

<b>1</b>	<b>HENSIKT OG OMFANG .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>REFERANSEDOKUMENTER .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>KRAV TIL ISOLASJON .....</b>	<b>4</b>
3.1	Isolasjonsavstander i kontaktledningsanlegget .....	4
3.2	Isolasjonsnivå i kontaktledningsanlegg .....	4
3.3	Isolasjonsnivå i ulike lavspenningsanlegg .....	4
3.4	Isolasjonsavstander i lavspenningsanlegg .....	4
<b>4</b>	<b>KRAV TIL OVERSPENNINGSBESKYTTELSE .....</b>	<b>6</b>
4.1	Generelle krav til overspenningsvern .....	6
4.1.1	Funksjon under normal drift .....	6
4.1.2	Funksjon ved overspenning .....	6
4.1.3	Funksjon ved havarert vern .....	6
4.1.4	Koordinering mellom grov- og finvern .....	6
4.1.5	Plassering og tilkobling av vern .....	6
4.1.6	Gjeldende normer .....	6
4.2	Overspenningsvernets merkeverdier .....	7
4.2.1	Metalloksidavledere (varistorer) for lavspenningsanlegg .....	7
4.2.2	Gnistgap .....	8
4.2.3	Kombinasjon gnistgap/metalloksidavleder .....	9
4.2.4	Disneuter .....	9
4.3	Krav til vernnivå ( $U_{ref}$ ) .....	10
4.4	Bruk av overspenningsvern på stasjoner (el-tekniske hus) .....	10
4.5	Bruk av overspenningsvern på fri linje .....	11
4.5.1	Overspenningsvern ved sugetransformator .....	11
4.5.2	Overspenningsvern ved reservestrømstransformator .....	12
4.6	Bruk av overspenningsvern ved høyspenningskabler .....	12
4.7	Bruk av overspenningsvern i teleanlegg .....	13
4.7.1	Blokktelefonanlegg .....	13
4.7.2	Kvartbølgetrafo .....	13
4.7.3	Vern av 12 Volt DC .....	13
4.7.4	Linjevern .....	13
4.7.5	Linjetransformator for basisstasjon .....	13
4.7.6	Linjetransformator for langlinjekabel .....	14
4.8	Bruk av overspenningsvern i signalanlegg .....	14
4.8.1	Gassfylte overspenningsvern .....	14
<b>5</b>	<b>GJENNOMFØRING .....</b>	<b>15</b>
5.1	Koordinering .....	15
5.2	Plassering av overspenningsvern .....	15
5.3	Kontroll av vern .....	15

## 1 HENSIKT OG OMFANG

Med isolasjonskoordinering menes å optimalisere alle elektroanleggene i infrastrukturen slik at feil som oppstår på grunn av driftsfrekvente eller atmosfærisk overspenninger begrenses til et minimum. Elektroanleggene i infrastrukturen omfattes av høyspenningsanlegg og lavspenningsanlegg. Isolasjonskoordineringen omfattes av koordinering i jordingsanlegget, bestemmelse av isolasjonsnivå og bruk av overspenningsbeskyttelse. Krav til jording av anleggene finnes i kap.6.

For et gitt anlegg, f.eks. et el-teknisk hus, vil flere ulike elektriske anlegg være involvert, og grensesnittene mellom dem kan beskrives ved hjelp av soneteori, se vedlegg 7.c og ref [2].

## 2 REFERANSEDOKUMENTER

Referanser:

- [1] "Praktisk måling av OVERGANGSMOTSTAND til jord med JORDPLATEMÅLER"  
Norsk Elektro Teknikk AS 1995
- [2] EEU kurs for NSB: "EMC"  
NTH våren 1995
- [3] "Overspenningsbeskyttelse i lavspenningsanlegg"  
NIF kurs 16-18 september 1996

Den som skal prosjektere eller bygge isolasjonskoordinering må også ha kjennskap til følgende:

- Kap 6 Jording
- Kap 15, [JD 540] Regelverk for prosjektering av isolatorer

### 3 KRAV TIL ISOLASJON

#### 3.1 Isolasjonsavstander i kontaktledningsanlegget

Minimum dynamisk isoalsjonsavstand for kontaktledningsanlegget (16kV) er 150 mm og minimum statisk isolasjonsavstand 250 mm.

Dynamisk og statisk isolasjonsavstand har betydning for utformingen av isolatorer og ledningsføring spesielt på steder der det er begrensninger med hensyn på plass, f.eks. skjæringer og tunneler.

#### 3.2 Isolasjonsnivå i kontaktledningsanlegg

Isolasjonsnivået for kontaktledningsanlegg er definert utfra [IEC 60071], tabell 2. Høyeste spenning for materiell/utstyr er satt til 36 kV (effekttivverdi). Det gir da:

Høyeste spenning for materiell./utstyr $U_m$ (eff. verdi)	36 kV
Merkelynimpuls holdespenning (maks verdi)	170 kV
Merkeholdespenning ved driftsfrekvens (eff.verdi)	70 kV

For returkretsen er isolasjonsnivået 1000V, og krav til isolasjonsholdfasthet og isolasjonsavstander skal utføres i henhold til [prEN 50124] og [IEC 60664].

#### 3.3 Isolasjonsnivå i ulike lavspenningsanlegg

Følgende krav til isolasjonsnivå gjelder for isolasjonsholdfasthet ved 1.2/50  $\mu$ s-støt og 8/20  $\mu$ s-støt:

Tabell 7.1 Standard isolasjonsnivå for lavspenningsanlegg i henhold til [IEC 60664-1]

<b>Impulsholde- spenning</b>	<b>Anleggsbeskrivelse</b>	<b>Jernbaneverkets tilleggskommentar</b>
6 kV	Hovedfordeling, strøminntak, inkl måler	inntak fra everk inntak fra reservestrømstransformator
4 kV	Fast opplegg inkl ledninger og stikkontakter	
2,5 kV	Vanlig utstyr	signalanlegg, lavspent installasjoner
1.5 kV	Elektronikk	signalanlegg og teleanlegg

Verdiene gjelder for 230/400 Volt system og det skiller ikke mellom isolasjonsholdfasthet for fase-fase og fase-jord.

#### 3.4 Isolasjonsavstander i lavspenningsanlegg

Med bakgrunn i verdien for impulsholdespenning i 7.1 krever dette ulike isolasjonsavstander i luft avhengig av lokalisering og forurensningsgrad.

Tabell 7.2

Minimum avstand i luft for ulike impulsholdespenninger i lavspenningsanlegg avhengig av lokalisering. \*) 1,6mm i PD4, \*\*) 0,8mm i PD3, [prEN 50124-1]<sup>1</sup>

Impulsholdespenning	Isolasjonsavstand [mm]		
	Innendørs i kapsling	Innendørs uten kapsling	Utendørs
6 kV	5,5	10,0	19,0
4 kV	3,0	7,0	15,0
2,5 kV	1,5 <sup>*)</sup>	5,5	11,5
1.5 kV	0,5 <sup>**)</sup>	5,5	---

<sup>1</sup> Foreløpig norm, benyttet utgave fra 15. juli 1993.

## 4 KRAV TIL OVERSPENNINGSBESKYTTELSE

Kostnadmessig vil det aldri være mulig å bygge et anlegg med "perfekt" overspenningsbeskyttelse. Derfor består kravene i dette avsnittet å optimalisere mellom teknikk og økonomi, slik at anlegget blir beskyttet tilfredsstillende innenfor akseptable kostnader.

I tillegg til bruk av vern oppnås bedre beskyttelse mot overspenninger ved hensiktsmessig jording og tilstrekkelig isolasjon, slik som beskrevet tidligere i dette kapittelet og i kap. 6..

Anlegg med overspenningsvern bør ha en rimelig beskyttelse mot serielyn. Dette oppnås ved å dublere alle vern, dvs at det bør installeres to like vern ved siden av hverandre som gjensidig reserve.

### 4.1 Generelle krav til overspenningsvern

#### 4.1.1 Funksjon under normal drift

Overspenningsvernet skal være høyohmig og ikke representere en feilkilde ved nominell spenning. Denne betingelsen er bestemmende for vernets laveste vernnivå.

#### 4.1.2 Funksjon ved overspenning

Ved overspenninger skal vernet være anleggets "svakeste punkt", dvs at vernet skal uskadeliggjøre overspenninger før isolasjonen skades. Denne betingelsen er bestemmende for vernets høyeste vernnivå

Leverandør av overspenningsvern skal kunne fremskaffe TOV-kurver, dvs spenning-tid kurver som viser vernets evne til å tåle temporære overspenninger som funksjon av tiden.

#### 4.1.3 Funksjon ved havarert vern

Hvis overspenningsvernet havarerer, skal det automatisk kobles fra, slik at det ikke blir stående som en lavohming forbindelse.

Hvis overspenningsvernet havarerer, skal dette være godt synlig v/inspeksjon, og vernet skal skiftes ut omgående.

#### 4.1.4 Koordinering mellom grov- og finvern

Grovverner avleder størstedelen av den innkommende overspenningen.

Finvernet skal avlede det som slipper forbi grovvernet og ikke dempes i tilledningene.

Finvernet skal ha minst 5-10 % høyere vernnivå enn grovvernet, mens grovvernet skal ha høyest energiopptaksevne.

#### 4.1.5 Plassering og tilkobling av vern

Vernet skal plasseres så nær det objektet som skal beskyttes som mulig, for å oppnå kortest mulig føringer mellom fase / vern og mellom vern / jord. Ledningene skal ikke legges i skarpe kurver eller vinkler. Overgangsmotstanden til jordelektroden bør ha lavest mulig overgangsmotstand, se kap. 6.

#### 4.1.6 Gjeldende normer

Metalloksidavledere i høyspenningsanlegg skal testes i henhold til IEC 99-4.

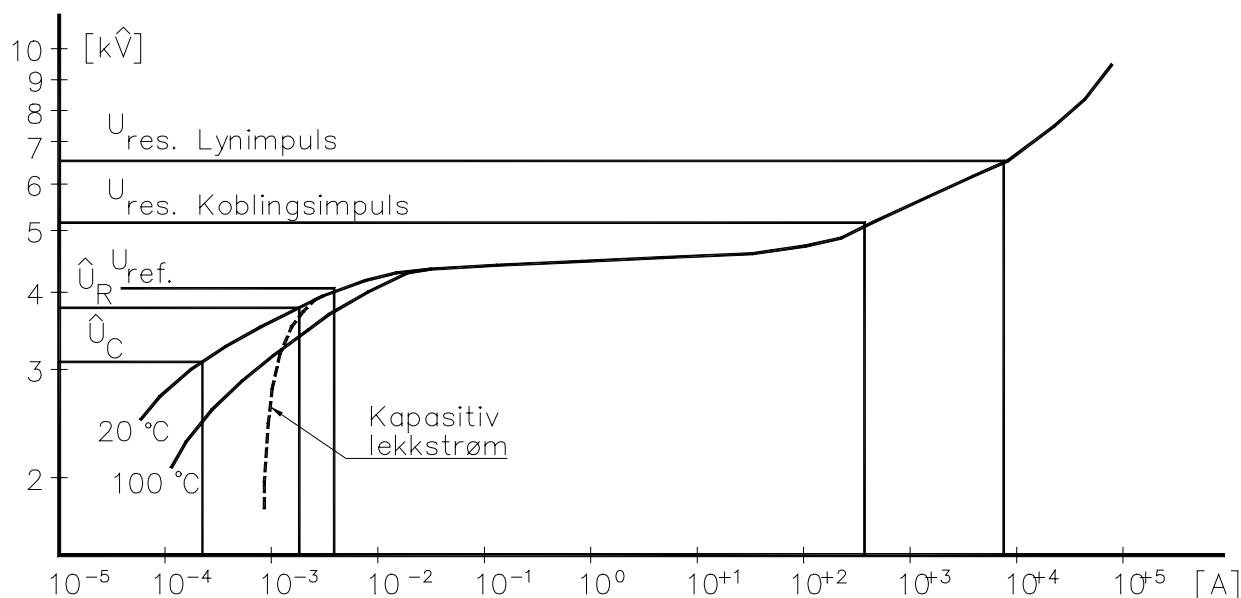
## 4.2 Overspenningsvernets merkeverdier

Følgende definisjoner skal legges til grunn ved valg av overspenningsvern.

Tabell 7.3 Definisjoner ihht IEC 99-4

$U_R$ eller $U_r$	<b>Avlederens merkespenning:</b> Den høyest tillatte spenning (eff. verdi) mellom avlederens tilkoblingsklemmer der avlederen fungerer korrekt under spesifiserte temporære overspenninger
$U_C$	<b>Avlederens kontinuerlig driftspenning:</b> Den angitte driftsfrekvente spenning (eff.verdi) som avlederen tåler kontinuerlig mellom sine tilkoblingsklemmer.
$U_{res}$ eller $U_p$	<b>Avlederens avledningsnivå (betegnes også som vernnivå eller restspenning):</b> Toppverdien av spenningen mellom avlederens tilkoblingsklemmer under et strømstøt. Verdien er avhengig av strømstøtet, men det er vanlig å referere til et 8/20 $\mu$ s 10 kA - støt.

Figur 7.1 illustrerer disse definisjonene i et eksempel på en typisk ZnO-karakteristikk.



Figur 7.1 Strøm/spenningskarakteristikk for metalloksidavleder.

Avledere uten gnistgap har ingen tennspenning, avlederen kjennetegnes ved sitt vernnivå  $U_{res}$

Vernets lengde har betydning for merkespenningen, mens diameteren (tverrsnitt) har betydning for vernnivået ( $U_{res}$ ).

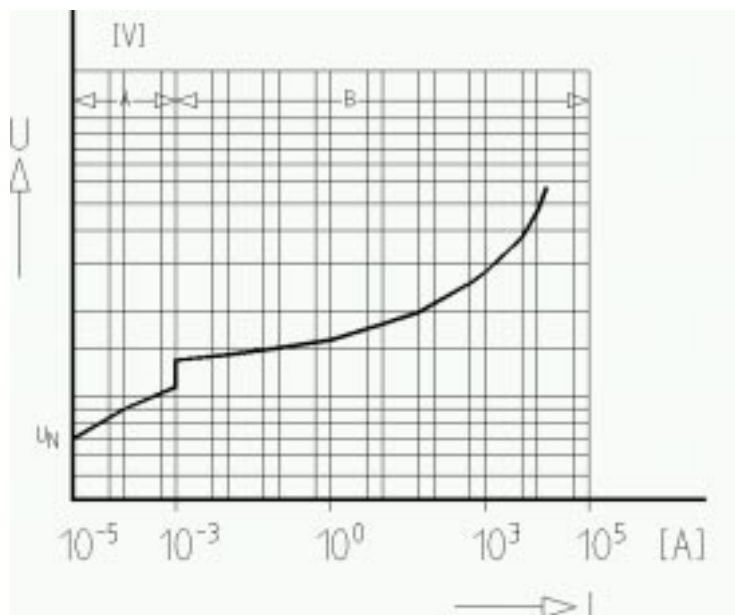
En må kontrollere at leverandører av metalloksidavledere refererer til IEC 99-4 i sine produktbeskrivelser, og at produktbeskrivelsen er i henhold til IEC 99-4 definisjoner.

### 4.2.1 Metalloksidavledere (varistorer) for lavspenningsanlegg

Tabell 7.4 Definisjoner av begreper for varistorer..

$U_C$ og $I_C$	Maksimal tillatt kontinuerlig driftspenning $U_C$ over overspenningsvernets
----------------	---

	tilkoblingsklemmer og tilhørende strøm $I_C$ .
$U_T$	TOV-kurver (spenning-tid kurver) Vernets evne til å tåle temporære overspenninger som funksjon av tid.
$I_n$	nominell utladningstrøm for 8/20 $[\mu s]$ - støt (indikerer vernets energioptaksevne)
$U_p$	vernennivå, dvs at vernet begrenser spenningspåkjenningen til denne verdien.



Figur 7.2 Strøm/spenningskarakteristikk for varistor.

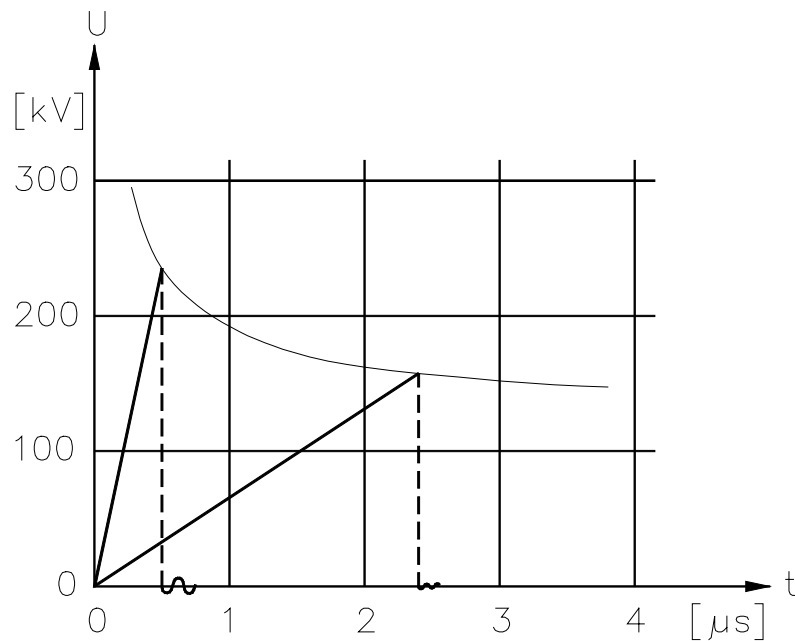
Vær spesielt oppmerksom på hvordan leverandører av varistorer definerer "merkespenning". Ved tvil, bruk TOV-kurven for vernet.

For avledere uten gnistgap har begrepet "tennspenning" ingen mening.

#### 4.2.2 Gnistgap

Et gnistgap har tennspenning som er avhengig av overspenningens steilhet, se figur 7.3. På grunn av at et gnistgap forutsetter kortvarig utkobling av den driftsfrekvente spenningen etter en overspenning, bør det som oftest brukes en metalloksidavleder i stedet, dersom kortvarig utkobling ikke er ønskelig.





Figur 7.3 Gnistgapets tidskurve. Overslagsspenning ved frontklipping i 10 cm gnistgap

#### 4.2.3 Kombinasjon gnistgap/metalloksidavleder

Verntypen er under utvikling og skal foreløpig ikke brukes ved Jernbaneverket.

#### 4.2.4 Disneuter

For å redusere antall feilkilder i anlegget skal det, dersom det brukes disneuter i Jernbaneverkets anlegg, være godkjent i hvert enkelt tilfelle, evt. ved hjelp av generell godkjenning for et spesielt anlegg. Disneuterens plassering og merkeverdier skal fremgå i anleggsdokumentasjonen.

### 4.3 Krav til vernnivå ( $U_{ref}$ )

Tabell 7.5 Oversikt over karakteristiske spenningsdata for ulike anlegg.

Anleggs- betegnelse	maks drifts- spenning	Impuls- holde- spenning	anbefalt $U_c$ (eff)	laveste $U_{res}$	Høyeste $U_{res}$
kl – anlegg	17.25 kV	170 kV	27 kV	29,3 kV	85 kV
lavspent nett: IT fase-jord IT fase-fase	230 V	6 kV	360 V 264 V	390 V	1,1-1,3 kV grovern (1,4-1,5 kV finvern)
lavspent fast opplegg (ledn, stikk, mv)	230 V	4.5 kV	275 V	390	1,4-1,5 kV finvern
elektrisk utsyr (signalan/el-inst)	230 V	2,5 kV	385 V	390	1,4-1,5 kV finvern
el.utstyr m/elektronikk (signal-/ teleanl)	230 V	1,5 kV	385 V	390	1,4-1,5 kV finvern

Kommentar til tabellen:

- Kontaktledningsanleggets isolasjonsnivå er referert til isolatorenes holdespenning ved 1.2/50  $\mu$ s-støt
- Det er tatt hensyn til at et IT-nett kan drives med enfase jordfeil
- Laveste vernnivå ( $U_{res}$ ) bør være større enn maksimal driftspenning (amplitudeverdi) + 20 %
- Høyeste vernnivå ( $U_{res}$ ) bør være mindre enn halvparten av anleggets isolasjonsnivå

Overspenningsvern betegnes ofte med sin merkespenning ( $U_r$ ) eller sin kontinuerlig driftspenning ( $U_c$ ). Ut ifra dette kontrolleres i produktspesifikasjonen hvilken  $U_r$  eller  $U_c$  som gir vernnivå(restspenning) innenfor akseptable verdier.

Det skal tas hensyn til lengden på tilkoblingsleder/jordleder til overspenningsvernet

### 4.4 Bruk av overspenningsvern på stasjoner (el-tekniske hus)

Grovern skal installeres ved avgrening fra everket til Jernbaneverket. Vernene bør dubleres.

Finvern eller "mellomvern" skal installeres i hovedfordeling ("omformerrom"), ved alle innkommende linjer/kabler. Vernene bør dubleres.

Finvern installeres i de respektive fordelingskap for signalrom / telerom, se også avsnitt 4.8 og 4.7.

Vern skal være montert slik at det ikke medfører berøringsfare (IP20), eller skade på annet utstyr. Det skal ved montering tas hensyn til nødvendig sikkerhetsavstand til annet utstyr (angis fra

leverandør), spenningsførende deler eller jord for å hindre overslag ved utblåsninger fra vern som tenner og avleder overspenninger.

Det bør benyttes pluggbare vern med godt synlig varsel ved defekte vern. Vern for spesielt viktige installasjoner bør ha alarmkontakt for fjernavlesning ved defekte vern. Defekte vern skal byttes straks.

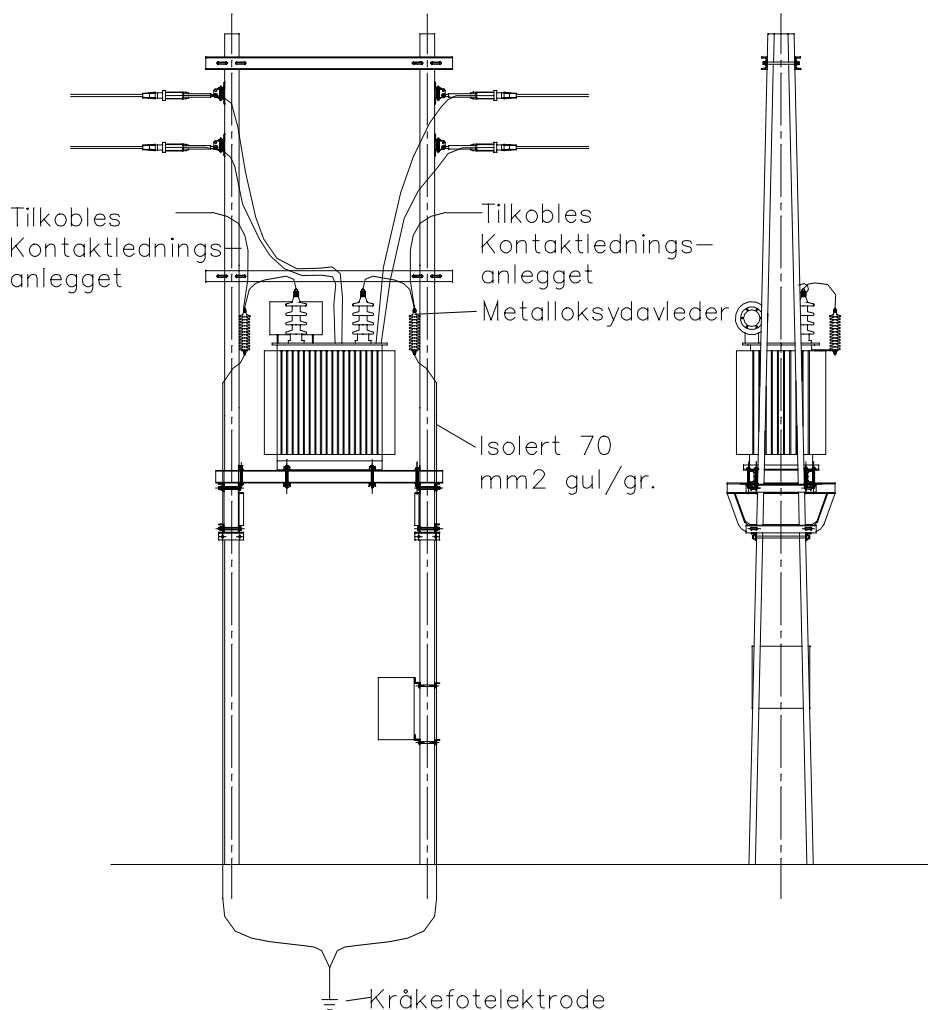
#### 4.5 Bruk av overspenningsvern på fri linje

Ved å installere overspenningsvern (mellom kl og "sann jord" + jordleder/returkrets) med jevne mellomrom på fri linje, oppnås bedre beskyttelse av parallelle kabler og annet anlegg som er koblet til skinnene. Forutsetningen for at vernene skal fungere som beskyttelse, er at det opprettes en god impulselektrode på stedet.

Vedlegg 7.b viser data for metalloksidavleder som er godkjent for bruk i Jernbaneverket.

##### 4.5.1 Overspenningsvern ved sugetransformator

Det skal installeres vern på begge sider av hver sugetransformator.

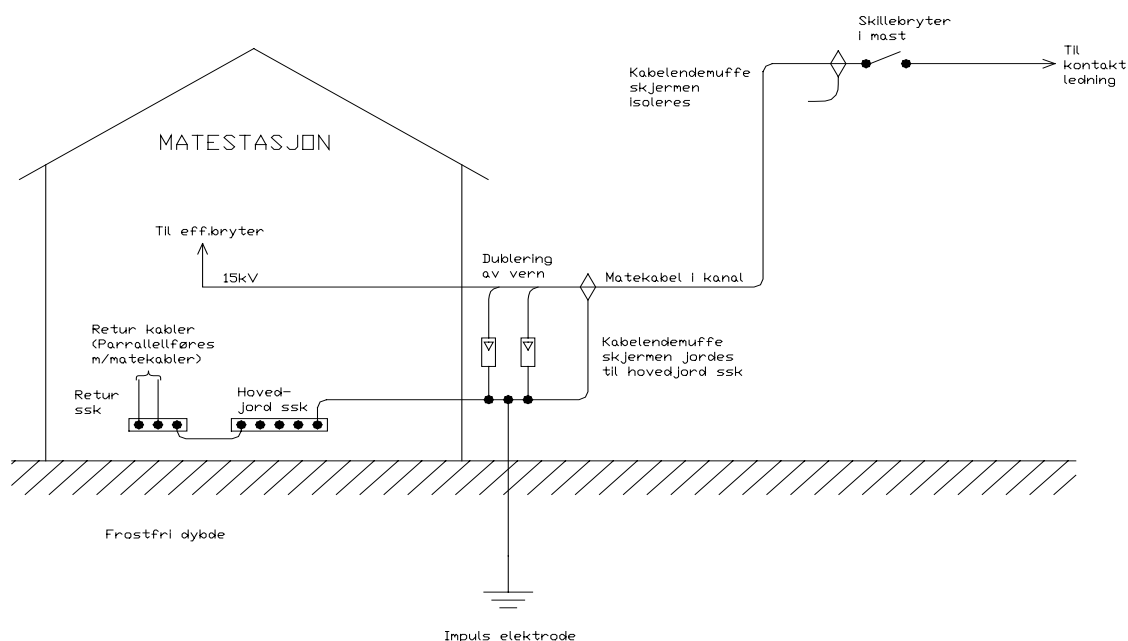


Figur 7.4 Eksempel på arrangement av overspenningsvern ved sugetransformator

#### 4.5.2 Overspenningsvern ved reservestrømstransformator

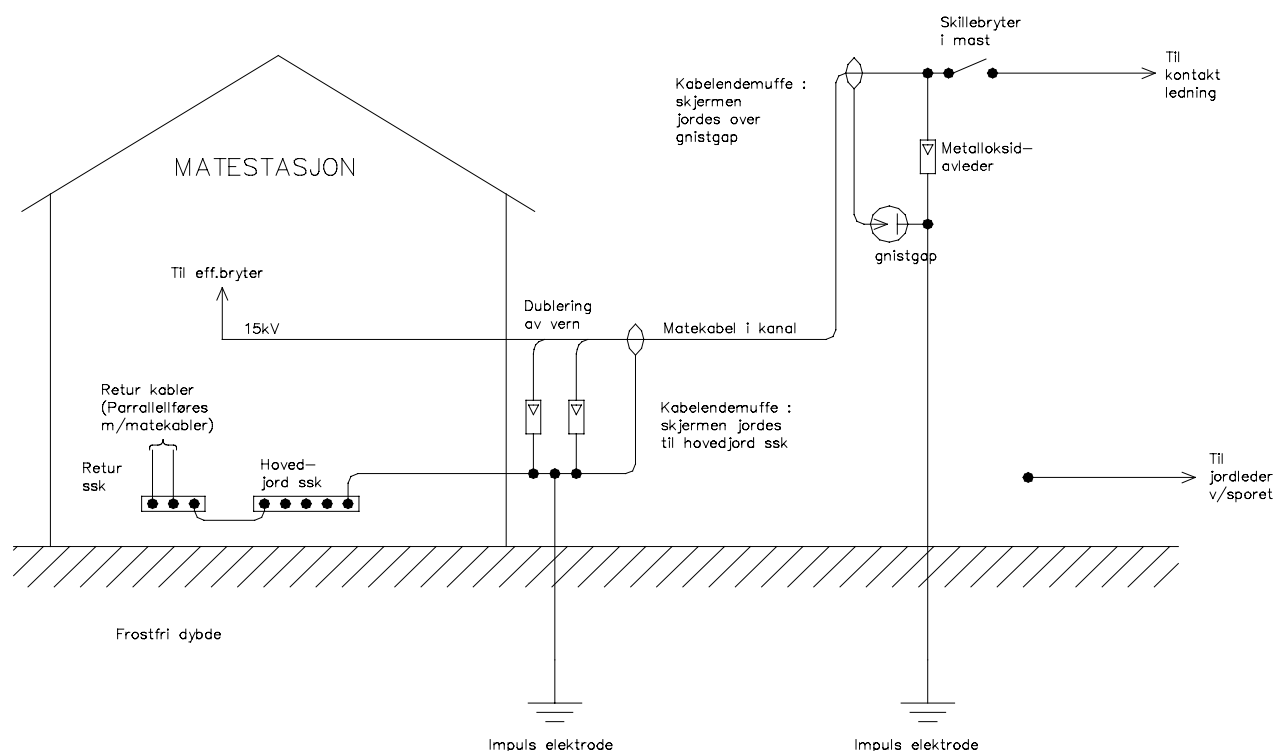
Tilsvarende som ved sugetransformator skal det installeres vern mellom kontaktledningen og en impulselektrode på stedet. Vernet bør tilkobles kontaktledningen mellom skillebryter og sikring for enklere utskifting av defekt avleder. Det skal være utjevningsforbindelse mellom impulselektrode og langsgående jordleder, eventuelt via filter til skinnegang, se også kap. 6 og kap. 8.

#### 4.6 Bruk av overspenningsvern ved høyspenningskabler



Figur 7.5 Overspenningsbeskyttelse av høyspenningskabler < 100m

## Isolasjonskoordinering og overspenningsbeskyttelse



Figur 7.6 Overspenningsbeskyttelse av høyspenningskabler > 100m

#### 4.7 Bruk av overspenningsvern i teleanlegg

I tillegg til overspenningsvern på strømforsyningssiden er det nødvendig med egne vern for kabler og utstyr i anleggene.

##### 4.7.1 Blokktelefonanlegg

Ved alle tilkoblinger til langlinje parkabel skal det benyttes linjevern.

##### 4.7.2 Kwartbølgetrafo

Alle installasjoner av basisstasjoner skal vernes på antenneinngangen med en kvartbølgetrafo (antennestubb). For at hele systemet skal avlede overspenninger så skal antennekabelen jordes til hovedjord før kvartbølgetrafoen.

##### 4.7.3 Vern av 12 Volt DC

For vern av 12 Volt DC anlegg skal forskrifter i kap. 5 [JD 560] følges.

##### 4.7.4 Linjevern

Styrelinjer på telekabel skal vernes med linjevern. Vernet skal plasseres umiddelbart foran alle linjekort i basisstasjonene på linjen. Vernene kobles til felles jordklemme.

##### 4.7.5 Linjetransformator for basisstasjon

Det skal benyttes linjetransformatorer for basisstasjon.

#### **4.7.6 Linjetransformator for langlinjekabel**

Transformatorer skal benyttes for å seksjonere telelinjer.

### **4.8 Bruk av overspenningsvern i signalanlegg**

#### **4.8.1 Gassfylte overspenningsvern**

På spesielt utsatte linjer i signalanlegg bør det benyttes gassfylte overspenningsavledere (edelgassrør). Utførelsen av gassfylte overspenningsavledere skal følge beskrivelsen angitt i vedlegg 7.a.

## 5 GJENNOMFØRING

### 5.1 Koordinering

På grunn av at isolasjonskoordinering berører alle elektrofag og i tillegg en del bygningstekniske konstruksjoner, skal alle berørte parter koordinere anleggsvirksomheten, slik at arbeidet gjennomføres i logisk rekkefølge, og slik at all relevant informasjon kommer med på et tidlig stadium i prosjekterings- og planleggingsfasen.

### 5.2 Plassering av overspenningsvern

Overspenningsvern skal plasseres så nær som mulig foran det objektet som skal beskyttes. Ledningsføring mellom spenningsførende leder og vern og mellom vern og impulselektrode skal være så kort som mulig, og skal ikke legges i skarpe vinkler. Det er spesielt viktig at jordingsanlegget er tilfredsstillende utført og at avstanden mellom vern og jordelektroder er kortest mulig.

### 5.3 Kontroll av vern

Overspenningsvern vil havarere og må byttes ut fra tid til annen. For å sikre at havarerte vern skiftes ut snarest mulig, skal det finnes egne rutiner for inspeksjon av vern. Havarerte vern som oppdages skal skiftes umiddelbart.

I lavspenningsanlegg bør det benyttes pluggbare vern som er berøringssikre (min IP20) og som enkelt kan skiftes ut. Det skal vurderes bruk av vern med mulighet for alarmkontakt, og sentral varsling av alarmmeldinger, se kap. 8. Alarmkontakt skal også vurderes på sikringer for vern som krever egen forankoblet sikring<sup>2</sup>. Det er også viktig at eventuelt egne sikringer for overspenningsvern er selektive i forhold til forankoblede sikringer/vern, slik at feil ved overspenningsvern ikke gir utkobling av en hel installasjon.

---

<sup>2</sup> Dersom sikringer kobler ut vil vernet ikke fungere, og alarm vil gi beskjed om dette.