

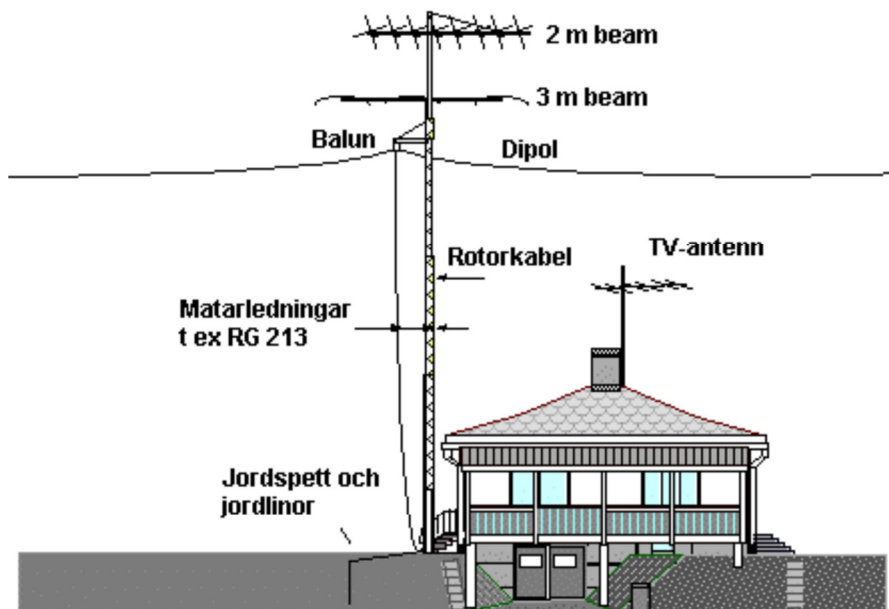
Att skydda sin amatörradiostation mot blixten

Inledning

Författare: Rolf och Bengt Höberg

De radioutrustningar som användes av sändaramatörer på 60-talet och tidigare var ofta hembyggda och rörbestyckade. Komponenterna som användes var tåliga mot överspänningar och gick de sönder, var det i regel inga stora kostnader för att få tag på nya komponenter. Reparationerna kunde oftast göras av sändaramatören själv. Å andra sidan kom ofta elmatning och tele in via luftledningar (landsbygden), vilket kunde hjälpa till att leda in åsköverspänningar till husen och därmed till radiostationerna.

De utrustningar som används av sändaramatörerna i dag är synnerligen sofistikerade, ofta mikroprocessorbaserade, och med en komponenttäthet som många amatörer knappt vågar titta på, än mindre stoppa in lödkolven i. Även om mycket har gjorts av tillverkarna vad gäller skydd mot atmosfäriska överspänningar blir reparationskostnaderna, vid t ex ett slutstegshaveri, synnerligen kostbara och relativt få amatörer har kunskap eller utrustning för att göra jobbet själva. Det finns alltså goda skäl för att försöka skydda sin utrustning (och kanske även livhanken) mot blixten.



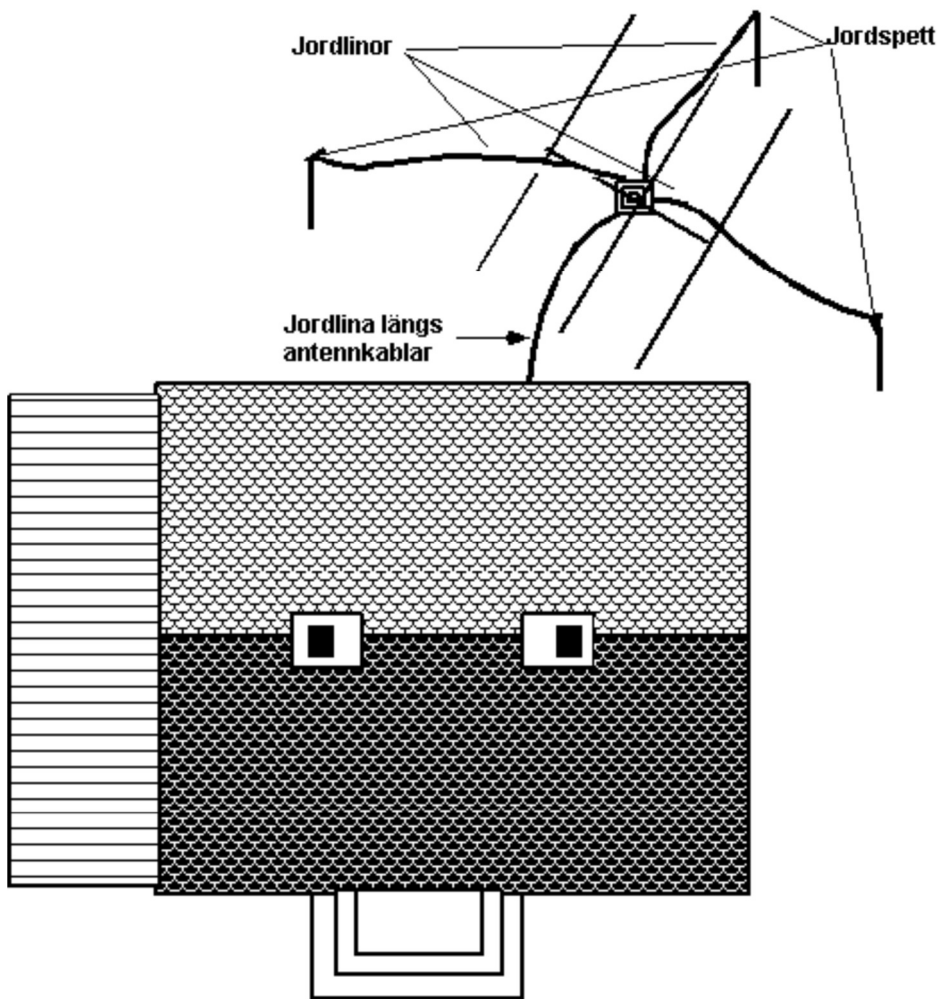
Bakgrund

Om vi med direktträff av blixten menar att blixtkanalen skall direkt träffa din antenn eller byggnaden där din utrustning finns så är sannolikheten för detta liten. Man brukar räkna med att statistiskt sett så sker ett direktnedslag ca 0,2 - 0,3 gånger per km² och år vilket för "medelradioamatören" innebär ett direkt blixtnedslag mindre än en gång vart hundra år. Betydligt mera sannolikt är att blixstens verkningar når din anläggning via de ledningar som försörjer ditt hus med el eller tele endera genom att dessa ledningar fungerar som antenner och plockar upp en kraftig störimpuls genom induktion eller genom att ledningarna själva träffas av blixten. Även i dina antenner kan givetvis kraftiga störningar induceras. De är ju avsedda att plocka upp radiosignaler och blixstens frekvensspektrum sträcker sig från kHz upp till över 10 GHz med ett maximum vid ca 10 MHz. Faktum är att den radiosignal som sänds ut när blixten går från moln till mark används för att pejla blixstens nedslagspunkt med hjälp av minst två mätstationer och att signalen från en kraftig blixurladdning kan vara så kraftig att samtliga pejlstationer i Sverige registrerar mätbara signaler från en och samma blix. Dessa blixtpojlar använder sig i första hand av frekvensområdet upp till ca 0,5 MHz. De strömmar som kan förekomma varierar från ca 1 kA till flera hundra kA. Med ca 100 MV spänning i molnet och något hundratal kA ström i blixtkanalen kan man förstå att den "sändareffekten" räcker för att nå rätt långt.

Grundregler för åskskydd

1. Placering av antenner

Placera om möjligt antennerna i en fristående mast. Detta förenklar skyddet av ditt hus som i annat fall måste skyddas av en byggnadsåskledare, utförd t ex enligt IEC 1024-1 (1990) eller enligt den svenska åskskyddsstandarden SS 487 01 10 från 1978. Båda dessa standarder kan beställas från SIS i Stockholm, telefon 08-6103060. Om man nöjer sig med att skydda mot inducerade effekter (ej direktinslag) kan ett enklare skydd anordnas, se nedan. Observera att skyddsåtgärderna enligt dessa standarder syftar till att förhindra personskada och brand men inte garanterar att utrustningen överlever ett blixtnedslag.



2. Placering av din station

Din station kan lättast skyddas mot blixtns verkningar om den ligger lågt i byggnaden och därigenom ligger nära jordtaget. Källaren eller bottenvåningen nära inkommande el är alltså bäst. Det blir något svårare att skydda stationen effektivt ju högre upp i byggnaden (och därigenom längre från huvudelcentralen) stationen är installerad. I princip beror detta på att man vill göra spänningsutjämning mot inkommande nolla i huvudelcentralen. Sitter antennen mastmonterad på taket fordras dessutom alltid normalt byggnadsåskskydd enligt ovanstående normer om man vill skydda byggnaden vid direkta blixtnedslag.

3. Avled blixtrömmen till jord nära det träffade objektet

För att minska skadorna vid blixtnedslag i en antenn oavsett om den sitter monterad i separat mast eller på en byggnad så gäller samma grundregel: Avled så stor del av blixtrömmen som möjligt nära inslagspunkten! Sitter antennen monterad på en fristående metallmast kan en stor del av strömmen avledas genom att ansluta

jordlinor, 25 mm² 7-trådiga glödgade kopparlinor, till masten ungefär i marknivå. Linorna dras ut från masten i olika riktningar och avslutas med vertikala jordspett till 2-4 meters djup eller helst mera. Om antennen sitter monterad direkt på en villa eller ett hyreshus bör byggnaden förses med normalt åskskydd enligt tidigare nämnda standarder vilket innebär att jordningen normalt utgörs av en lina ca 0,5 meter ner i marken runt byggnaden, en s k ringlina, någon meter ut från husgrunden. Antennen ansluts till denna ringlina via de normala nedledare som åskskyddsanläggningen har. Principen är även här att sprida strömmen i olika riktningar, vilket minskar induktansen. Skulle marken vara dåligt elektriskt ledande kan det löna sig att till ringlinan ansluta s k utlöpare, en eller flera 25 mm² åskskyddslinor i radiella riktningar ut från ringlinan. Det lönar sig inte att ha alltför långa jordlinor eftersom avledningseffektiviteten avtar med längden på linan. Som tumregel kan man säga att längre jordlina än som motsvarar ca kvadratroten ur markresistiviteten i meter räknat inte är verksamt. För berg där resistiviteten är ca 10000 Wm innebär detta att det kan högst kan vara lönsamt att gå upp till ca 100 m från anläggningen med en eller flera utlöpare för att hitta gynnsammare jordningsförhållanden. Av praktiska skäl och av kostnadsskäl får man i regel nöja sig med mindre vilket innebär att övriga strömvägar (framför allt till elnätet) kommer att avleda en något större andel av blixtrömmen än vad annars skulle varit fallet. För pinnmo respektive lera är motsvarande längder 10-30 m respektive 5-15 m. Användning av vertikala jordningar, s k jordspett är ofta effektivare än horisontella jordlinor.

När blixten träffar och strömpulsen stiger från noll upp mot sitt maximivärde kommer strömmen att fördela sig ungefär lika på de vägar som finns tillgängliga. Strömmen i masten, i varje jordtagsledare, i varje antennkabel, i telefonledningen, i matningsledningen till din antenntrotor och i inkommande elledning kommer alltså under någon eller några mikrosekunder att fördela sig relativt jämnt, nästan oberoende av ledningarnas area. Strömdelningen styrs här av induktansen i de olika ledningarna. Under denna tid när blixtrömmen växer till sitt maximivärde uppstår också de största inducerade spänningarna. När strömpulsen passerat sitt maximivärde kommer däremot resistanserna att styra avledningen. En låg total avledningsresistans till marken kan därför leda bort den stora delen av den blixtröm och den energi som matas in och minska strömmarna i övriga kablar vilket i sin tur minskar risken för att utrustningen skadas.

Antennkabeln bör dras nedgrävd i marken från masten in till stationsplatsen. Tätt intill koaxialkabel och ev.

styrkabel (gärna hoptejpad med dessa) bör en isolerad 25 mm² jordlina dras samma väg. Detta minskar den s k kopplingsimpedansen, åtminstone för lägre frekvenser, vilket t ex minskar störspänningen mellan innerledare och skärm och minskar strömbelastningen på övriga kablar.

Kom också ihåg att se till att avledningsresistansen går att mäta, vilket endast är möjligt om den del man vill mäta på kan kopplas loss från övriga delar så att den är isolerad från övriga jordtag. Detta innebär också att närliggande jordlinor i mark bör isoleras t ex med polyetenrör så att inte överledning i mark stör mätningen. Denna isolation görs på så lång sträcka att sträckan mellan isolerade ledare i mark blir 1m eller mera. Mätning kan ske med en s k jordresistansmätbrygga. Det är i princip önskvärt att få ett så lågt värde på avledningsresistansen som möjligt. Genom att marken joniseras runt jordtagen, speciellt för blixtar med stora strömmar, kommer emellertid avledningsresistansen att minska till värden betydligt lägre än den uppmätta avledningsresistansen. För riktigt stora blixtrömmar kan avledningsresistansen minska ända till ca en tiondel av det med jordresistansbrygga uppmätta värdet. För den som vill ha mera information om jordtag och jordtagsmätning hänvisas till broschyren "Jordtag i teori och praktik" som bör kunna beställas från Elpress/Nordwin AB i Kramfors, telefon 0612-12470.

Där så är möjligt bör eventuell armerad betong i byggnaden utnyttjas för att ytterligare förbättra stationens jordning. Är husets bottensula av platsgjuten armerad betong väljer man en lämplig plats nära radioutrustningen, borrar in till armeringen och ansluter minst tre armeringsjärn till det övriga jordsystemet med hjälp av svetsning eller klämkopplingar. Hålet gjuts sedan igen. Linan som anslutits till armeringen kan sedan dras närmaste lämpliga väg till radioutrustningen.

Avledningsresistansen till jord för armerad betong kan approximativt beräknas enligt följande:

Om volymen av den betong under marknivå som är aktiv för att avleda blixtrömmen är

$$V [m^3]$$

(endast betong i kontakt med marken räknas och alltså inte betong i mellanväggar) är avledningsresistansen

$$R = r/D$$

där $D = 1,57 (V)^{0,333}$ och r är markresistiviteten i Ωm .

Exempel

för 8 m³ betong är $D = 1,57 \times 2 = 3,14$.
För $r = 200 \Omega\text{m}$ (torr åkermark) erhålls $R = 20 \Omega$

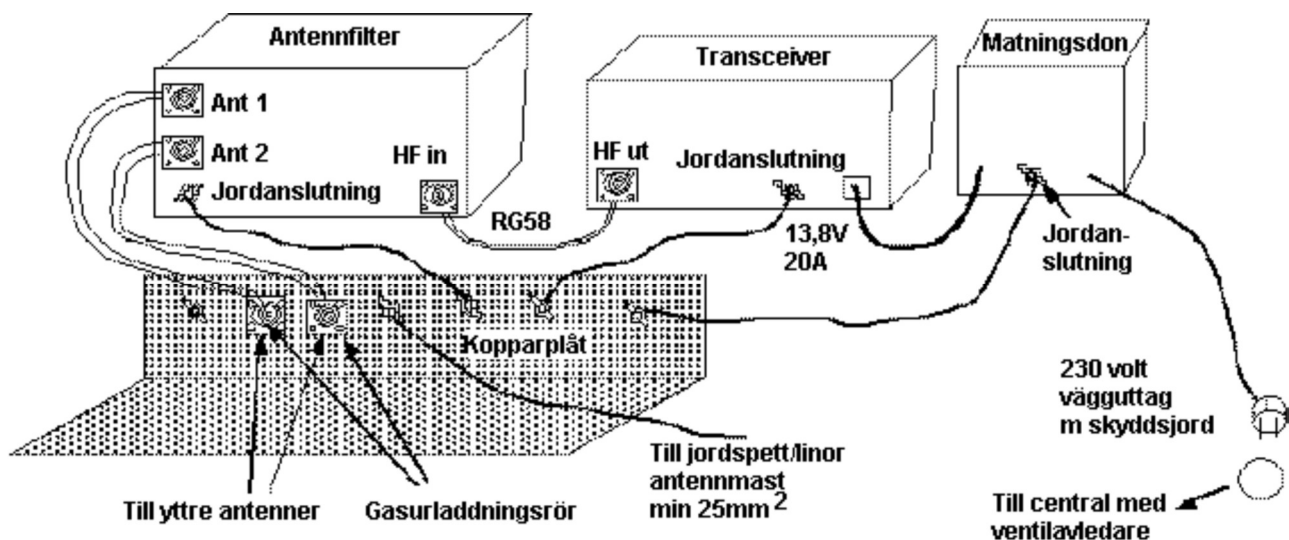
4. Skydda din stationsplats

Installationen vid din radioutrustning bör vara sådan att blixtrömmen inte passerar utrustningen utan "shuntas" förbi utrustningen. Detta innebär att alla kablar inklusive åsskyddsjordar samt el- och andra ledningar om möjligt bör föras in i byggnaden på ett gemensamt ställe och där anslutas till en gemensam referenspunkt direkt eller via överspänningsskydd om det finns signaler eller t ex nätspänning på någon ledare. Helst bör denna gemensamma referenspunkt väljas mycket nära huvudelcentralen. Att praktiskt genomföra detta för olika typer av installationer i villa, lägenhet, höghus, i båt etc har alla sina speciella svårigheter och kompromisser är nästan alltid nödvändiga. Principerna för skydd är dock relativt allmängiltiga varför du säkert själv kan fundera vidare och hitta en lösning för just din station. Kom emellertid ihåg att varje avsteg från "bästa installation" innebär att skyddet försämras. Några praktiska erfarenheter kan kanske vara på sin plats:

Om det nu inte går att anordna kablagen enligt konstens alla regler och kompromisser alltså måste göras har det visat sig fungera bra att göra en gemensam referenspunkt direkt vid din station. En 1 mm kopparplåt kan t ex placeras något under stationen och så att den skjuter ut över bordskanten. Alla inkommande kablar ansluts till plåten endera direkt eller via överspänningsskydd. Skärmen på koaxialkablarna ansluts till plåten via chassikontakter. Mittledaren ansluts via gasurladdningsrör till plåten. Hållare för skydd av andra än koaxialkablar tillverkar du lätt själv.

Gasurladdningsrörens statiska tändspänning (den spänning som ofta står tryckt på rören) väljs så att rören ej tänds för den spänning som under normal drift kan förekomma. T ex om uteffekten på din sändare är 1 kW (50 Ω impedans) så är $1000 = U^2/50$ vilket ger $U =$ strax under 320 V. Eftersom gasurladdningsrör har en tolerans på $\pm 20\%$ vilket ger $U_{\text{tänd}} \sim 380$ V väljs närmaste högre standardvärde 470 V. Den statiska tändspänningen för gasurladdningsröret mellan mittledare och skärm monterat i sändaränden bör alltså vara 470 V vilket inte bör ge obefogad tändning vid sändning. Skydd finns t ex att köpa hos ELFA 08-7353500 eller från Carlberg & Son, 08-6362600. Även utan skydd (bara skärmen jordad) så kommer kabelkontaktarna att begränsa överspänningarna till någonstans mellan ca 3-8 kV (beroende på vilken kontakttyp som används). Bäst är emellertid om skydd används vilken ger lägre påkänningar på din utrustning.

Kraftmatningen till sändaren skyddas förslagsvis med ventilavledare, helst i huvudcentralen om den finns nära. Finns huvudelcentralen mer än ca 10 m bort från stationen kan avledarna placeras i en undercentral.



Observera att montering av ventilavledare skall utföras av behörig elektriker. Installationen av skydd för telefoner och eventuella modem skall normalt installeras av Telia. De elsäkerhetskrav som ställs för anslutning av överspänningsskydd för telefon till elnätet framgår av bilaga 1.

Sammanfattande praktiska råd

Sändaramatörer i villa eller sommarstugor med yagi-/quad- och trådanterner

- Skaffa bra jordtag anslutet till din antennmast och station!
- Använd om möjligt byggnadens armering som kan ge en effektiv minskning av anläggningens avledningsresistans! Även denna bör anslutas till stationens "referens".
- Använd en 25 mm² jordledare in till "referensen" vid din station, gärna "hopbuntad" med antennkablarna som går in till huset (fristående mast)!
- Dra antennledningarna från antenner på taket på husets utsida, och ej via ventilationkanaler eller dylikt (brandrisk)! Normalt byggnadsåskskydd erfordras om skydd skall anordnas för direkta blixträffar.
- Dra om möjligt in kablarna så att de passerar nära huvudcentralen
- Anslut ventilavledare till inkommande nolla i huvudcentralen (elbehörighet erfordras) och gasurladdningsrör som skydd mot överspänningar på telenät! Ventilavledare bör dessutom finnas i närmaste elcentral och vara anslutna mellan fasen och skyddsjord om inte huvudcentralen är närmast. Gasurladdningsrör skall installeras av Telia om dessa placeras före första jacken. Efter jacken är det tillåtet att själv installera gasurladdningsrör. Endast gasurladdningsrör med en statisk tändspänning mellan 300 och 500 V är tillåtna. Anslutningen av rörens jordsida till inkommande nolledare på elnätet bör vara så kort som möjligt. Bäst är därför om telefonledningen kommer in i byggnaden nära huvudcentralen för el.
- Använd överspänningsskydd på inkommande antennledningar!
- Bygg upp jordsystem och övrigt kablage stjärnformat med en gemensam lokal referenspunkt till vilken överspänningsskydden ansluts!

Sändaramatörer i hyreshus med trådanterner och ev vertikal antenn (GP) på taket

- Använd så **bra jord** som går att åstadkomma och anslut din station. Eget "riktigt jordtag", armering, vattenledning, fjärrvärmeledningar, värmeledningssystem! Att åstadkomma ett tillfredsställande jordning i ett hyreshus är ofta det svåraste problemet att lösa.
- Dra antennledningarna från antenner på taket på husets utsida, och ej via ventilationkanaler eller dylikt, se ovan!
- Installera ventilavledare vid elcentralen och gasurladdningsrör som skydd mot överspänningar från antenner och telenät, se ovan!
- Anordna en gemensam referens vid din station!
- Bygg upp jordsystem och övrigt kablage stjärnformat med en gemensam lokal referenspunkt till vilken överspänningsskydden ansluts!
- Sätt överspänningsskydd på inkommande antennledningar!

För i stort sett alla system oavsett om de är monterade på en villa eller hyreshus eller om antennen har fristående mast eller är monterad på taket på en byggnad gäller att för att vara mycket säker att blixten inte skadar din station så bör du: helst **dra ur alla kablar** till radiostationen och **jorda antennledningarna** när Du är bortrest eller när åskan närmar sig.

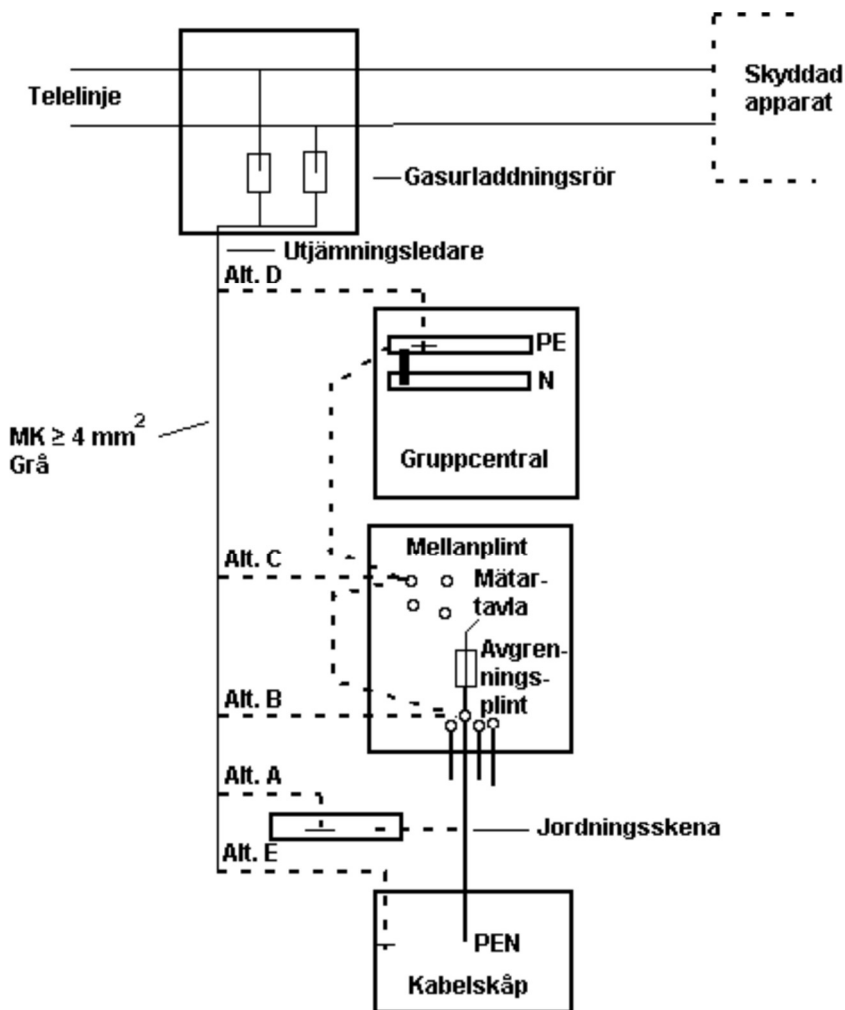
Bilaga 1

Enligt Svenska elverksföreningens skrift "Åskskydd för byggnader och installationer" (1991) skall följande säkerhetskrav beaktas vid anslutning av överspänningsskydd till teleledning:

Montage och anslutning av utjämningsledare Generellt ska utjämningsledare som ansluts till elnätets skyddsjord vara så dimensionerad att förekommande jordslutningsströmmar inte förorsakar skada. För utjämningsledare från överspänningsskydd gäller att utjämningsledaren:

- skall bestå av isolerad, gråfärgad minst 4 mm² ledare av typ MK eller motsvarande

- skall vara så kort som möjligt, dess längd bör ej överstiga 10 m, helst vara mycket kortare. Skarpa bockar och slingor bör undvikas.
- får ej skarvas eller lödas
- får ej förläggas i samma rör som annan elektrisk ledning
- skall vid genomgång av vägg, tak eller golv förläggas i separat skyddsrör
- skall anslutas till elsystemets skyddsjord (PEN-ledare i 4-ledarsystem och PE-ledare i 5-ledarsystem) via separat potentialutjämningskena vid serviscentral, separat klämma i fasadmätarskåp eller till mellanplint på mätartavla.



Inom äldre anläggningar där teleledningen ej indragits i närheten av serviscentralen må även anslutning ske till PE-skena i gruppcentral (alternativ D).

Anslutning till avgreningsplint enligt alternativ B får ske efter samråd med elleverantören i de fall mellanplint saknas eller gruppcentralen (alternativ D) är svårtillgänglig. Elleverantörens plombering över avgreningsplint får ej brytas utan dennes medgivande.

Vid placering av inledningsskyddet (gasurladdningsrören) i Telias kopplingsskåp invid elleverantörens kabelskåp (alternativ E) är det tillräckligt om Telias skåp (skydd) är väl galvaniskt förbundet med det skyddsjordade kabelskåpet.

©-2011. [Avdelningen för elektricitetslära](#)
Ångströmlaboratoriet
751 21 Uppsala

Tel. +4618 4715800
Fax. +4618 4715810

[Webmaster](#) Thomas Götschl
Senast uppdaterad: Fri, 27 May, 2005