUS



1. Taustaa ja määritelmiä
2. Tyypillisiä kohteita
 - 2.1 Sähköistetty varasto
 - 2.2 Sähköistämätön varasto
 - 2.3 Erikoisrakenteita
 - 2.3.1 Maapeitteiset varastosuojat
 - 2.3.2 Konttivarastosuojat
 - 2.3.3 Metallipäällysteiset räjähdetarastosuojat
3. Rakennukseen kiinnitetty ukkossuojaus
 - 3.1 Ukkosjohdon osat
 - 3.2 Kattojohtimet
 - 3.3 Alastulojohtimet
 - 3.4 Maadoituselektrodi
4. Ulkopuolinen ukkossuojaus
5. Potentiaalintasaus ja maadoitus
6. Ukkosjohtimien rakenneseien vaatimukset
7. Sähkömääräyksistä
8. Tarkastukset

1. Taustaa ja määritelmiä

Räjähdetilojen ukkossuojauksesta on määrätty kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä räjähdystarvikkeista. ¹⁾ Siinä edellytetään ukkossuojausta seuraaville kohteille:

- pysyville varastosuojille, joissa on yli 500 kg vaarallisuusluokkien 1.1 – 1.3 räjähteitä ja

- räjähdetehtaiden rakennuksille, joissa on vähintään 50 kg räjähteitä

Ukkossuojauksen rakentamistavasta on kerrottu tarkemmin SFS-käsikirjassa 33 ”Rakennusten ukkossuojaus”. Ukkossuojausohjeita on annettu yleisellä tasolla myös SFS-käsikirjassa 118 ”Potentiaalintasaus ja maadoitus”.

Tähän oppaaseen on koottu keskeisiä asioita ukkossuojauksesta, mutta esimerkiksi sähköturvallisuusasioita ei ole esitelty yksityiskohtaisesti. Räjähdetarastolla tarkoitetaan koko varastoaluetta varastosuojineen ja varastosuojalla tarkoitetaan rakennusta.

Rakennuksen suojaaminen suorilta salamankuilta perustuu salaman ”sieppaamiseen” salaman vaikutukset kestäviin vastaanottorakenteisiin ennen rakennukseen osumista ja virran johtamiseen alastulojohtimia myöten maadoituselektrodiin kautta maahan.

Vastaanottorakenteena voi toimia esimerkiksi katon metallikate, rakennuksen yläpuolelle kohoava antennimasto tai erityiset kattojohtimet. Kattojohtimien, alastulojohtimien ja maadoituselektrodin muodostama kokonaisuus kutsutaan ukkosjohdoksi.

Alastulojohtimet johtavat salamavirran kattojohtimista ja jakavat sen tasaisesti maadoitukseen. Ne toimivat joskus myös salaman vangitsijoina.

¹⁾ Ktm:n päätös (130/1980, 438/1982) 78 §

2. Tyypillisiä kohteita

Seuraavassa on tarkasteltu muutamia ukkossuojauksen tasoon vaikuttavia tekijöitä.

2.1 Sähköistetty varasto

Sähköistetty räjähdetarastosuoja suositellaan varustettavaksi salamaniskuja vastaan kaksinker- taisella ukkossuojauksella: rakennukseen kiinnite- tyllä ukkosjohdolla ja ulkopuolisella rakennukses- ta irti olevalla suojarakennelmalla. Jälkimmäisen tarkoitus on johtaa kaikkein suurivirtaisimmat salamamat maahan riittävän etäällä rakennuksesta.

Rakennukseen kiinnitetyn ukkosjohdon voi korvata rakennuksen huolellisesti potentiaalintasattu peltikatto, jonka paksuus on yli 0,6 mm ja joka yhdistetään jokaisesta kulgastaan maadoitus- elektrodiin.

Murtohälyttimillä varustettua varastoa ja varas- toa, johon otetaan akusta virtaa, ei pidetä sähköistettynä, ellei niihin muutoin tuoda sähköä jakeluverkosta.

2.2 Sähköistämätön varasto

Sähköistämättömällä räjähdetarastolla riittää yksinkertainen ukkossuojaus.

Sähköistämättömän räjähdetaraston ukkossuo- jaukseksi riittää joko tanko, tangot, rakennukseen kiinnitetty ukkosjohto tai vähintään 0,6 mm paksu kattopellitys, joka on luotettavasti potentiaalint- asattu ja joka on jokaisesta kulgastaan liitetty maadoituselektrodiin.

2.3 Erikoisrakenteita

2.3.1 Maapeitteiset varastosuojat

Varastosuojat, joissa on vähintään 0,6 metriä paksu maapeite, eivät tarvitse ukkossuojausta. Tuuletusputket voivat silti johtaa maakerroksen läpi.

Em. koskee myös kalliovarastosuojia.

2.3.2 Konttivarastosuojat

Konttivarastosuojat eivät normaalisti edellytä uk- kossuojausta.

2.3.3 Metallipäälysteiset räjähdetarastosuojat

Metallipäälysteisellä räjähdetarastosuojalla tar- koitetaan varastosuojaa, jonka katto ja seinät ovat metallipäälysteisiä (metallin ainevahvuus vähintään 0,6 mm) ja jonka erilliset metalliosat ovat luotettavasti yhteydessä toisiinsa.

Metallipäälysteiset räjähdetarastosuojat va- rustetaan joko kattojohtimella tai ulkopuolisella ukkossuojauksella. Jos metallipeitteen paksuus katossa on vähintään 0,6 mm, riittää ukkossuo- jauksena katon huolellinen potentiaalintasaus ja yhdistäminen maadoituselektrodiin.

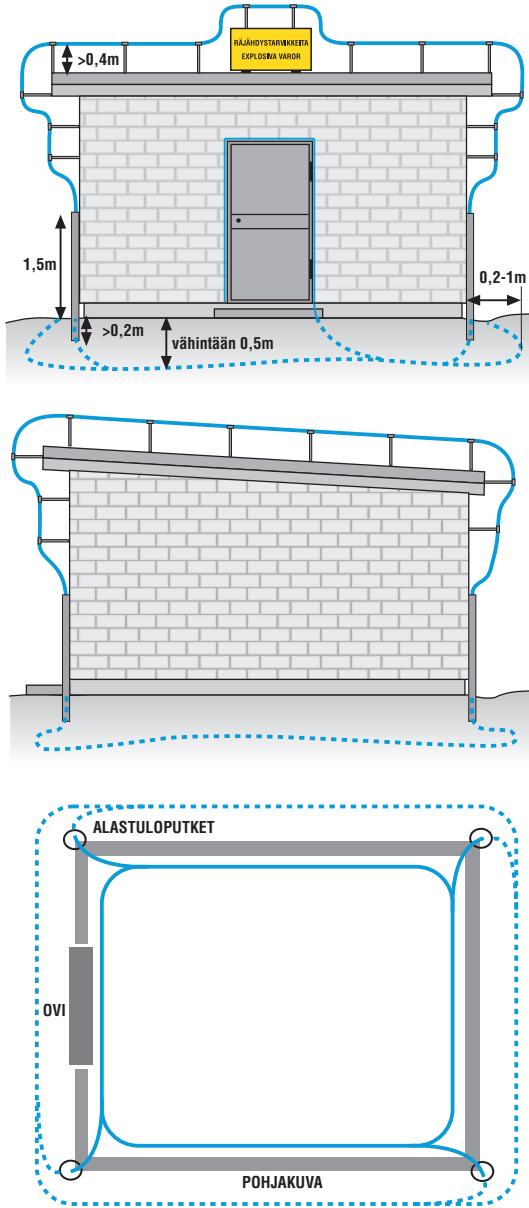
Kattopeltien ruuvikiinnityksen lisäksi on kohdissa 2.1, 2.2 ja 2.3.3 varmistettava erillisellä rakenteel- la, että räjähdetarastorakenteen on luotetta- vasti yhteydessä maadoituselektrodiin. Tämä voidaan tehdä esim. vetämällä kattopeltien alle, pelteihin nähden poikittaiseen suuntaan (pää- dystä päätyyn) kulkeva metalliliuska, joka kiin- nitetään ruuveilla kattopeltiin. Myös metalliliuska yhdistetään maadoituselektrodiin.



3. Rakennukseen kiinnitetty ukkossuojaus

3.1 Ukkosjohdon osat

Kuva 1. Ukkosjohdon muodostavat kattojohtimet, alastulojohtimet ja maadoituselektrodi.



Maadoituselektrodin tehtävänä on johtaa alastulojohtimia pitkin tuleva virta maahan, estää vaarallisten jännitteiden synty sekä estää ihmiselle, laitteille ja ympäristölle vaarallisten potentiaalierojen synty.

3.2 Kattojohtimet

Kattojohtimen on oltava vähintään 0,4 m korkeudella katosta. Sen on kierrettävä rakennuksen ulkoreunoja. Tarvittaessa on lisättävä poikittaisjohtoja siten, että mikään kohta katosta ei ole yli 5 m etäisyydellä johtimesta. Tukien on oltava eristävä ainetta, esim. puuta. Jos kyseessä on harjakatto, on yhden kattojohdon kuljettava harjaa pitkin. Mikäli katolla on rakennelmia, jotka nousevat yli johtimen korkeuden, on myös ne varustettava salaman sieppaavalla vastaanottorakenteella, kuten kattojohtimella tai sieppaustangolla. Kuvassa on sijoitettu katolle kilpi "RÄJÄHDYSTARVIKKEITA - EXPLOSIVA VAROR", jonka voi sijoittaa muuallekin näkyvälle paikalle, esim. aitauksen oveen tai sen läheisyyteen.

Kattojohtimissa kuten muissakin ukkosjohdon osissa on vältettävä jyrkkiä mutkia.

3.3 Alastulojohtimet

Alastulojohtimien on oltava mahdollisimman tasavälein ja symmetrisesti rakennuksen eri puolilla. Kaikki alastulojohtimet on yhdistettävä suoraan maadoituselektrodiin.

Alastulojohtimet asennetaan yleensä rakennuksen kulmiin. Jos mahdollista, jatketaan kattojohtimia alastulojohtimina suoraan ilman liitoksia.

Alastulojohtimet voidaan kiinnittää joko seinäpintaan kiinni tai samaan tapaan kuin kattojohtimetkin seinästä irralleen. Kiinnityksen on oltava mekaanisesti luja ja korroosionkestävä. On suositeltavaa, että kiinnitysväli ei ole 1 m pitempi.

Alastulojohdin on hyvä suojata maanrajasta alaspäin vähintään 0,2 m ja ylöspäin vähintään 1,5 m korkeudelle mekaanisella suojalla, esimerkiksi muototeräksellä, metalliputkella tai muulla samanarvoisella tavalla. Maahan jäävä osa johtimesta on jätettävä löysäksi roudan aiheuttaman liikkumisen vuoksi.

3.4 Maadoituselektrodi

Sähköistämättömän varistorakennuksen maadoituselektrodirengas kaivetaan routarajan alapuolelle, kuitenkin vähintään 0,5 m:n syvyyteen, 0,2 – 1 m:n etäisyydelle rakennuksesta. Rengaselektrodi on tehtävä yhtenäisestä johdosta. Alastulojohtimien lisäksi elektrodiin on syytä yhdistää myös varaston pellitetty ovi. Liitokset on mieluiten tehtävä hitsaamalla. Mikäli renkaan

asentaminen ei ole mahdollista (kallio), on käytettävä säteismaadoitusta. Siinä upotetaan eri suuntiin oleviin kallionhalkeamiin 4 kpl n. 20 m pitkiä johtimia. Johtimet peitetään esim. betonilla. Maanalaisia liitoksia on vältettävä.

Sähköistetyin varaston maadoituselektrodiksi käy myös edellä kuvattu rakenne. Jos maadoituselektrodia käytetään käyttömaadoituksen osana, tulee sen täyttää myös käyttömaadoituksia koskevat vaatimukset.

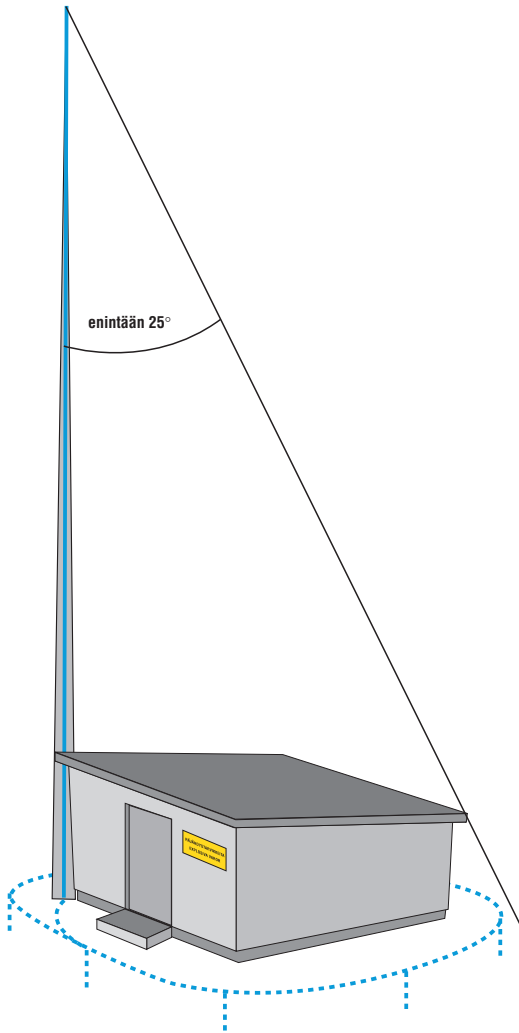
Maadoitusresistanssille ei voida asettaa ehdottomia rajoja. Tärkeintä on, että suojauksen johtavuus on olennaisesti parempi kuin ympäristössä olevien osien. Maadoituselektrodia suunniteltaessa voidaan käyttää apuna esim. taulukkoa 1.

Taulukko 1. Eri irtomaalajien ominaisresistanssi Suomessa.

Maaperän laatu	Keskimäärin Ωm	Vaihtelurajat Ωm
Savi	40	25-70
Saven sekainen hiekka	100	40-300
Lieju, turve, multamaa	150	50-250
Hiekka, hieta	2000	1000-3000
Moreenisora (lajittumatonta ja kivet teräviä)	3000	1000-10000
Harjusora (lajittunutta ja kivet pyöreitä)	15000	3000-30000



4. Ulkopuolinen ukkos- suojaus

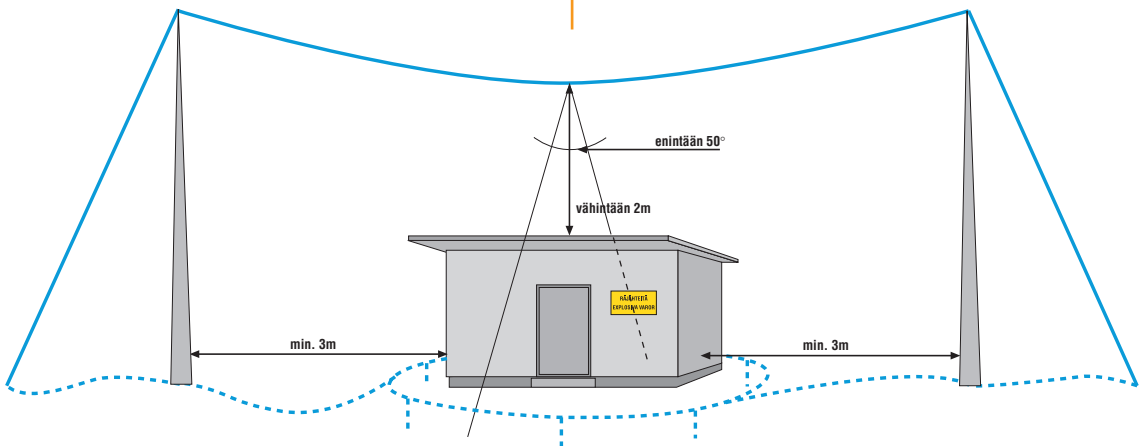


Tankojen korkeus, sijainti ja määrä on valittava siten, että varastosuoja on kokonaisuudessaan niiden suoja-alueella.

Tankojen etäisyyden rakennuksesta on oltava vähintään kolme metriä. Jos rakennuksessa on suojavallitus, voidaan tangot pystyttää vallille. Tankojen sijasta voidaan käyttää myös puita, mikäli ne ovat sopivissa kohdissa ja ne varustetaan ukkosjohdoilla. Palovaaran ja salamankaaran (sivuisku puusta rakennukseen) vuoksi tulee puiden kuitenkin olla riittävän kaukana. Oksien ja pintajuurien etäisyyden rakennuksesta tulee olla vähintään kaksi metriä. Tankojen ja johtimien suojauskulman ylärajana voidaan pitää 25° , ts. suojattava kohde ei saa vaakatasossa ulottua yli 25° sivusuuntaan tankojen huipusta tai johtimista.

Tangot yhdistetään toisiinsa maadoituselektrodilla. Mikäli maaperä on huonosti sähköä johtavaa (esim. moreenia tai kalliota) tai hankalaa kaivaa (kallio) voidaan käyttää säteismaadoitusta (katso kohta 3.4). Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös syvämaadoitusta, jossa elektrodin kärki kappale viedään pohjaveteen saakka.

Ulkopuolinen ukkossuojaus yhdistetään maadoituselektrodiin ainakin kahdesta kohdasta.



Kuva 2. Räjähdevarastojen ulkopuolinen ukkossuojaus voidaan tehdä tankojen ja tankoihin kiinnitettyjen johtimien tai verkkojen avulla.

5. Potentiaalintasaus ja maadoitus

Potentiaalintasauksen perusvaatimuksena salamaniskun aiheuttamien jännite-erojen estämiseksi riittää varastossa suurimpien metallirakenteiden (esim. varastosuojan ympärillä oleva aitaus, varastosuojan mahdollinen metallinen ovi, seinät ja katto) yhdistäminen ukkosjohtoon. Sähköistetyssä varastossa potentiaalintasaukseen on kiinnitettävä enemmän huomiota.

Rakennuksen sisällä kulkevien sähköjohtojen ja ulkopuolella kulkevien ukkosjohdon johtimien läheisyyttä tulee välttää. Katto- ja alastulojohtimien etäisyyden sähköjohdoista on suositeltavaa olla vähintään yksi metri.

6. Ukkosjohtimien rakenneosien vaatimukset

Ukkosjohdon johtimien materiaalit ja mitoitus voidaan valita taulukon 2 mukaisista vaihtoehdoista. Kattojohtimiin mahdollisesti liitettävien sieppauskantojen on oltava lisäksi riittävän vahvoja mekaanisesti.

Taulukko 2. Ukkosjohdon johtimien vähimmäismitat.

Materiaali	Johtimien poikkipinta mm ²	Pienen ainepaksuus mm
Kupari	35	1
Teräs	50	2

Teräksen on oltava tehokkaasti ruostesuojattua: sinkityksen vahvuuden on oltava vähintään 60 mikrom.

Ukkosjohtoa tehtäessä on sähkökemiallisen korroosion vuoksi pyrittävä välttämään eri metalleista tehtäviä osia. Liitoskohtien vähentämiseksi on perusteltua käyttää samaa johdinpoikkipintaa ja -materiaalia katto- ja alastulojohtimissa sekä maadoituselektrodissa.



7. Sähkömääräyksistä

Osa räjähdetiloista on sähköistettyjä ja niissä tulee ottaa huomioon myös sähkömääräykset. Sähkölaitteistojen rakentamisessa tulee noudattaa kauppaja- ja teollisuusministeriön sähkölaitteistojen turvallisuudesta antamaa päätöstä 1193/1999. Päätöksessä esitettyjen olennaisten turvallisuusvaatimusten katsotaan täyttyvän, jos sovelletaan tiettyjä turvallisuusstandardeja tai julkaisuja. Turvatekniikan keskus on vahvistanut tällaisten standardien ja julkaisujen luettelon TUKES-ohjeella S10 ”Sähkölaitteistojen turvallisuutta ja sähkötyöturvallisuutta koskevat standardit”. Ohje löytyy muun muassa TUKESin Internet-sivuilta osoitteesta www.tukes.fi.

Suosittelavaa on rakentaa koko varastoalueen sähkönsyöttö maakaapelein. Mikäli tämä ei ole mahdollista, tulisi sähköistetyn varaston sähkönsyöttö tehdä maakaapelilla vähintään viimeiset 50 m, jolloin ilmajohdon päätepylväs sijoitetaan paikkaan, missä maadoitusolosuhteet ovat mahdollisimman hyvät. Pienjännitesyöttö on suojattava ukkosyliännitteeltä. Ohjeita yliännitesuojauksesta on muun muassa standardisarjan SFS 6000 jaksossa 44 ”Yliännitesuojaus”.

Varastoon asennetaan maadoituskisko sähkökeskuksen välittömään läheisyyteen. Siihen liitetään rakennuksen maadoituselektrodi kahdella johtimella (esim. rakennuksen kiertävän johdinrenkaan päät). Rakennuksen sisällä mahdollisesti olevat suuret metallirakenteet yhdistetään myös maadoituskiskoon. Kaikki liitokset on tehtävä erityisen huolellisesti. Räjähdysvaarallisten tilojen potentiaalintasauksesta ja maadoituksista on tarkempia ohjeita mm. SFS-käsikirjassa 140.

Rakennukseen tulevien puhelin- ja hälytysjohtimien metalliset suojavaipat sekä yliännitesuojat yhdistetään maadoituskiskoon.

Räjähdetilat suositellaan varustettaviksi vikavirta-
valvontajärjestelmällä (SFS-käsikirja 140).



8. Tarkastukset

KTM:n päätöksen (130/1980) 78 §:n mukaan on ukkossuojauksen toimintakunto tarkastettava vähintään kerran vuodessa. Tarkastuksista samoin kuin ukkossuojauksen rakenteesta on oltava asiakirjat ja tarkastusmuistiinpanot. Tarkastukset ja mittaukset tehdään perusteellisesti erityisesti liitosten kohdalla, koska ne todennäköisesti ruosteen tai hapettumisen johdosta menettävät ensin johtokykynsä. Liitosten ja muunkin ukkossuojauksen kunto on havaittavissa yleensä jo silmämääräisellä tarkastuksella. Vuosittain olisi hyvä varmistaa liitosten johtokyky myös mittauksin.

Ylimenovastukset mitataan rakentamisen yhteydessä ja ne tulee mitata myöhemminkin pistokein vähintään viiden vuoden välein. Mittauksilla varmistetaan, että maadoitus on kunnossa.

Liitosten ylimenovastukset saavat olla korkeintaan ohmin kymmenesosia. Samalla tavalla mitattujen vastusarvojen muuttumista seuraamalla voidaan saada käsitys suojauksen kunnan muuttumisesta.

Kirjallisuus:

Rakennusten ukkossuojaus, SFS-käsikirja 33, Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y. 1. painos 1983.

Räjähdyksivaarallisten tilojen sähköasennukset, SFS-käsikirja 140, Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y. 2. painos 2001.

Räjähdyksivaarallisten tilojen sähköasennukset. Tarkastus- ja huolto-ohjeet, SFS-käsikirja 130, Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y. 1. painos 1994.

Palavat nesteet ja kaasut. Potentiaalintasaus ja maadoitus, SFS-käsikirja 118, Suomen Standardisoimisliitto SFS r.y. 1. painos 1990.

Leivo P., Maamme maaperä maadoitusten rakentamisen kannalta. Sähkö 55 (1982) 1, s. 60-63





TUKES
TURVATEKNIKAN KESKUS

PL 123 (Lönrotinkatu 37)
00181 HELSINKI
puhelin (09) 616 71, faksi (09) 759 1596
www.tukes.fi