

Distribusjonsnett – Overspenningsvern – Prosjektering

Formål

Det skal foretas riktig prosjektering av beskyttelse av anlegg med hensyn på overspenninger fra lynnedslag.

Innhold

1. Generelt	3
2. Overspenningsbeskyttelse av anlegg - Risikovurdering	3
3. Overspenningsbeskyttelse av anlegg - Tiltak	4
4. Valg av overspenningsvern	5
5. Plassering av overspenningsvern	5
5.1. Generelt	5
5.2. Plassering av overspenningsvern i ulike nettløsninger.	5
6. Vurdering av atskilt jording	10
7. Vedlegg nr. 1 Underlag for plassering av avleder	11
7.1. Innledning	11
7.2. Lengde mellom avleder og transformator i mast.	11
7.3. For nettstasjoner på bakken forsynt fra luftnett via kabel	12
7.4. Vern av kabel innskutt i linjen.	13

Referanser:

1. IEC 60099-4 Surge arresters – Metal oxide surge arresters without gaps for a.c. systems
2. IEC 60099- 5 Surge arresters – Selection and application recommendations.
3. ABB "Dimensioning, testing and application of metal oxide surge arresters in medium voltage networks"
4. IEC 60071-1 Insulation coordination – part 1 Definitions
5. IEC 60071-2 Insulation coordination – part 2 Application guide.
6. Tyco Electronics "Selection and application in medium voltage power systems"
7. FEF 2006 - §2-1, §2-6, §4-2,
8. Optimalisering av overspenningsvern – TR A4235 Jostein Huse
9. Sammenstilling av lydndata – TR A5503 Anngjerd Pley, Oddgeir Rokseth, Frank Dahlslett

Retningslinjer:

1. Generelt

Ved etablering av overspenningsvern er det en forutsetning at det etableres tilfredsstillende impulsjord.

Dvs. et jordingsystem som er tilpasset de lynstrømmer som avledes fra tilkoblet overspenningsvern.

[REN blad 8011](#) viser hvordan det skal etableres impulsjord.

2. Overspenningsbeskyttelse av anlegg - Risikovurdering

Følgende standard risikovurdering skal utføres for å komme frem til om anlegget er utsatt og/eller prioritert:

*FEF 06 § 2-6 Beskyttelse mot farlig overspenning, underspenning og jordfeil
"Anlegg skal være slik at det tåler normalt forekommende spenninger, inkludert overspenninger som normalt kan forventes".*

Denne paragrafen må sees i sammenheng med følgende paragraf:

*FEF 06 § 4-2 Isolasjon
"Anleggets isolasjonsnivå skal være tilpasset driftsspenningen og anleggets utførelse slik at pålitelig drift sikres. Isolasjonsavstander skal være tilpasset isolasjonsnivå. Anlegg skal overvåkes slik at isolasjonsfeil blir detektert og frakoblet."*

Overspenningsbeskyttelse må sees i sammenheng med isolasjonsnivået for anlegget som en ønsker å beskytte. FEF 06 Tabell 4-1 i § 4-2 viser isolasjonsnivå for ulike spenningsnivå.

Risikovurdering:

Overspenninger som normalt kan forventes må ikke overskride isolasjonsnivået. Hvis det kan forventes at overspenningene er høyere enn isolasjonsnivået må tiltak utføres.

For rene HS og LS kabelnett er det kun aktuelt å beskytte mot overspenninger i anleggsdeler som er i grensegangen mot luftnett, slik at metodikken er relatert til HS og LS luftnett.

For distribusjonsnett kan en se bort fra koblingsoverspenninger, og det dimensjoneres bare etter overspenninger fra direkte og indirekte lynnedslag.

Prosedyre:

For å finne ut om anlegget er utsatt skal følgende utføres:

1. Sjekk netteiers erfaringer med lynoverspenninger i området. (Fasit, m.v.)
2. Sjekk av Sintef database for lynoverspenninger.

Dette er abonnementsordning som kan leses om her:

<http://www.sintef.no/SINTEF-Energi-AS/Lyn-i-dag/>

3. Sjekk om linjen vil være spesielt utsatt for lyn overspenninger på grunn av områdets topografi. (Eks. på en topp).

Sintef basen består av data fra 1996 og frem til i dag, og tall materialet er dermed fremdeles begrenset. Men kombinert med egne erfaringer gjennom en årrekke vil det gi en god pekepinn på om området er utsatt eller ei.

Det er også forskjell om en linje er fremført i et område hvor det er trær og andre objekter med en lignende eller større høyde.

Følgende vurderinger utføres for å klassifisere om anlegget er prioritert:

- Om anleggsdel beskytter viktige/prioriterte kunder.
- Hvor kostbart det er å reparere/erstatte anlegget.
- Om anlegget er plassert i et område hvor det er spesielt kostbart å utbedre anlegget ved feil.
- Forventede KILE kostnader

Disse punktene vurderes opp i mot kostnader som påføres ved etablering av overspenningsbeskyttelse med tilhørende impulsjord.

Hvis anlegget klassifiseres som utsatt og/eller prioritert må det etableres beskyttelse mot overspenning. Det henvises til punkt 3 og 5.

3. Overspenningsbeskyttelse av anlegg - Tiltak

Her er de ulike alternativer for overspenningsbeskyttelse.

Ved anlegg som har HS luftnett:

1. Riktig valg av HS avleder og plassering nærmest mulig beskyttet nettanlegg.
2. Bruk av gnistgap plassert foran avleder for å redusere energien i overspenningen før den når avleder.
3. Hvis linjen ikke har gjennomgående jord: Etablering av gjennomgående jord i de tre siste stolpene før stasjon.

Punkt 2 og 3 brukes for å redusere amplituden og energien på overspenningen. Det anbefales å anvende punkt 2 før punkt 3.

Ved anlegg som har LS luftnett:

Riktig valg av LS avleder som en beskyttelse av LS viklinger på distribusjonstransformator. En slik løsning vil også hindre at overspenninger forplantes fra LS side og over på HS side på transformator.

Det forutsettes at følgende punkter er tilfredsstillt:

- Riktig prosjektering av jordingssystemet/jordelektrode.
Det henvises til [REN blad 8010](#).
- Riktig montasje av jordelektrode og jordingsarrangement i anlegg. Det henvises til [REN blad 8011](#).

Hvis det er anlegg som ikke er utsatt eller ikke prioritert kan overspenningsvern sløyfes som beskyttelse.

Punkt 5 viser en systematikk for plassering av overspenningsbeskyttelse ved utsatte og/eller prioriterte anlegg.

4. Valg av overspenningsvern

For valg av HS avledere henvises det til [REN blad 8020](#).

For valg av LS avledere henvises det til [REN blad 8021](#).

For valg av gnistgap henvises det til: [REN blad 8020](#).

5. Plassering av overspenningsvern

5.1. Generelt

Grad av overspenningsbeskyttelse skal velges i henhold til om anlegget er utsatt og/eller prioritert som omtalt i punkt nr. 2 og 3.

Beskyttelses nivå 1 er standard mens nivå 2 er det høyeste nivået.

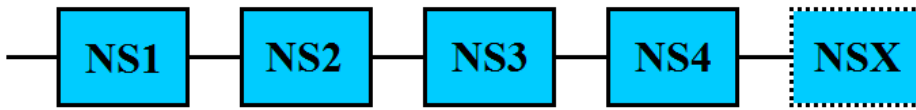
VIKTIG: Montasje avstand mellom avleder og beskyttet anleggsdel skal følge retningslinjer i vedlegg nr. 1. Det henvises også til [REN blad 8024](#) som viser montasje av vern.

5.2. Plassering av overspenningsvern i ulike nettløsninger.

I dette kapittelet beskrives type og plassering av overspenningsbeskyttelse ved ulike nettløsninger.

5.2.1. Vern av installasjoner i sammenhengende kabelnett.

Figur RT8315



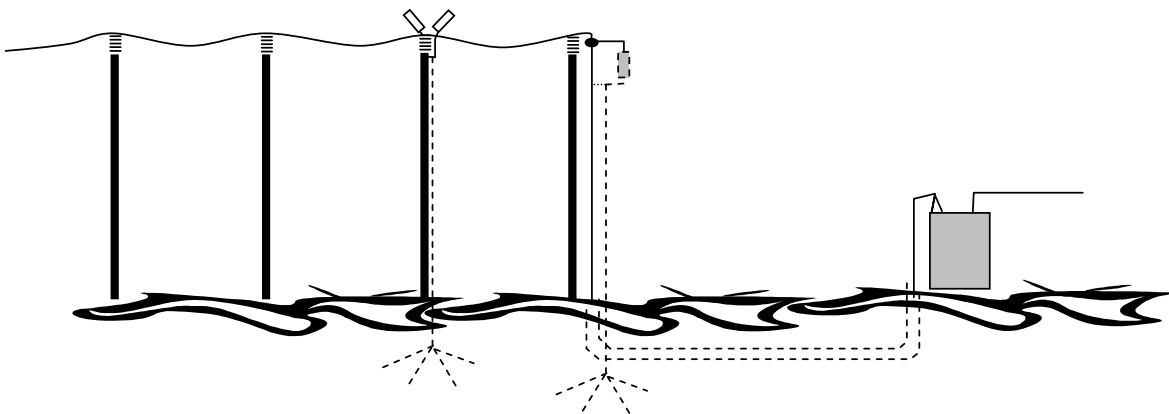
Figur RT8315 viser et sammenhengende kabelnett med nettstasjoner.

Beskrivelse av metode:

I et sammenhengende kabelnett er overspenningene såpass dempet at det ikke er behov for plassering av overspenningsvern uansett om linjen blir klassifisert som utsatt eller ei.

5.2.2. Vern av kabel fra mast i luftnett til nettstasjon

Figur RT8316



Metoden beskytter også nettstasjonen inkludert transformator.

NB! : Når kablen forsyner flere nettstasjoner enn 1 bruker en metode for kabellengder større enn 30 meter.

Kabellengde mindre enn 30 meter: (Ved nett som ikke gjennomgående jord: 10m)

Nivå 1 (Standard) Avleder

Plassering av HS avleder i siste forsyningsmast i overgangen linje/kabel. Monteres mellom faseleder, skjerm på kablen og jord.

Ved lavspenningsluftforsyning monteres også avleder mellom faseleder og nøytralpunkt på transformator.

Nivå 2 (Opsjon) Avleder + gnistgap

Plassering av HS avleder i siste forsyningsmast i overgangen linje/kabel. Monteres mellom faseleder, skjerm på kabelen og jord.
Gnistgap monteres innen 2- 5 stolper før avleder, avhengig av kvalitet på jordsmonn.

Ved etablering av gjennomgående jording etableres (tilstrebes) impulsjording i de 2-3 siste jordingspunktene før linje ende.

Kabel lengde større enn 30 meter: : (For ikke gjennomgående jord: større enn 10m)

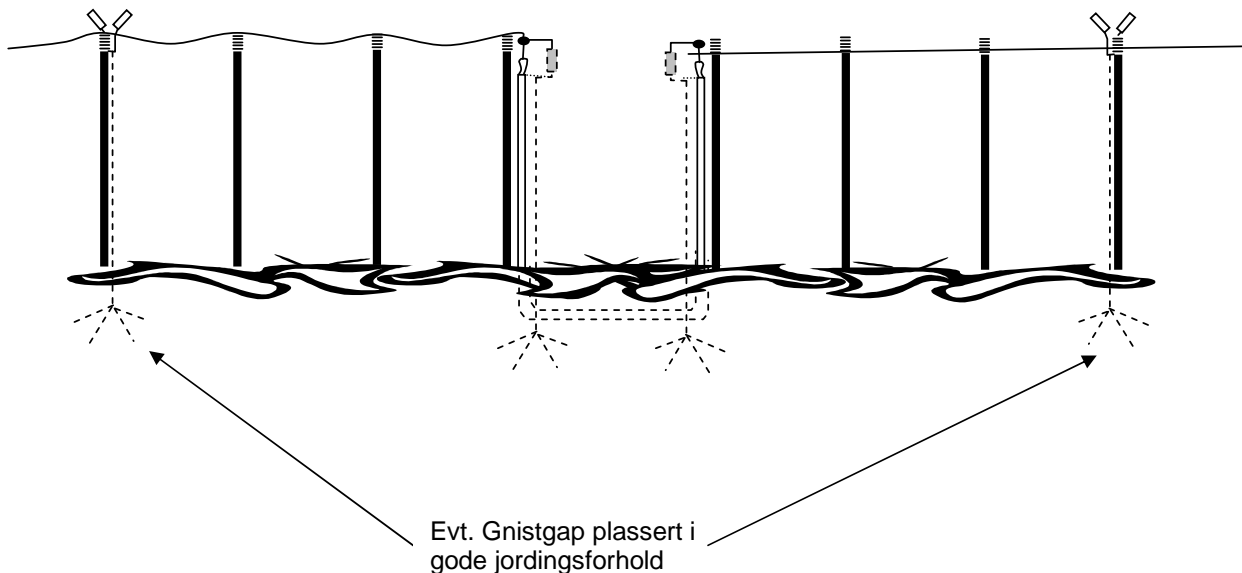
Slettet: ¶

Samme krav som kabel lengde mindre enn 30 meter, men med følgende tilleggskrav:

- Montering av avleder i begge ender av kabel.

5.2.3. Vern av kabel innskutt i linjen.

Figur RT8317

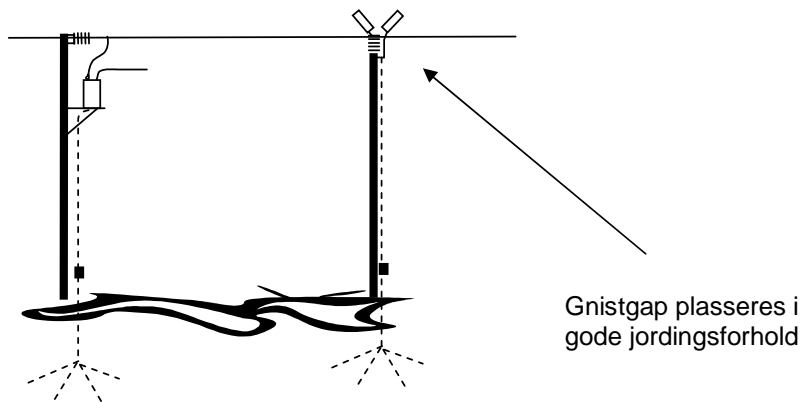


De samme retningslinjer som for "vern av kabel fra mast i luftnett til nettstasjon" er gjeldende. Ved etablering av vern kun på ene siden plasseres det i den enden man forventer at lynimpulsen kommer inn.

Ved kabel lengde større enn 30 meter: (For ikke gjennomgående jord: større enn 10m) etableres det overspenningsvern i begge ender.

5.2.4. Vern av mastetransformator i endemast

Figur RT8318



Nivå 1 (Standard) Avleder

Plassering av HS avleder nærmest mulig transformator. Monteres mellom faseleder, transformator og jord.

Ved lavspenningsluftforsyning monteres også avleder mellom faseleder og nøytralpunkt på transformator.

Nivå 2 (Opsjon) Avleder + gnistgap

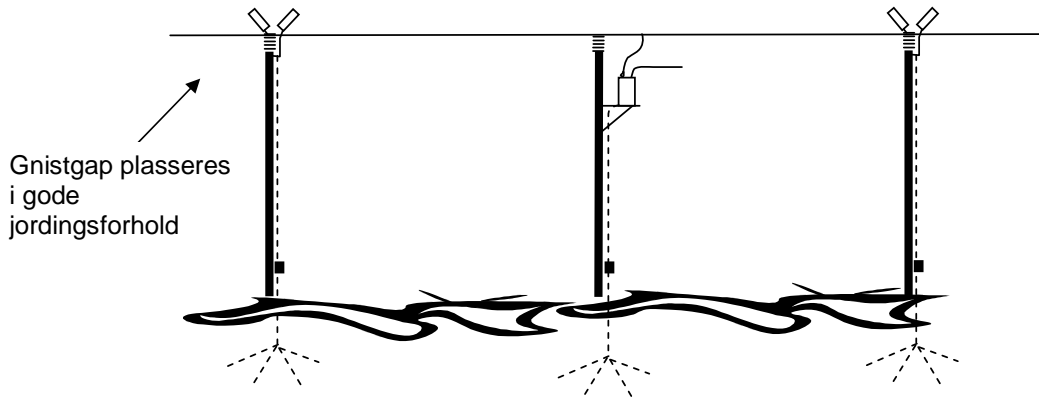
Plassering av HS avleder nærmest mulig transformator. Monteres mellom faseleder, transformator og jord.

Gnistgap monteres innen 2- 5 stolper før avhengig av kvalitet på jordsmonn på begge sider av transformator.

Ved etablering av gjennomgående jording etableres (tilstrebes) impulsjording i de 2-3 siste jordingspunktene før linje ende.

5.2.5. Vern av mastetransformator i gjennomgående linje

Figur RT8319



Nivå 1 (Standard) Avleder

Plassering av HS avleder nærmest mulig transformator. Monteres mellom faseleder, transformator og jord.

Ved lavspenningsluftforsyning monteres også avleder mellom faseleder og nøytralpunkt på transformator.

Nivå 2 (Opsjon) Avleder + gnistgap

Plassering av HS avleder nærmest mulig transformator. Monteres mellom faseleder, transformator og jord.

Gnistgap monteres innen 2- 5 stolper før avhengig av kvalitet på jordsmonn på begge sider av transformator.

Ved etablering av gjennomgående jording etableres (tilstrebes) impulsjording i de 2-3 siste jordingspunktene før linje ende.

5.2.6. I ende og avgreiningspunkt – Belagt line og luftkabel

I alle avgreiningspunkter, endepunkter og i overganger mellom belagt og blank line skal det etableres overspenningsvern. Det skal anvendes avledere uten gap.

(IEC 60099-4). (REN krav)

Hvis luftkabel føres ned fra mast uten oppsplitting av kabel kan avleder sløyfes.

5.2.7. Forsterket oppheng – krysning – Belagt line

På begge sider av krysning skal det anvendes selvslukkende gnistgap. (REN krav)

Se [REN blad 2011](#).

5.2.8. Krav til arbeidsjord hver 2-300 meter for belagt line.

Det skal vurderes arbeidsjord for hver 2-300 meter. Her skal det brukes lysbuevern på toppen, som en kombinasjon mellom tilkobling for arbeidsjord og vern for lysbuer. (REN krav)

6. Vurdering av atskilt jording

Denne vurderingen går på om man skal bygge separat eller felles jording mellom LS nullpunktsjord og arrangementsjord – forplantning av overspenninger fra HS siden til LS siden og videre til nettkunder.

*FEF 06 § 2-6 Beskyttelse mot farlig overspenning, underspenning og jordfeil
"Overføring av høye spenninger til lavspenningsanlegg eller andre gjenstander og anlegg skal unngås".*

Kravene i FEF § 2-6 og tabell 4-7 er relatert til overspenninger som skyldes HS jordfeil, og ikke overspenninger som skyldes lynnedslag. Det henvises også til [REN blad 8010](#) for håndtering av dette kravet.

Følgende skal utføres i en risikovurdering:

Separat jording/skille jordingssystemene skal utføres hvis samtlige følgende tilfeller er tilstede: (Avgjørelse må også sees i sammenheng med [REN blad 8010](#))

1. Området er utsatt for lynoverspenninger.
2. Anlegget har HS luftnett.
3. Anlegget har LS luftnett.
4. Anlegget har et jordingssystem som ikke er tilpasset impulsspenninger. (Lynimpuls).

Momenter som er viktig for en impulsjording:

- Lederføringer er etablert med bøyeradius som er lavere enn 20 cm. (Det verste er 90 grader).
- Tilkoblingene har ikke tilfredsstillende holdfasthet.
- Overgangsmotstand > 60 Ω .
- Jordelektroden for avleder er etablert på område > 30 meter fra anleggsdelen.

Hvis det vurderes som vanskelig å skille jordingssystemene må jordingssystemene knyttes sammen.

Metoder for å skille jordingssystemene er angitt i [REN blad 8011](#).

NB! Hvis kunder fremdeles har problemer med overspenninger fra forsyningsnettet etter at tiltak er utført bør det vurderes å sette opp avleder i siste mast før kunde.

Merkespenning for avleder må i så fall være mindre enn merkespenning for avleder hos kunde. Etablering av impulsjord er en forutsetning.

Det henvises nærmere til [REN blad 8024](#).

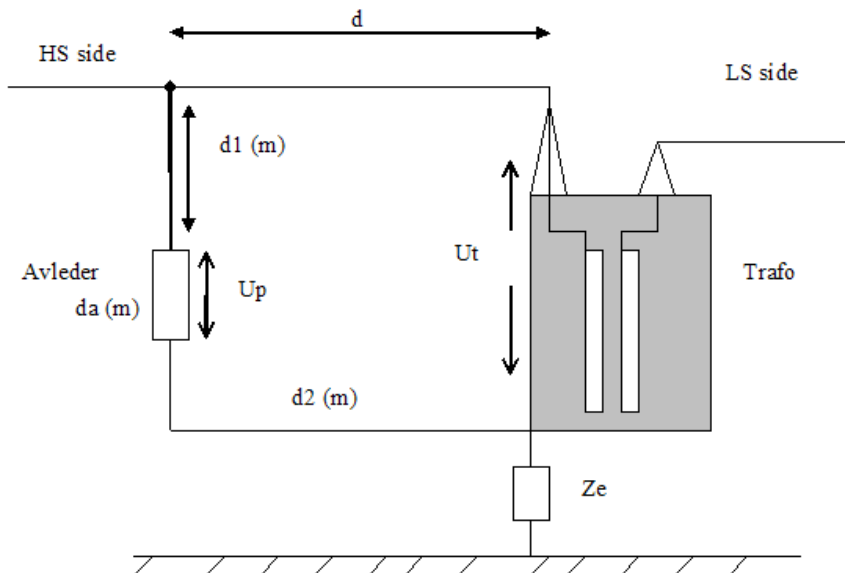
7. Vedlegg nr. 1 Underlag for plassering av avleder

7.1. Innledning

Avleder må monteres så tett som mulig til beskyttet anlegg. Det henvises til [REN blad 8011](#) som viser ulike montasje metoder.

Fra norm: IEC 60099-5:

Figur RT8058



Figur RT8058 viser plassering av avleder i forhold til beskyttelse av transformator. (Fra ref. 2)

Legg merke til at avleder og anleggsdel er koblet til samme jordelektrode. Dette er et krav innenfor samme anlegg. Avstanden $L = d + d1 + d2$ (Avstanden d_a kan ses bort fra) er vesentlig og gjennomgås i de neste delkapitler.

7.2. Lengde mellom avleder og transformator i mast.

Formel 1 (Ref. 2)

$$L_{\text{tillatt}} = (N/A) \times ((BIL/1,15) - U_p) \times (L_{sp} + L_f)$$

L_{tillatt}

L_{tillatt} : Avstanden $d + d1 + da + d2$ som kan betraktes som verneavstanden.

U_p : Avledningsspenning for avleder. Denne finner vi i tabeller fra leverandøren.

BIL : Isolasjonsholdfastheten for 24kV anlegg.

N	Antall linjer som forsyner stasjonen/transformatoren.
Lsp	Gjennomsnittsavstand mellom stolpene.
Lf	Forholdet mellom Ra/r
Ra	Akseptabel feilrate for det beskyttede anlegg. Her bruker vi 0,25 % som er angitt i referanse (Ref. 2).
r	Antall avbrudd pr. år pr. 100 km.
A	Overslagsspenningen mellom fase og jord. <u>Se tabell nr. 4</u> for fastsetting av denne verdien.

Tabell nr. 4

Linjetype	Spenning (kV)
Linje med gjennomgående jord	900
Linje med ikke gjennomgående jord	2700

Følgende resultat er gitt ved innlasting av standard verdier:

BIL: 125kV antar også hurtigere støt og multipliserer BIL med 1,05, Lsp = 100 m; Up = 70 kV, Ra = 0,25%, r = 8;

REN krav: Forholdet mellom BIL/Up bør helst være større enn 1,8. Dette er anvendt i følgende resultat:

Hvis vi antar linje med gjennomgående jordledning:

For N=1 : Dette gir en tillatt verneavstand L= ca. 6,5 meter.

For N=2 : Dette gir en tillatt verneavstand L= ca. 13 meter.

Hvis vi antar linje med ikke gjennomgående jordledning:

For N=1 : Dette gir en tillatt verneavstand L= ca. 2,2 meter.

For N=2 : Dette gir en tillatt verneavstand L= ca. 4,4 meter.

NB! Transformatoren har en kapasitans som må tas hensyn til ved strømmer med høyere frekvenser. For å hindre at denne får for stor innvirkning må avstanden d1 + d2 reduseres så mye som mulig ved montasje.

7.3. For nettstasjoner på bakken forsynt fra luftnett via kabel

I litteraturen som finnes varierer anbefalingene med hensyn på hvor lang kabelen skal være før en skal ha vern i begge ender av kabel. Kabelen selv vil redusere overspenningene på grunn av lavere impulsmodstand, men er avhengig av at overspenningene som kommer inn på kabelen ikke har stor nok energi til å lage en isolasjonsfeil i kabelen.

Det som er kritisk er størrelsen på lynoverspenningen, steilheten og varigheten. Direkte lynnedslag i nærheten av ønsket beskyttet anlegg er klart det verste, og ved særdeles høye energimengder er det nærmest umulig å beskytte seg fullstendig.

Ved særdeles steile lynspenninger med lengre varighet må vern plasseres på begge sider uansett hvor kort kabellengden er for å få en tilfredsstillende beskyttelse.

I det motsatte tilfelle vil korte lynspenninger med lavere steilhet medføre at en avleder kan beskytte en kabel med større lengde.

Avleder må monteres så nær kabel som mulig og innenfor de lengder som angitt i mastetransformator.

Hvis lengden for kabel er lengre enn 5 ganger lengdene angitt for mastetransformator skal det settes avleder på begge sider. (IEC 60099-5)

7.4. Vern av kabel innskutt i linjen.

For vern av kabel innskutt i linjen gjelder de samme retningslinjene som for nettstasjon på bakken forsynt fra luftnett via kabel. (IEC 60099-5)

Hvis en ikke har gjennomgående jord anbefales det i IEC 60099-5 og også andre anbefalinger å anvende dette de tre siste mastene før ønsket beskyttet anlegg.