

Overspenninger / Vern / Jording

Lynoverspenninger

Innholdsfortegnelse:	
Tittel:	Info-blad nr:
Vern av 12 kV og 24 kV mastetransformatorer og nettstasjoner mot lynoverspenninger	7.1 - 1995
Del 1: Oversikt over problemstilling og mulige vernearrangement	
Del 2: Betydning av vern på lavspentside og jording	
Del 3: Valg av vernearrangement	
Del 4: Plassering av vern på transformator og valg av gapavstander og merkespenning	
Overspenningsvern i lavspenningsnettet.	7.4 - 1985
Vertikale og horisontale gnistgap i fordelingsnett opp til 24 kV	7.5 - 1986
Registrering av lynnedslag	7.9 - 2002
Luftlinjer. Tiltak for å redusere hyppighet av spenningsforstyrrelser som følger av lynnedslag	7.13 - 2001
Innskutt kabel i 24 kV luftlinje	7.14 - 2004

Del 1: Oversikt over problemstilling og mulige vernearrangement

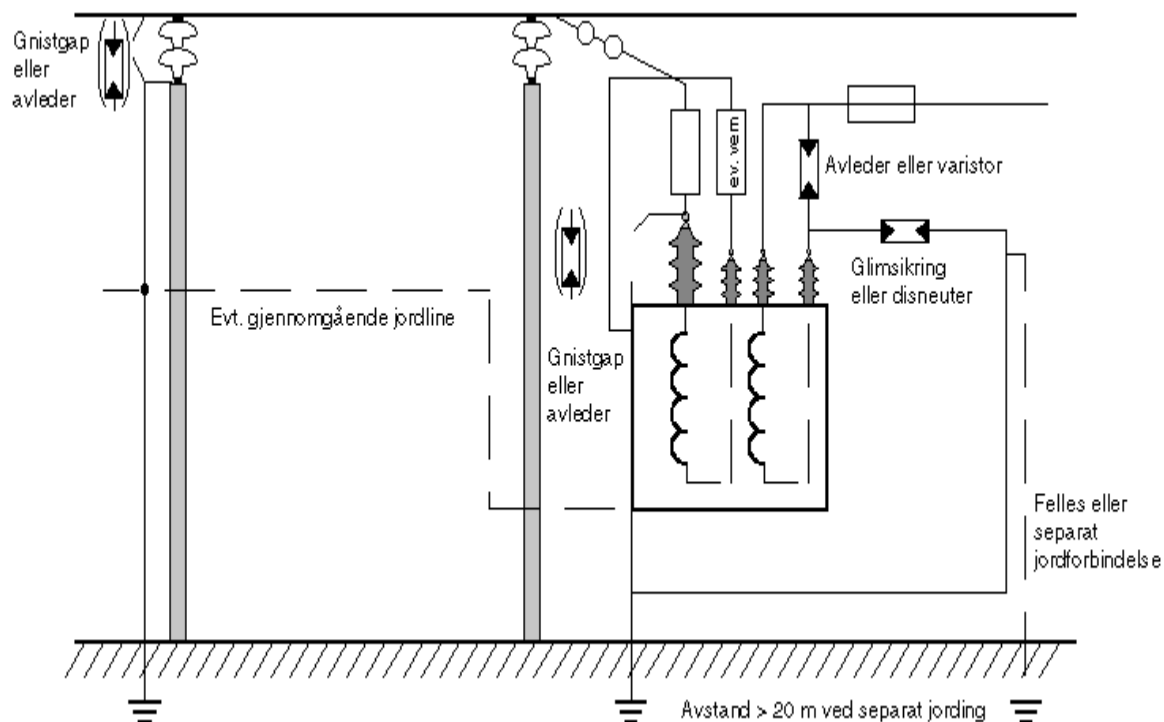
7.1

Generelt:

- Analyse av transformatorhavarier har vist at de ofte kan tilbakeføres til lynoverspenninger. Hyppigheten av denne type havarier avhenger av lokale forhold og hvorledes transformatoren er vernet.
- I områder der lynaktiviteten er lav vil en kunne oppnå akseptabel havarihyppighet selv om en ikke benytter noe vern mot lynoverspenninger. I svært utsatte områder vil en på den annen side selv ved omfattende vernetiltak kunne få høyere havarihyppighet enn ønskelig. Lynaktiviteten er følgelig en avgjørende faktor ved valg av vern.
- Kunnskapen om lynaktiviteten er i dag begrenset bl.a. når det gjelder lokale variasjoner. Statnett er i samarbeid med EFI i ferd med å bygge opp et landsomfattende registreringsutstyr som i fremtiden vil gi bedre oversikt.
- Når en skal verne en transformator, må en sørge for at vernet er slik til at en tilfredsstiller de lokale minimumskrav til elkvalitet. For eventuelt ytterligere vern vil et optimalt valg være et vernearrangement der omkostningene ikke overskrider gevinsten ved reduksjon av havarihyppighet, inklusive avbruddskostnader. Kunnskaper om hvor utsatt en gitt transformator er for lynoverspenninger er normalt ikke tilstrekkelig til at en kan basere seg på en ren optimalisering når en skal verne en transformator. I en slik situasjon kan en ta utgangspunkt i følgende problemstilling:
 - Hvilken reduksjon i havarihyppighet må oppnås for at en gitt investering i vern skal være lønnsom?
 - Er det realistisk å oppnå en slik reduksjon?

EFI TR A4236: "Lynoverspenninger i fordelingsnett - vernestrategier" viser hvorledes en kan beregne kravet til redusert havarihyppighet. I rapporten er også angitt typiske tallverdier for avbruddskostnader.

Oversikt over aktuelle vernearrangement:



Figur 1 Prinsskisse for vern.

- Figuren viser en oversikt over de typer vern som er aktuelle. Detaljer vedrørende de ulike vern er behandlet i del 4 av dette infoblad.
- I tillegg til de komponenter som vanligvis oppfattes som vern har en i figuren også tatt med andre elementer som har betydning når det gjelder å beskytte transformatoren mot skadelige lynoverspenninger.

Avledere eller gnistgap som vern:

- Med tanke på vern av transformatoren er det forholdsvis liten forskjell på avledere eller gnistgap. Den viktigste forskjellen er at en ved bruk av avledere unngår de ulemper som tenning av gnistgap medfører. Ved direkte nedslag betyr dette forholdsvis lite da en i de fleste tilfeller får overslag mellom fasene.
- For nedslag i nærheten av linjen vil situasjonen være en annen. Slike nedslag forårsaker induuerte overspenninger som kan medføre tenning av flere gnistgap, men sjelden overslag mellom faser når en benytter avledere. Da induerte lynoverspenninger opptrer langt hyppigere enn direkte nedslag, vil en oppnå betydelig reduksjon i avbruddshyppighet ved å benytte avledere fremfor gnistgap.
- Tenning av gnistgap skjer også av andre årsaker enn lynoverspenninger. I praksis har dyr som fugler og ekorn vist seg å være et problem i mange områder. Disse dyrene forårsaker normalt bare tenning av gap i en fase, noe som isolert sett ikke påvirker linjespenningene. Problemet med dyr kan i stor utstrekning unngås ved å benytte gap som er utstyr med spesiell beskyttelse. Dersom jordfeilstrommen i gapet blir større enn 25-35 A er det imidlertid en betydelig risiko for at en får en stående lysbue som kan skade faselinene. I mange nett unngås dette problemet ved å benytte automatisk utkobling (og gjeninnkobling). Dette medfører imidlertid dip i spenningen, som mange brukere ikke kan akseptere.

Litteraturreferanser:

EFI TR A4236: Lynoverspenninger i fordelingsnett - vernestrategier.

EFI TR A4235: Optimalisering av overspenningsvern. Vern av 12 og 24 kV distribusjonstransformatorer.

EFI TR A3724: Fordelingstransformatorer. Vern mot lynoverspenninger og lynstrømmer.

EFI TR A2560: Lynoverspenninger på fordelingstransformatorer.

EFI TR A2025: Vern mot lynoverspenninger i fordelingsnett.

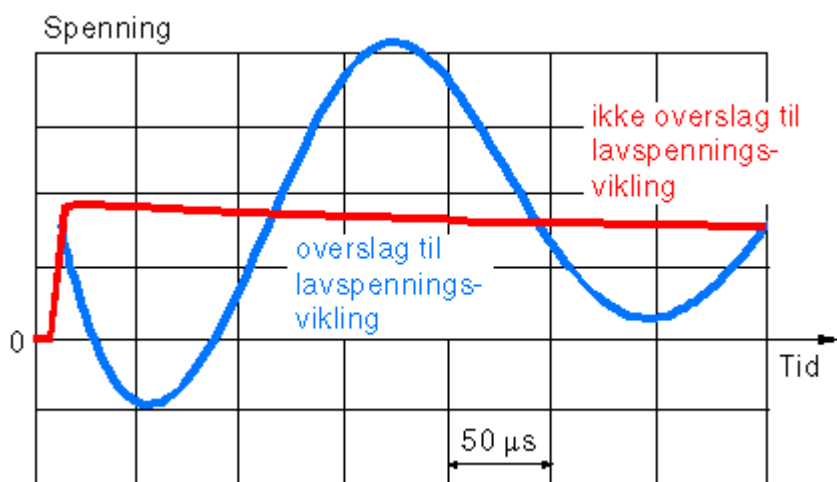
[Til toppen av siden](#)

Del 2: Betydning av vern på lavspentside og jording

7.2

Vern på lavspentsiden:

- Et direkte nedslag ute i høyspentlinjen medfører at en spenningsbølge forplanter seg inn mot transformatoren, hvor en bør ha vern da det ellers er betydelig risiko for at holdfastheten overskrides. Selv om vernet effektivt begrenser klemmespenningene på transformatoren, er forholdene langs linjen av stor betydning for de påkjenningene transformatoren utsettes for. I prinsippet bør holdfasthet til jord og jordingsmotstanden være så lav som mulig. I praksis vil linjens holdfasthet reduseres vesentlig dersom en benytter jordede traverser.
- Ved transformatoren vil en pga. vernet få stor strøm til jord og derved også betydelig spenningsforskjell mellom transformatorboks og sann jord. Selv om transformatorens jordingsmotstand er lav, må en regne med at det er betydelig risiko for at det slår over fra kasse til lavspentsvikling. Dette gir tilnærmet en sprangspenning over lavspentsviklingen og denne spenningen transformeres over til høyspentsviklingen hvor den kommer i tillegg til den spenningen en ellers har der. Figur 2 viser som eksempel spenningen i nullpunktet i en stjernekoblet høyspentsvikling. Kurve a) er spenningen mot kassen uten overslag til lavspentsviklingen. Denne spenningen er tilnærmet lik spenningen på faseuttakene hvor en har avledere. Kurve b) viser spenningen når en har overslag til lavspentsviklingen. Typisk frekvens for spenningsbidraget fra lavspentsiden er 4-20 kHz. Amplituden er tilnærmet lik amplituden på spranget på lavspentsiden multiplisert med omsetningsforholdet som typisk er i området 100. **En viktig konsekvens av dette er at en må begrense spenningen over lavspentsviklingen for å hindre gjennomslag på høyspentsiden.**
- Spenningsforløpene i figur 2 gjelder når en ikke har noen forbindelse til jord i nullpunktet på høyspentsiden. Dette innebærer at den ene enden av høyspentsviklingen kan svinge fritt. Ved å jorde nullpunktet eller ved å verne det f.eks. med avleder, kan en begrense nullpunktspenningen, men en vil fortsatt kunne få en ekstra spenningspåkjenning langs viklingen.



Figur 2
Spenning mellom høyspent nullpunkt og transformatorboks.

- Figur 2 viser at spenningen som overføres fra lavspentsviklingen overlagres spenningen over

høyspentklemmene. Ved å erstatte avlederen med et gnistgap blir spenningen over høyspent- klemmen praktisk talt null etter at gapet har tent. Dette er fordelaktig når det gjelder spenningen i nullpunktet. En ulempe med gnistgapet er at det først tenner på en spenning som er høyere enn den begrensningen en oppnår ved bruk av avleder, spesielt ved steile overspenninger.

- Spenningen overføres induktivt fra lavspentsviklingen til høyspentviklingen og polariteten på første utsving avhenger av vikleretningen. Det beste vil være at første utsving kommer i motfase i forhold til klemmespenningen slik som vist i figur 2. Dette vil redusere påkjenningene dersom varigheten på innkommende spenningsbølge er begrenset.

Jording av lavspentsiden:

- Prinsipielt er separat jording av lavspentsiden å foretrekke. Av praktiske grunner benyttes likevel ofte felles jordforbindelse for høy- og lavspentsiden. Ved feilsituasjoner i høyspentnettet kan en via den felles jordbindelsen få skadelige overspenninger i lavspennetnettet. Disse kan bl.a. medføre en betydelig brannrisiko.
- Med tanke på lynoverspenninger vil det også i de fleste tilfeller være fordelaktig med separat jording. En bør likevel benytte vern på lavspentsiden fordi det også ved separat jording er en ikke ubetydelig risiko for overslag fra kassen til lavspentsviklingen. Overslagsspenningen kan være i området 40 kV og en betydelig del av denne spenningen vil legge seg over lavspentsviklingen dersom den ikke har noe vern. Risikoen for gjennomslag i høyspentviklingen blir da svært høy.

Gjennomgående jordline:

- Bruk av gjennomgående jordliner er ikke motivert ut fra lynoverspenningsforhold. Ved nedslag i stor avstand fra transformatoren vil en gjennomgående jordline likevel være fordelaktig fordi den reduserer overslagsspenningen mot jord og gir flere parallelle jordforbindelser. For nedslag i nærheten av transformatoren vil den kunne ha en negativ innvirkning idet en del av strømmen i jordlinen ledes til jord via transformatorboksen og derved øker kassepotensialet. Dette gjelder spesielt når overgangsmotstanden til jord er betydelig lavere ved transformatoren enn ellers langs linjen.

Litteraturreferanser:

EFI TR A4235: Optimalisering av overspenningsvern. Vern av 12 og 24 kV
distribusjonstransformatorer.

EFI TR A3724: Fordelingstransformatorer. Vern mot lynoverspenninger og lynstrømmer.

EFI TR A2560: Lynoverspenninger på fordelingstransformatorer.

EFI TR A2025: Vern mot lynoverspenninger i fordelingsnett.

[Til toppen av siden](#)

Del 3: Valg av vernearrangement

7.1

Innledning:

- Behovet for vern avhenger helt av hvor utsatt transformatoren er for lynoverspenninger. Det er derfor ikke mulig på generelt grunnlag å angi entydig hvorledes en transformator bør vernes.
- En mer fruktbar problemstilling er å sette de ulike vernetiltak opp i en prioritert rekkefølge i avhengighet av hvor utsatt transformatoren er. En slik prioritering vil ikke være entydig fordi kostnadene ved å installere en bestemt type vern avhenger av de lokale forhold, f.eks. hvor vanskelig det er å oppnå lav jordingsmotstand eller eventuelle plassproblemer ved montering av vern i et eksisterende anlegg.
- Nedenfor presenteres en prioritert liste som i utgangspunktet er tenkt anvendt for en **nv** transformator.

Prioriteringene er basert på "typiske" kostnader og må derfor i høyeste grad betraktes som veiledende:

1. Koblingsgruppe:

- Det forutsettes at nullpunktet er tilgjengelig på lavspentsiden slik at en der ikke har mulighet til å benytte deltakobling. For høyspentviklingen gjelder følgende rangering når det gjelder induserte lynoverspenninger fra lavspentsiden: stjernekobling med vernet nullpunkt er best, fulgt av deltakobling og tilslutt stjernekobling uten vern av nullpunktet. Ved valg av koblingsgruppe må en også ta hensyn til andre forhold enn lynoverspenninger.

2. Vern på lav- og høyspentsiden av transformatoren:

- Lavspentviklingen vernes med varistorer eller avledere. Selv om det er viktigst med vern på lavspentsiden når en har isolert nullpunktet på høyspentsiden, bør denne type vern også benyttes ved de andre koblingsalternativene. I tillegg til lavspentvern anbefales også vern på høyspentsiden, i det minste gnistgap. Detaljer vedrørende plassering og valg av gapavstander og merkespenninger er beskrevet i del 4 av dette infoblad.

3. Separat jording av høy- og lavspent side:

- Jordelektrodene vil bli påvirket av hverandre og for at denne påvirkningen ikke skal bli for sterk bør avstanden mellom de to jordforbindelsene være minst 20 m. Ved gunstige jordingsforhold (ca 10 ohm) kan avstanden reduseres.
- Selv om en benytter separat jording bør en normalt også utføre vernetiltakene 1-2.

4. Vern i nabomast:

- Det viktigste her er å få rimelig god forbindelse fra travers til jord. I tillegg bør en benytte gnistgap eller eventuelt avledere.

5. Jording av gjennomgående jordline:

- En egen jording uavhengig av transformatorens jording er fordelaktig med tanke på lynoverspenninger ved transformatoren, spesielt når den har vesentlig lavere overgangsmotstand til jord enn jordlinen. I praksis vil det i slike tilfeller være forholdsvis vanskelig å oppnå en tilstrekkelig god jording av jordlinen uten å utnytte transformatorens jording. Som et alternativ i slike tilfeller kan det være aktuelt å bedre overgangsmotstanden til jord langs jordlinen samtidig som en beholder forbindelsen til transformatorens jording.
- Prioriteringene 1-5 gjelder for en ny transformator. For en eksisterende transformator vil prioriteringene kunne bli en annen, f.eks. vil en da kunne få betydelige ekstrakostnader ved montering av vern på høyspentsiden.

Spesielle forhold ved nettstasjoner:

- Når det gjelder lynoverspenninger er det ikke noen prinsipiell forskjell på vern av en masttransformator og en nettstasjon, bortsett fra innføringskabelen på høyspentsiden. Denne bør vernes på linjesiden dersom det i det hele tatt er aktuelt med vern. Avlederene (evt gnistgap) plasseres mellom faseleder og kabelskjerm som må ha god forbindelse til jord. Dersom kabelen er kortere enn 30 m er det ikke nødvendig med vern på faseuttakene på høyspentviklingen. Behovet for vern av transformatorens nullpunkt påvirkes ikke av innføringskabelen.

Bruk av avledere innendørs:

- Ved installasjon av overspenningsavledere innendørs må det tas hensyn til muligheten for at disse kan eksplodere. Avlederne må derfor ha betrvøgende skjerming, fortrinnsvis med tett dekning. Dette

gjelder spesielt for avledere med porselenhus.

Litteraturreferanser:

EFI TR A4236: Lynoverspenninger i fordelingsnett - vernestrategier.

EFI TR A4235: Optimalisering av overspenningsvern. Vern av 12 og 24 kV distribusjonstransformatorer.

EFI TR A3724: Fordelingstransformatorer. Vern mot lynoverspenninger og lynstrømmer.

EFI TR A2560: Lynoverspenninger på fordelingstransformatorer.

EFI TR A2317: Mastetransformatorarrangement. Vurdering av komponentvalg og samspill mellom komponenter.

EFI TR A2025: Vern mot lynoverspenninger i fordelingsnett.

NEVF publ. 284-1981: Kompaktkiosker.

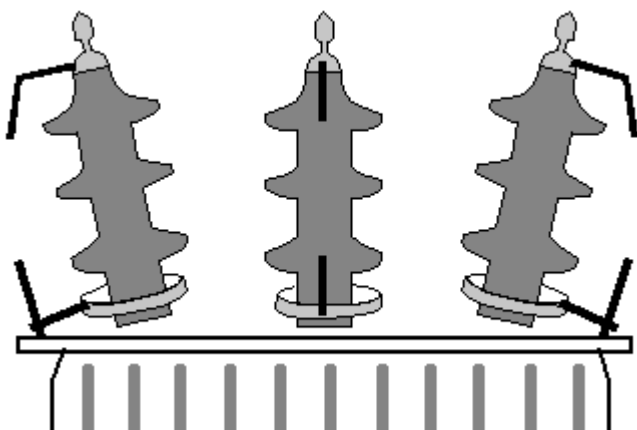
EFI-NEVF publ. 1985: Innvendig betjente nettstasjoner.

[Til toppen av siden](#)

Del 4: Plassering av vern på transformator og valg av gapavstander og merkespenning

7.1

Høyspentside:

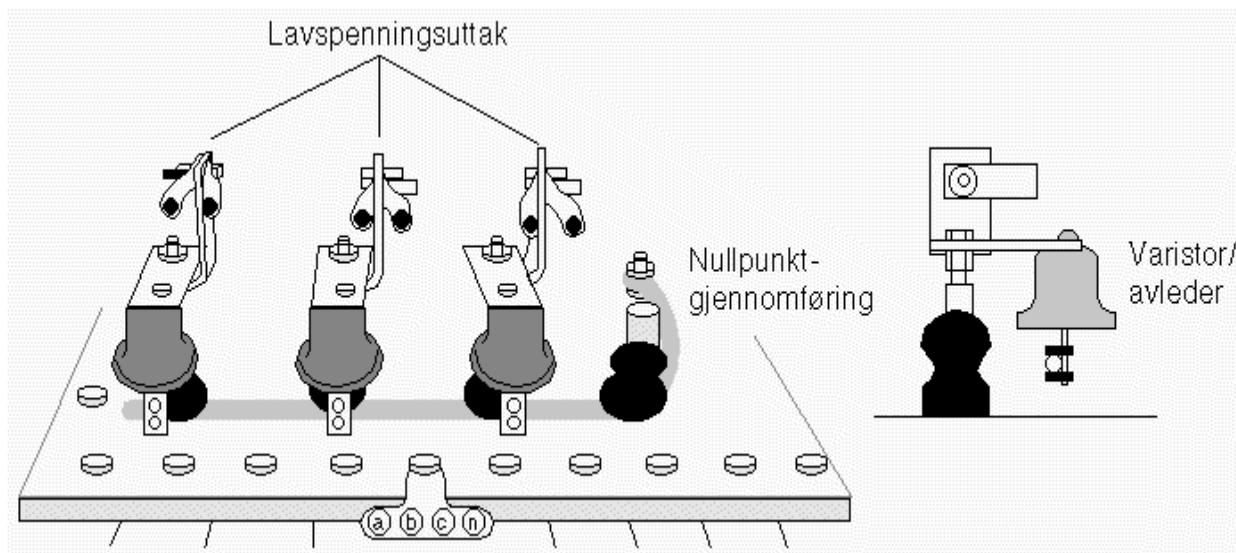


Figur 3
Plassering av gnistgap, høyspentside.

- Figur 3 viser et gnistgaparrangement over høyspenningsgjennomføringene på en transformator. Ved 24 kV systemspenning bør gaplengden ligge i området 9-12 cm. Ved 12 kV systemspenning anbefales gap i størrelsen 6-7 cm. For transformatorer med uttatt N-punkt benyttes det 6-8 cm for 24 kV og 4-6 cm for 12 kV.
- Dersom avledere anvendes som vern, bør disse monteres direkte over gjennomføringene på transformatoren i likhet med gnistgapene som vist i figur 3. Selv forholdsvis korte tilledninger (f.eks. totalt 5 m) vil gi en merkbar økning av spenningen over transformator-klemmene.
- Merkespenningen bør velges så lav som mulig for å oppnå en best mulig beskyttelse. Det som bestemmer merkespenningene er langvarige (temporære) overspenninger som kan medføre avledehvari dersom merkespenningen er for lav. Dersom en ikke har annet underlag, kan en anta at en avleder mellom fase og jord påkjennes i lang tid med linjespenningen ved enfase jordfeil og at denne overspenningen er dimensjonerende for avlederen.
 - Eksempel på valg av merkespenning for avledere i 24 kV nett: Dersom avlederen kontinuerlig tåler 80% av merkespenningen, må denne minst være 30 kV.
- En avleder mellom nullpunkt og jord kan tilsvarende dimensjoneres for høyeste driftsfrekvent fasespenning pluss 20%.

- I nett med stor utstrekning må en generelt påregne høyere temporære overspenninger. Merkespenningene må da velges tilsvarende høyere, typisk 10-20%.
- Avlederne bør minst ha 10 kA merkestrøm. Normalt vil det være tilstrekkelig å velge laveste energiklasse.
- Dersom en har høyspentsikringer, vil tenning av gnistgapene i figur 3 medføre sikringsbrudd. Erfaringsmessig unngår en stort sett dette ved bruk av avledere. Sikringsbrudd kan også unngås ved å plassere gnistgapene på linjesiden av sikringene, men dette gir et dårligere vern.

Lavspentside:



Figur 4 Plassering av vern, lavspentside.

- Figur 4 viser arrangement av et lavspenningsvern (avledere eller varistorer). Som figuren viser, bør vernet monteres direkte mellom lavspenningsgjennomføringene og lavspenningsnullpunktet.
- Vernemessig kan varistorer og avledere grovt sett ansees som likeverdige. Vernet bør dimensjoneres for en kontinuerlig spenning som minst er 20% over høyeste driftsspenning; 280 V er et typisk valg. Vernet bør normalt ha 10 kA merkestrøm.
- For å oppnå effektivt vern av høyspentviklingen, bør ikke merkespenning for lavspenntvernet velges høyere enn nødvendig.
- Vær oppmerksom på at det ute i lavspenntettet kan være nødvendig å velge høyere merkespenninger som beskrevet i [infoblad 7.4](#).

Litteraturreferanser:

EFI TR A4236: Lynoverspenninger i fordelingsnett - vernestrategier.

EFI TR A4235: Optimalisering av overspenningsvern. Vern av 12 og 24 kV distribusjonstransformatorer.

EFI TR A3724: Fordelingstransformatorer. Vern mot lynoverspenninger og lynstrømmer.

EFI TR A2560: Lynoverspenninger på fordelingstransformatorer.

EFI TR A2025: Vern mot lynoverspenninger i fordelingsnett.

[Til toppen av siden](#)

Generelt:

- Overspenninger i lavspenningsnettet skyldes atmosfæriske utladninger, bryterkoplinger eller feil i nettet (f.eks. kortslutning, jordslutning).
- Overspenninger kan også overføres fra høyspenningsnettet via jord i transformatorarrangementet.
- I luftledningsnett vil de største overspenningene skyldes atmosfæriske utladninger, men jordfeil er også en farlig kilde til overspenning.
- Store overspenninger vil føre til overslag/gjennomslag til jord i installasjoner, og kan forårsake brann.
- Mindre overspenninger og svært kortvarige påkjenninger kan ofte være et problem for moderne elektronikkutstyr som har lavt isolasjonsnivå og tåler lite overspenning.
- Risikoen for feil/skader pga. overspenninger kan reduseres i høy grad ved bruk av overspenningsavledere (vern).

Plassering av avledere for primærvern:

- Tilfredsstillende vern for alle abonnenter kan kreve avledere på flere steder i nettet og eventuelt inne i installasjonene.
- Detaljerte retningslinjer for plassering av avledere er enda ikke utarbeidet, og foreløpig er det mest aktuelt å plassere vern på inntaket til abonnenter som anses å være utsatt for skade pga. overspenning.
- Avledere kan plasseres i inntakstolpe eller på vegg utendørs eller i skap/boks innendørs. De koples mellom hver enkel fase og abonnentenes jordingsanlegg. På monteringsstedet bør det være liten avstand både til fasene og til hovedjord, f.eks. ved sikringskap eller tavle. Ved montering på vegg eller stolpe må jordledning føres ut. Ledning/skjerm i kabel vil være å foretrekke.
- Jordmotstanden bør være lav, men avledere vil også ha god verneeffekt for abonnenet med høy jordmotstand dersom anlegget har liten utstrekning og felles jord for alle installasjoner som krever jording.
- Overspenningsvern med lav jordmotstand vil ha en viss verneeffekt også for nærliggende abonnenter, men medfører også større påkjenning på avlederne.
- Avledere til vern av spesielt følsomme apparater kan plasseres i apparat eller foranliggende kontakt. Små avledere uten termisk utløser bør bare tilkoples mellom fasene eller mellom fase og nøytralleder - ikke mellom fase og jord i IT-system, dvs. nett uten N-leder.

Valg av avledere:

- Det bør velges avledere av klasse 2,5 - 5 kA (8/20 μ s) eller høyere for spesielt utsatte områder.
- Metalloksydavledere (MOA) har de gunstigste verneegenskaper, men lekkstrømmen i normal drift (jordfeil i IT-system) kan være et problem.
- Vårt 230 V IT-system kan også ved feil i høyspenningsnettet gi større driftsfrekvent spenningspåkjenning fase-jord hos abonnentene enn TN-systemet med medbrakt jord (PEN-leder).
- Merkespenning/slokkespenning for avlederne bør derfor være minst 350 V_{eff} og høyeste tillatte kontinuerlige spenning (COV) minst 275-280 V_{eff} . Det har forekommet havari/nedsmelting av 275 V avledere.
- Mulige driftsfrekvente jordpotensialer i transformatorens lavspente nøytralpunkt under feil i høyspenningsnettet kan gjøre det ønskelig med betydelig høyere COV. Alternativt kan jordpotensialet reduseres med separat jording av nøytralpunktet eller plassering av spesielle avledere eller gap på utvalgte steder med lav jordmotstand.
- Alle avledere mellom fase og jord i IT-system bør ha termosikring som feildetektor og vern mot brann ved innendørs montering. Alternativt brannvern er montering i brannsikker boks.
- Avledere til montering mellom fasene i apparat kan ha lavere klasse, og får definert driftsspenning som tillater avledere med $\text{COV} = 275 V_{\text{eff}}$, men må være godkjent sammen med apparatet.

Isolasjons- og avlederkoordinering:

- De anbefalte regler for valg og plassering av avledere forutsetter at de største utladningsstrømmer

ledes til jord nær inntaket til abonnenten. Dette vil oftest være oppfylt når det ikke står avledere til jord lenger inne i installasjonen.

- En overspenning i IT-system kan svinge opp til nesten 2 ganger avlederspenningen inne i installasjonen, f.eks. ca. $2 \times 1 \text{ kV}$ ved 1 kA avlederstrøm i en MOA-avleder med $\text{COV} = 300 \text{ V}_{\text{eff}}$. Et apparat med lavere isolasjonsnivå enn 2 kV kan trenge ekstra vern innebygget eller i stikkontakt.
- Dersom ekstra vern mellom fase og jord er nødvendig, bør det ha samme avlederkaraktistikk som avlederne på inntaket. Lavere avlederspenning vil føre til at ekstravernet tar den største del av utladningen.

[Til toppen av siden](#)

Vertikale og horisontale gnistgap i fordelingsnett opp til 24 kV

7.5

Egenskaper:

- Tennspenningen for et gnistgap avhenger av steilheten på den innkommende spenningsbølge. Tidspenningskarakteristikken for et 10 cm gnistgap (positiv polaritet) er vist på fig.1.

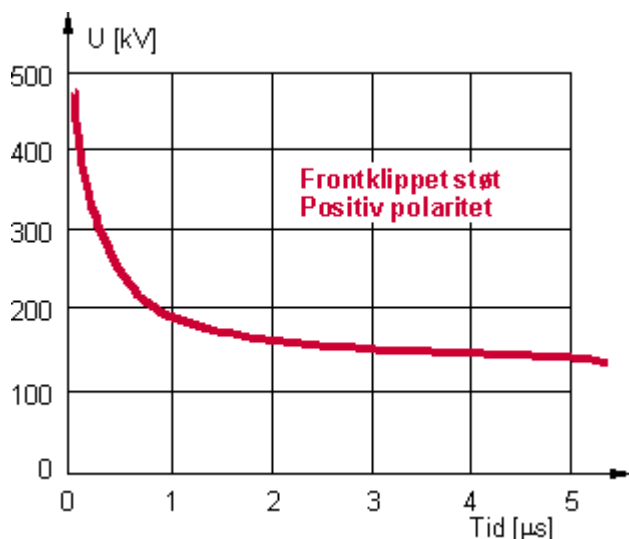


Fig.1.:
Tid- spenningskarakteristikk for 10 cm gnistgap.

- Med 10 cm vertikalt gnistgap er det utført slokkeprøve (måling av slokketid som funksjon av strømmen) med 18 A og 12 kV drivende spenning og med og uten vind på tvers av gapet. Med vindhastighet på 0,2 m/sek ble lysbuen stående, mens vindhastighet på 0,8 m/sek slokte lysbuen etter 1-2 sek. Vindhastighet 0,8 m/sek tilsvarer flau vind som defineres ved at vindretningen sees av røykens drift.
- Slokkeprøver som er utført med 10 cm horisontalt gnistgap med elektroder av rustfritt stål, har gitt slokketider i området 2-9 sekunder (vindstille) med strømmer i området 14-45 A. Midlere slokketid i dette strømområdet var ca. 3,5 sek. Spenningen over gapet var 13,8 kV som er fasespenning for 24 kV systemspenning. Med elektroder av varmgalvanisert jern økte slokketiden ca. 3 ganger. Dette er det viktig å være oppmerksom på. Slokketiden vil også variere med vindstyrke og vindretning i gapet.

Bruksområde:

- Gnistgap brukes spesielt som vern på linjer og på transformatorer opp til 24 kV systemspenning (jfr. EFI TR nr. 2025).

Valg av gapåpning:

- Det er anbefalt gapåpninger i området 6,0 - 8,0 cm for 12 kV systemspenning og 9 - 12 cm for 24 kV systemspenning. Men det har også vært anvendt gapåpninger ned til 8 cm på transformatorer for 24 kV systemspenning med godt resultat. En gapåpning på 8 cm synes å være litt for kort når vernet også plasseres i nabomaster, fordi flere mindre gap vil gi større sannsynlighet for uønskede tenninger (jfr. EFI TR nr. 2025).

Plassering av gnistgap:

- Gnistgapene plasseres enten direkte over transformatorens høyspenningsgjennomføringer og/eller i en av de nærmeste mastene på begge sider av transformatoren (jfr. EFI TR nr. 2025).

Driftserfaringer:

- Erfaringsmaterialet samlet inn i forbindelse med overspenninger og vern i fordelingsnett viser at kombinasjonen gnistgap i nabomast med vern på lavspenningsside gir meget gode driftsresultater.
- Negative erfaringer med vertikale gnistgap er at det har forekommet noen tilfeller av stående lysbue med avbrent faseline som resultat. Likeså har man i nett med utkobling for enfase jordfeil fått en del uønskede koblinger på grunn av fugl og ekorn som har kortsluttet gapene. Erfaringer hos elverk som bruker horisontale gap med fuglevern viser at denne typer gap synes å ha redusert problemene.

Litteraturreferanse:

EFI TR nr. 2025: Vern mot lynoverspenninger i fordelingsnett.

EFI TR nr. 3724: Fordelingstransformatorer. Vern mot lynoverspenninger og lynstrømmer.

VAST-Vattenfall: Overspenningsskydd i 11-22 kV nät.

Elverkföreningen: Jämforelse ventilavleder - gnistgap. Mars 1985.

[Til toppen av siden](#)

Registrering av lynnedslag

7.9

Generelt

Tordenvær og lynnedslag er årsak til mange feil, skader og avbrudd i energiforsyningen. De største problemene opptrer i høy- og lavspennings distribusjonsnett. Spesielt er fordelingstransformatorer utsatt.

For å kunne vurdere behovet for omfattende beskyttelsestiltak (info-blad 4.1 - 4.4) trengs data for nedslagssted, hyppighet, fordeling over året, lynstrømmenes størrelse og energiinnhold. SEfAS har derfor gjennom mange år i samarbeid med bransjen arbeidet med å fremskaffe et pålitelig dataunderlag når det gjelder lynnedslag. Blant annet har det tidligere vært gjort observasjoner med såkalte lyntellere. Dette systemet ga en viss indikasjon på den generelle lynaktiviteten i de ulike landsdeler, men ingen informasjon om strømstyrke, polaritet og posisjon til de enkelte nedslag.

Statnett SF har bygd ut og driver et landsomfattende lynregistreringssystem som angir posisjon og andre data for lynnedslag. Systemet har vært i drift siden 1996. Fra 1998 dekket systemet hele landet.

SINTEF Energiforskning er Statnetts samarbeidspartner for distribusjon av lydndata til brukere i Norge. Det er etablert en internett-basert abonnent tjeneste. Den gir tilgang til on-line data via oppdaterte plott på kart (eller

lister) hvert 5. minutt, og til historiske data i arkiv. Tjenesten er tilgjengelig via SINTEF Energiforsknings hjemmesider.

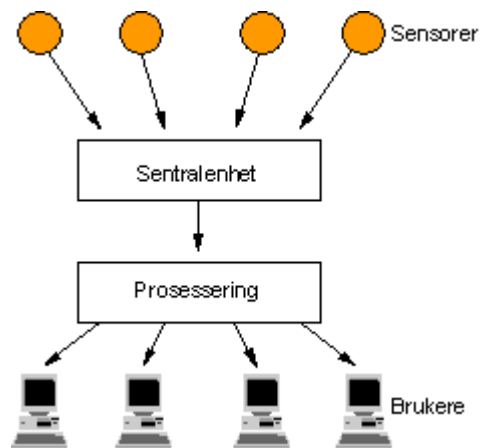
DNMI, større e-verk og forsvaret har direkte adgang til lydndata (data i sann tid levert direkte hos brukeren). Telenor har en løsning for overføring av historiske data (lyndata fram til og med siste døgn).



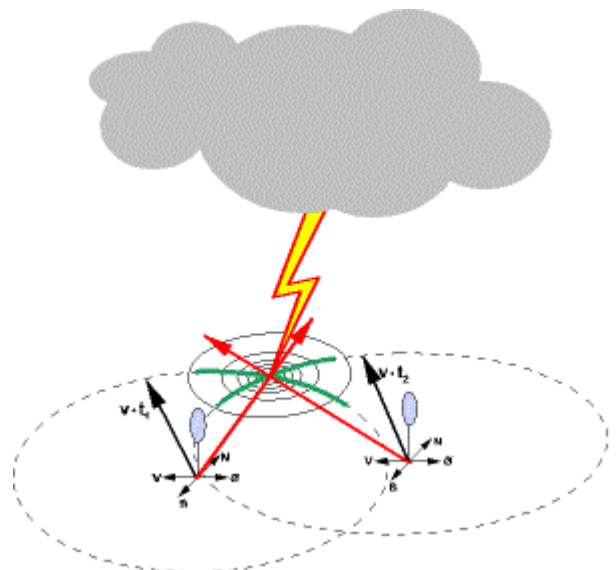
Systembeskrivelse

Figur 1 Posisjonene til sensorene.

Sensorene registrerer de elektromagnetiske signalene som genereres ved et lynnedslag. De aller fleste nedslag blir registrert innenfor en avstand på 300 km. Kraftige utladninger kan detekteres innenfor 500-600 km. Ved hjelp av GPS registreres tidspunktet med en nøyaktighet som er bedre enn 0,1 milliontedels sekund. Systemet lokaliserer nedslagene geografisk både ved krysspeiling mellom sensorer og tidsdifferanser mellom sensorer. Dette gir en lokaliseringnøyaktighet på ned til 500 m. Signalene fra lynnedslag til jord adskiller seg fra signalene ved utladninger mellom skyer. Det er bare nedslag til jord som registreres.



Figur 2. Systemets prinsipielle oppbygging



Figur 3 Prinsipp for nedslagsregistrering ved krysspeiling og bruk av differanser i registreringspunktet

En gradvis utbygging i Norge pågikk fra høsten 1994 og fram til 1996 da systemet kom i drift med 3 sensorer. Systemet har senere blitt utvidet slik at det i dag (november 2002) er 14 norske sensorer tilkoblet. I tillegg er også tilkoblet 9 sensorer fra Sverige, 5 fra Finland og 6 via Euclid (Europeisk samarbeidsorganisasjon).

Tilgjengelig informasjon fra systemet

Det påregnes at minst 70-80% av alle lynnedslag om sommeren skal detekteres og lokaliseres når svstemet er fullt utbvøgd. For vintertordenvær på Vestlandet og langs kvsten nordover er

deteksjonsgraden foreløpig 50-60 %, idet lynnedslag vinterstid har spesielle egenskaper. En tilpassing av deteksjonskriteriene er under vurdering for sikrere deteksjon av denne type utladninger.

Lokaliseringsnøyaktigheten varierer med nedslagsstedets posisjon i forhold til sensorene og antall sensorer som har detektert nedslaget. Generelt vil nøyaktigheten være best for kraftige utladninger idet flere sensorer vil registrere nedslaget. I gunstige tilfeller antas en lokaliseringssikkerhet på noen hundre meter. Ved deteksjon fra bare to sensorer kan avviket bli noen km. Idet rådataene fra de enkelte sensorer er tilgjengelig, er det imidlertid mulig å anslå usikkerheten i hvert enkelt tilfelle. Videre arbeider vi med et verktøy for etteranalyser basert på spesielle matematiske metoder med sikte på nøyaktighetsanalyse av de enkelte nedslag, eventuelt med forbedret regnemodell for lokaliseringen.

For hvert enkelt lynnedslag angis disse basisdata som standard:

- Tidspunkt (med nøyaktighet i millisekunder)
- Nedslagets posisjon (i grader nord og øst med 3 desimaler)
- Lynstrømmens toppverdi (kA med ca. 40% unøyaktighet)
- Antall delutladninger pr. nedslag
- Nummeret på de sensorene som har registrert nedslaget

For spesialanalyser er det også mulig å studere de enkelte delutladninger (multippellyn) for et nedslag. Derved kan blant annet tidsdifferanser og lynstrøm studeres for de enkelte utladningene.

Verktøy for tilknytning og datadisplay, statistikker etc.

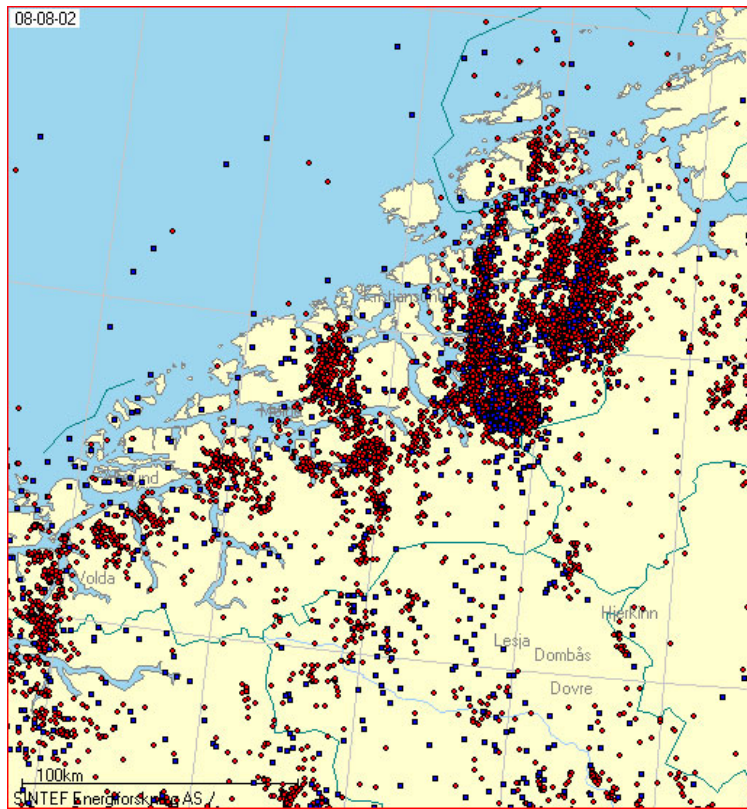
SINTEF Energiforskning har utviklet et Windowsbasert programsystem for innhenting av data i sann tid med plotting på et valgfritt kartbilde (zoomingsteknikk), etablering og automatisk oppdatering av lokal database, replott av lagrede data og diverse statistiske analyser. Bruk av standard PC-utstyr er forutsatt.

Et digitalt kartunderlag for Norden inngår i programsystemet. Det er fullt mulig å legge inn kraftledninger, stasjoner og lignende på kartunderlaget. Dette vil være nyttig både for on-line overvåking av driftssikkerheten i et nett og for etteranalyser av skader.

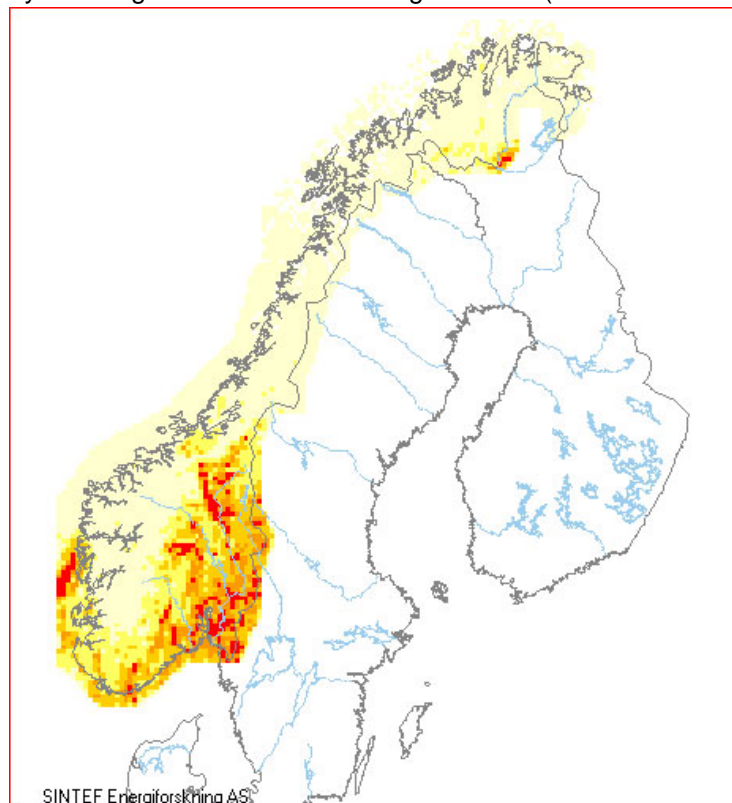
Statnetts sentralnettkunder kan tilknyttes systemet gjennom det generelle datakommunikasjonssystemet EDAPAK. De kan hente inn data on-line. Et alternativ er å benytte våre LynWEB sider. Dette er en enkel og praktisk løsning som kun krever tilgang til internett og et abonnement som gir adgang til systemet.

Det foreligger allerede et omfattende historisk datamateriale fra sommeren 1996 og fram til 2002.

SINTEF Energiforskning tilbyr også å lage spesifikke datasammenstillinger på oppdrag, eksempelvis i forbindelse med skader og lignende under tordenvær.



Figur 4 Registrerte lynnedslag 08.08.02 over Møre og Romsdal (ca 7000 nedslag).



Figur 5
Beregnet gjennomsnittlig nedslagstetthet for hele landet (10*10km ruter) basert på registrerte data fra 1996 - 2001. (Nedslagstettheten varierer fra 0,4 (rød) til 0,0 (hvitt) pr km² pr år. Maks.verdi er 1,02 lyn/km² og år.

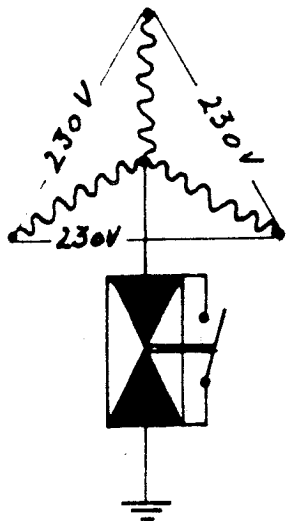
Kontaktpersoner for ytterligere informasjon

Detaljinformasjon om systemet og de tjenester som tilbys, inkl. priser, fås ved henvendelse til SINTEF Energiforskning ved Frank Dahlslett (tlf. 73596471) eller Oddgeir Rokseth (tlf. 73597236).

[Til toppen av siden](#)

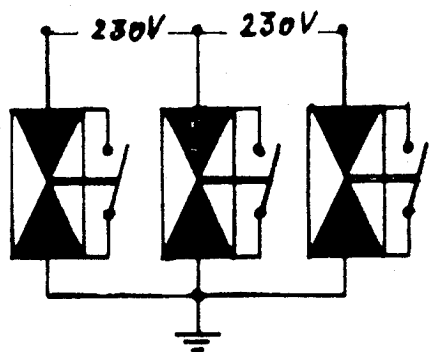
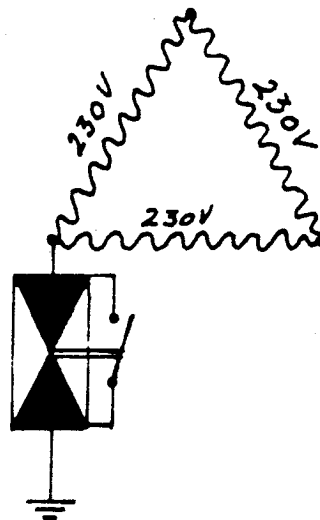


Eksempler på anvendelser og koblinger av DISNEUTER



Disneuter brukt som gjennomslagssikring koblet mellom transformatorens lavspente stjernepunkt og jord. Ved 230 V linjespenning anvendes Disneuter type: LDS 250.

Disneuter brukt som gjennomslagssikring koblet mellom en fase og jord når transformatorens lavspentevikling er trekant koblet. Ved 230 V linjespenning anvendes Disneuter type: LDS 440.



Disneuter i stjernekobling for beskyttelse av 230 V nett ved fellesføring høy-, lavspente på samme stolperække.

Samme kobling brukes som beskyttelse av 230 V nett når det er dårlige jordingsforhold ved transformatorens 0-punkt. Arrangementet kan da plasseres i lavspennetnettet på ett sted med gode jordingsforhold.

BERGGÅRD AMUNDSEN & CO. A/S

Plogveien 3 b. Oslo 6
Sentralbord 67 3365

SOULÉ