

---

<b>1 HENSIKT OG OMFANG .....</b>	<b>2</b>
<b>2 KRAV TIL ISOLASJON .....</b>	<b>3</b>
2.1 Isolasjonsavstander i kontaktledningsanlegget.....	3
2.2 Isolasjonsnivå i kontaktledningsanlegg.....	3
2.2.1 15 kV - anlegget.....	3
2.2.2 Banestrømmens returkrets.....	3
2.3 Isolasjonsnivå i lavspenningsanlegg .....	3
2.4 Isolasjonsavstander i lavspenningsanlegg.....	4
<b>3 OVERSPENNINGSBESKYTTELSE .....</b>	<b>5</b>
3.1 Overspenningsvern .....	5
3.1.1 Funksjon under normal drift.....	5
3.1.2 Funksjon ved overspenning .....	5
3.1.3 Funksjon ved havarert vern.....	5
3.1.4 Plassering av overspenningsvern .....	5
3.2 Krav til vernnivå ( $U_{res}$ ) .....	6
3.3 Overspenningsvern på stasjoner og eltekniske hus.....	6
3.3.1 Koordinering mellom grov- og finvern .....	7
3.4 Bruk av overspenningsvern på fri linje .....	7
3.4.1 Overspenningsvern ved sugetransformator.....	7
3.4.2 Overspenningsvern ved reservestrømstransformator .....	8
3.4.3 Overspenningsvern ved høyspenningskabler.....	8
3.5 Overspenningsvern for kommunikasjons- og signalutstyr.....	9

## 1 HENSIKT OG OMFANG

Kapitlets hensikt er å optimalisere alle elektroanleggene i infrastrukturen slik at feil, som oppstår på grunn av driftsfrekvente eller atmosfærisk overspenninger, begrenses til et minimum. Kapitlet omfatter alle elektroanleggene i infrastrukturen.

Isolasjonskoordineringen omfattes av koordinering i jordingsanlegget, bestemmelse av isolasjonsnivå og isolasjonsavstander, samt bruk av overspenningsbeskyttelse. Krav til jording av anleggene finnes i kap.6.

## 2 KRAV TIL ISOLASJON

### 2.1 Isolasjonsavstander i kontaktledningsanlegget

- a) Ved bygging av og prosjektering av kontaktledningsanlegg med lengde minst lik en kontaktledningspart skal anlegget dimensjoneres med minimum 170 mm dynamisk og minimum 270 mm statisk isolasjonsavstand
1. Ved mindre ombygginger av eksisterende anlegg (eksempelvis utskifting av enkeltkomponenter) kan det benyttes henholdsvis 150mm og 250 mm isolasjonsavstand. Ref [IEC 60913].
- b) For "eksterne" anlegg, eksempelvis bruer over kontaktledningsanlegget, bør disse ikke bygges nærmere enn 400 mm fra kontaktledningsanlegget, på grunn av hensyn til justeringsvennlighet i ettertid.

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

### 2.2 Isolasjonsnivå i kontaktledningsanlegg

#### 2.2.1 15 kV - anlegget

Kontaktledningsanlegget har en nominell driftsspenning på 15 kV. Spenningsvariasjonene i anlegget skal ligge innenfor kravene i [EN 50163]. Maksimal kontinuerlig driftsspenning kan i henhold til denne være 17,25 kV fase-jord.

- a) Alle komponenter som inngår i 15 kV-anlegget skal minimum dimensjoneres for 17,25 kV kontinuerlig spenning fase-jord

Nærmeste standard spenningsnivå for 3-fase-anlegg i henhold til [EN 60071], er 36 kV fase-fase som tilsvarer 20,8 kV fase-jord.

- b) For koordinering av isolasjonsnivået skal komponenter og utstyr dimensjoneres etter kravene for  $U_m = 36$  kV fase-fase (eff. verdi) i henhold til [EN 60071-1], tabell 2:
1. Merkelynimpuls holdespenning (maks verdi) skal være 170 kV
  2. Merkeholdespenning ved driftsfrekvens (eff.verdi) skal være 70 kV

#### 2.2.2 Banestrømmens returkrets

- a) Banestrømmens returkrets skal ha isolasjonsnivå 1000 V mellom returledning og jord .
- b) For beskyttelse mot tilfeldig berøring med returledning (luftstrekk og kabel) er isolasjonsnivået satt til  $U_0 / U = 600 / 1000$  V

$U_0$ : effektivverdi av spenningen mellom isolert leder og jord,  $U$ : effektivverdi av spenningen mellom to ledere i en flerlederkabel eller i et system med en-lederkabler. [EN 50264-1].

- c) For koblingsledninger til sporet gjelder isolasjonskrav minst tilsvarende  $U_0 / U = 450 / 750$  V. Krav til isolasjonsholdfasthet og isolasjonsavstander skal utføres i henhold til [EN 50124] og [IEC 60664].

### 2.3 Isolasjonsnivå i lavspenningsanlegg

- a) Anlegg, utstyr og komponenter skal bygges slik at isolasjonsnivåene i tabell 7.1 oppfylles.

1. Verdiene gjelder for 230/400 V system og det skilles ikke mellom isolasjonsholdfasthet for fase-fase og fase-jord

Kravene 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>Impulsholdespenning</b>	<b>Anleggsbeskrivelse</b>	<b>Jernbaneverkets tilleggskommentar</b>
6 kV	Hovedfordeling, strøminntak, inklusiv 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	Signal- og teleanlegg

## 2.4 Isolasjonsavstander i lavspenningsanlegg

- a) Med bakgrunn i verdien for impulsholdespenning i tabell 7.1 skal isolasjonsavstander i luft være i henhold til tabell 7.2

Avstandene er avhengig av lokalisering og forurensningsgrad. Ref, [EN 50124-1]

Tabell 7.2 Minimum avstand i luft for ulike impulsholdespenninger i lavspenningsanlegg avhengig av lokalisering.

<b>Impulsholdespenning</b>	<b>Isolasjonsavstand [mm]</b>		
	<b>Innendørs i kapsling</b>	<b>Innendørs uten kapsling</b>	<b>Utendørs</b>
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>\*)</sup> 1,6mm i PD4,

<sup>\*\*)</sup> 0,8mm i PD3

### 3 OVERSPENNINGSBESKYTTELSE

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

- a) Anlegg med overspenningsvern bør ha beskyttelse mot serielyn.

Dette kan oppnås ved å dublere alle vern, det vil si at det bør installeres to like vern ved siden av hverandre som gjensidig reserve.

- b) Vern for spesielt viktige og utsatte installasjoner bør ha alarmkontakt for melding ved defekte vern.

#### 3.1 Overspenningsvern

##### 3.1.1 Funksjon under normal drift

- a) Overspenningsvernet skal være høyohmig og ikke representere en feilkilde ved nominell spenning.

Betingelsen er bestemmende for vernets laveste vernnivå, se kommentarer til tabell 7.3.

##### 3.1.2 Funksjon ved overspenning

- a) Ved overspenninger skal vernet være anleggets "svakeste punkt", dvs at vernet skal uskadeliggjøre overspenninger før isolasjonen skades.

Betingelsen er bestemmende for vernets høyeste vernnivå, se kommentarer til tabell 7.3.

##### 3.1.3 Funksjon ved havarert vern

- a) Ved havari av overspenningsvern skal vernet automatisk kobles fra, slik at det ikke blir stående som en lavohming forbindelse.
- b) Havarerte/defekte vern, skal ha varsel som er godt synlig ved inspeksjon.
1. Defekte vern skal skiftes ut snarest.

##### 3.1.4 Plassering av overspenningsvern

- a) Overspenningsvern skal plasseres så nær som mulig foran det objektet som skal beskyttes.
- b) Det skal alltid være en elektrode med gode høyfrekvente egenskaper (impulselectrode) i forbindelse med overspenningsvern.
1. Avstanden mellom vern og jordelektrode skal være kortest mulig.
  2. Overgangsmotstanden til jordelektroden bør ha lavest mulig overgangsmotstand, se kap. 6.
- c) Ledningsføring mellom spenningsførende leder og vern og mellom vern og impulselectrode skal være så kort som mulig, og skal ikke legges i skarpe vinkler.

### 3.2 Krav til vernnivå ( $U_{res}$ )

Under forutsetning av at isolasjonsnivået for materiellet tilfredsstiller kravene foran gjelder karakteristiske spenningsdata som vist i tabell 7.3.

Tabell 7.3 Krav til 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 grovvern (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 utstyr (signalanl/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 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.

### 3.3 Overspenningsvern på stasjoner og eltekniske hus

Avsnittet omhandler vern mot overspenninger fra strømforsyningsiden til teknisk utstyr.

- Grovvern 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 skal installeres i de respektive fordelingsskap for signal-, fjernkontroll- og teleanlegg, se også avsnitt 3.5.

### 3.3.1 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.

- a) Finvernet skal ha minst 5-10 % høyere vernnivå enn grovvernet, mens grovvernet skal ha høyest energiopptaksevne.
- b) Vern skal være montert slik at det ikke medfører berøringsfare (IP20), eller skade på annet utstyr.
- c) Det skal ved montering tas hensyn til nødvendig sikkerhetsavstand til annet utstyr, spenningsførende deler eller jord for å hindre overslag ved utblåsninger fra vern som tenner og avleder overspenninger.
- d) 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.
- e) Alarmkontakt bør også monteres for egne sikringer foran overspenningsvern.

Dersom sikringer kobler ut vil vernet ikke fungere, og alarm vil gi beskjed om dette.

Det er 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.

### 3.4 Bruk av overspenningsvern på fri linje

- a) Det skal monteres overspenningsvern ved punkter i nettet hvor det forventes at kan opptre skade utstyr eller kabler som følge overspenninger.  
Som et minimum skal det monteres overspenningsvern ved de stedene som er beskrevet i avsnittene 3.4.1 - 3.4.3 nedenfor.

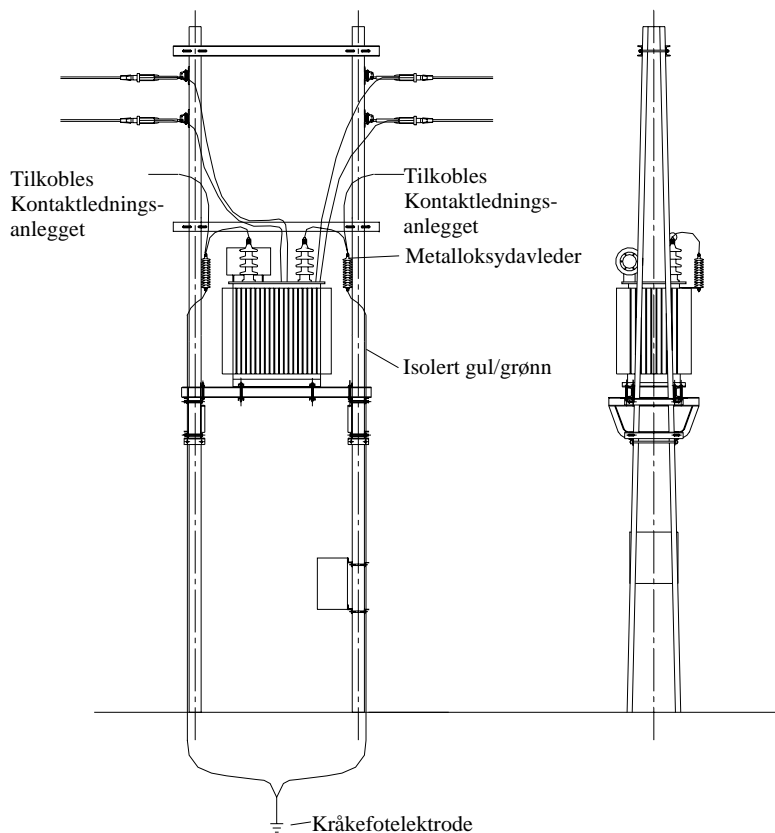
Ved å installere overspenningsvern (mellom kl og "sann jord" + jordleder/returkrets) med jevne mellomrom på fri linje, oppnås bedre beskyttelse av parallelle kabler og annet anlegg som er koblet til skinnene. Forutsetningen for at vernene skal fungere som beskyttelse, er at det opprettes en god impulselektrode på stedet. Det bør være utjevningsforbindelse mellom impulselektrode og øvrig jordingsanlegg koblet til banestrømmens returkrets, se også kap. 6, avsn. 3.6.13.

#### 3.4.1 Overspenningsvern ved sugetransformator

- a) Det skal installeres overspenningsvern på begge sider av hver sugetransformator mellom kontaktledningen og impulselektrode, se figur 7.1

Unntak: For sugetransformator i tunneler installeres overspenningsvern i kontaktledningsanlegget uten for tunnelmunningene.

## Isolasjonskoordinering og overspenningsbeskyttelse



Figur 7.1

Eksempel på arrangement av overspenningsvern ved sugetransformator

### 3.4.2 Overspenningsvern ved reservestrømstransformator

- a) Tilsvarende som ved sugetransformator skal det installeres vern ved reservestrømstransformatorer mellom kontaktledningen og en impulselektrode på stedet.
1. Vernet bør tilkobles kontaktledningen mellom skillebryter og sikring for enklere utskifting av defekt avleder, se også kapittel 8.

### 3.4.3 Overspenningsvern ved høyspenningskabler

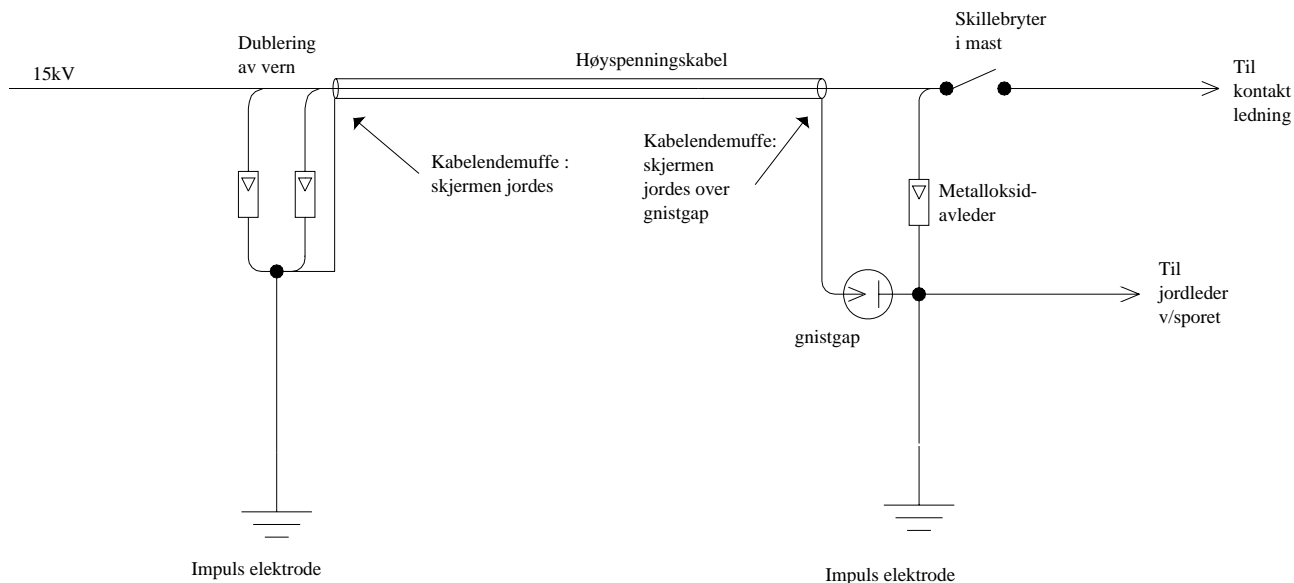
- a) Det skal monteres overspenningsvern i begge ender av høyspenningskabler.
- b) For korte kabelføringer (forbigangskabel ved bruer og lignende) kan det være nok med overspenningsvern i ene enden, avhengig av lengde og lokale forhold.
1. For lengre kabler bør det benyttes gnistgap mellom "åpen" skjerm og jord

Figur 7.2 viser eksempel på overspenningsbeskyttelse ved lengre høyspenningskabel (matekabel, forbigangskabel m.v.). I tillegg til dublerede vern mellom kabel og jord i forsyningsenden er kabelens skjerm jordet over et gnistgap ute ved kontaktledningen, samt overspenningsvern mellom kontaktledning og jord.

- c) Det skal dokumenteres at kabelen tåler de spenningspåkjenninger som kan oppstå dersom overspenningsvern eller gnistgap ikke monteres.



## Isolasjonskoordinering og overspenningsbeskyttelse



Figur 7.2

*Eksempel på overspenningsbeskyttelse av matekabel, med overspenningsvern og gnistgap i overgang mellom kabel og kontaktledning, og dublert overspenningsvern i forsyningsenden.*

### 3.5 Overspenningsvern for kommunikasjons- og signalutstyr

- a) I tillegg til overspenningsvern på strømforsyningsiden av utstyret, skal det monteres egne vern for inn- og utgående kabler og linjer i sikrings-, tele,- og fjernstyringsanlegg som beskrevet i respektive regelverk [JD 5XX].
- b) Generelt bør det monteres overspenningsvern ved terminering av linjer på alle ut- og inngående par for kabelføringer som er:
- forlagt langs jernbanetraseen og er utsatt for induserte spenninger fra banestrøm
  - tilkoblet utstyr i skap/kapslinger koblet til banestrømmens returkrete (se kap. 6)
  - koblet til luftstrekke nær termineringssted
  - koblet til utstyr utsatt for lynnedslag (antennemaster og lignende)