

LITT OM TORDENVÆR

Orientering for skytebaser og andre
søm håndterer elektriske tennere og
sprengstoff

TRIPPEL LYNVARSLER er utviklet av firmaet ERIC BULL A/S i
samråd med Direktoratet for arbeidstilsynet, og den er også
godkjent av Kungliga Arbetarskyddsstyrelsen i Stockholm.

LITT TEORI OM ATOMER OG ELEKTRONER.

Alle stoffer består av molekyler. Et molekyl er den minste del som et stoff kan deles opp i uten at det endrer sine egenskaper.

Molekylene kan igjen deles opp i atomer. Stoffer hvor molekylene består av like atomer, kalles grunnstoffer. Idag kjenner man ca. 100 grunnstoffer. I sammensatte stoffer består molekylet av atomer fra to eller flere grunnstoffer. Vannmolekylet har f.eks. 2 atomer hydrogen (vannstoff) og 1 atom oksygen (surstoff).

Atomet består av en indre klump som kalles kjernen, og rundt kjernen sirkler det små partikler som kalles elektroner. Grunnstoffene skiller seg fra hinannen i hvor mange elektroner som sirkler rundt atomkjernen.

Hvis man tar elektroner fra et stoff og fører dem over til et annet stoff, vil det første stoffet få mangel på elektroner og det andre vil få overskudd. Ved en slik elektronoverføring får stoffene egenskaper som de tidligere ikke hadde. Disse egenskapene betegner man som elektriske egenskaper, fordi de har sin årsak i mangel på eller overskudd av elektroner. Stoffer med overskudd av elektroner kalles negative eller negativt elektriske, og stoffer med underskudd på elektroner kalles positive eller positivt elektriske. Man kan også si at stoffene har negativ eller positiv elektrisitet eller er negativt eller positivt ladet.

Elektronene har den egenskap at de virker frastötende på hinannen. Jo flere elektroner man samler på et sted, jo mer presser de derfor utover. Dette presset kalles spenning og er et uttrykk for med hvilken kraft elektronene forsöker å komme bort fra hinannen. Omgivelsene hindrer dem i dette, og man sier at omgivelsene isolerer dem.

Antallet av overskuddselektroner eller manglende elektroner kaller man negativ eller positiv ladning. Etter det som er sagt foran, må altså spenningen stige når ladningen stiger.

Hittil har vi forutsatt at de legemer som er blitt ladet ved at det er gått elektroner fra det ene til det annet, er blitt fjernet fra hinannen, slik at elektronene ikke kan strömmen tilbake igjen fordi luften isolerer.

Enkelte stoffer, særlig metallene, har den egenskapen at elektronene kan passere gjennom dem som vann i et vannrör. Slike stoffer kan ikke isolere, slik som luften gjør, og kalles ledere fordi de leder elektronene på samme måte som vannet blir ledet i en vannledning.

Når man har ladet to legemer ved å före elektroner fra det ene til det andre, er det ikke bare legemene som får elektriske egenskaper, men også rommet mellom dem. Dette viser seg ved at hvis det plasseres en liten, negativt ladet kule mellom dem, så beveger den seg fra det negative legemet til det positive. Et enkelt, negativt elektron vil gjøre det samme. I rommet mellom to elektriske legemer er det altså en kraft som har evnen til å virke på andre elektriske legemer i rommet. Denne kraften kalles

feltstyrken. Der hvor det er en kraft tilstede, hersker det også en spenningstilstand, slik at man også kan måle spenning i rommet mellom elektriske legemer.

Forbinder man et positivt og et negativt elektrisk legeme med en metall-ledning (en leder), vil elektronene gå tilbake igjen til det positive legemet. Var underskuddet i det positive legemet like stort som overskuddet i det negative, vil alle overskudds-elektroner gå tilbake til det positive legemet, som får sitt underskudd dekket slik at begge legemene blir uelektriske. Overføringen av elektronene gjennom ledningen kalles en elektrisk strøm. Målet for strømmen er antallet av elektroner som passerer gjennom ledningen hvert sekund. Den praktiske måleenheten er ampère (forkortes gjerne til A), og en ampère motsvarer omtrent så mange elektroner i sekundet som et 1-tall med 19 nuller etter.

La oss nå ta et lite tilbakeblikk over det som er nevnt foran. Gni man to legemer av forskjellig stoff mot hinannen, vil det gå elektroner fra det ene legemet over til det andre. Skiller man nå de to legemer fra hinannen med luft imellom, blir de isolert, og elektronene kan ikke gå tilbake igjen til det legemet som de kom fra. Det legemet som ga elektroner fra seg, er blitt positivt oppladet eller positivt elektrisk, og det legemet som mottok elektroner er blitt negativt oppladet eller negativt elektrisk. Noen stoffer er isolatorer som hindrer gjennomgang av elektroner, og andre stoffer er ledere som lar elektronene slippe igjennom. Elektronene vil søke tilbake til det legemet som har underskudd på elektroner, men hvis det er et isolerende stoff, som f.eks. luft, mellom de negativt og positivt ladete legemer, vil elektronene ikke slippe over. På grunn av den kraftvirkningen som da er i rommet mellom de to ladete legemene, kan man måle en spenning i dette rommet. Forbinder man derimot de to legemene med en kobbertråd, som er en god leder, så vil elektronene gå tilbake igjen med det resultat at legemene blir uelektriske som de var før vi skilte elektrisiteten ved å gni dem mot hinannen. Tørr luft er en særlig god isolator. Når du i tørt vær tar av deg en nylonskjorte, kan du merke at den er blitt elektrisk. Holder du den f.eks. mot hodet, vil den trekke til seg håret, og det slår ofte en gnist mellom nylonskjorta og kroppen. Hvordan kan denne gnisten slå over når luften er en isolator? Det viser seg at hvis spenningen mellom to elektrisk ladete legemer blir for stor, klarer luften ikke lenger å isolere. Elektronene vil da gå over i et jump, og dette er det vi ser som en gnist, en såkalt utladningsgnist. Da vi ovenfor har nevnt at elektroner i bevegelse er en elektrisk strøm, vil det også gå over en strøm når gnisten går over, og denne strømmen kaller vi for utladningsstrømmen, fordi den lader ut legemene slik at de ikke lenger blir elektriske.

TORDENVÆR OG LUFTELEKTRISITET.

I friluft oppstår også elektrisitet ved gnidning, men legemene er her ikke faste legemer som f.eks. nylonskjorta og kroppen, men bare luftmasser. Når sola skinner på et tørt landskap, f.eks. en by, blir luften oppvarmet. Den utvider seg og stiger til værs. Hvis det utenfor byen er sjø eller skog som er kjøligere, vil luften her ligge mer i ro. Der hvor den kalde stillestående og den varme oppoverstigende luft støter sammen, vil man få gnidning mellom luftmassene. Det samme skjer hvis en vanndråpe eller hagl faller hurtig ned. Da hender det, nøyaktig som med nylonklærne, at elektronene blir ført over fra den ene luftmassen til den andre. Spenningen mellom de høyere luftlag og jordoverflaten stiger, og stiger den nok, får man et lyn, som er en utladningsgnist mellom de høyere luftlag og jorden. Lynutladningen er så sterk at luften som lynstrålen går gjennom blir oppvarmet, og temperaturen kan komme opp i 30 000°. Strømmen blir voldsomt stor i den korte tiden lynet varer. Den kan variere fra 10 000 til 100 000 ampère. Når vi vet at sikringene for lyskursen hjemme er på 10 ampère, ser vi at strømmen i et lyn kan bli fra 1000 til 10 000 ganger sterkere. En så kraftig strøm virker naturligvis på omgivelsene, og hvis det er ledninger i nærheten, kan det smittes over eller "induseres" strømmer der. Selv i en sleppe i fjellet, hvor det er litt fuktighet slik at den blir en leder, kan et lynnedslag i nærheten lage strømmer, selv om lynnedslaget slett ikke treffer sleppa direkte.

I nærheten av et lynnedslag kan det altså gå strøm mange rare steder, selv om du ikke alltid merker noe direkte til det. Hvis du arbeider med elektriske tennere, må du være forberedt på at disse kan få strøm fra tilfeldige steder og at de kan gå av uten at du ønsker det. Det er for å unngå slike uhell at det er satt opp forskrifter av arbeidstilsyn og verneledere om behandling av tennere.

Tordenvær kan altså dannes som ovenfor beskrevet når kald og varm luft tørner sammen. Grensen mellom den varme og kalde luften er uregelmessig og med mange hvirvler. Dette gjør at de elektriske ladningene kan oppstå på forskjellige steder, og de kan innen samme skyformasjon få spenning med motsatt polaritet, altså med positiv elektrisitet noen steder og negativ andre steder. Nede på jordoverflaten vil det samle seg elektrisitet som har den motsatte polaritet av den som skyen har på undersiden.

Lynet vil gjerne ta den korteste veg mellom to slike forskjellige ladninger. Det kan hende at den korteste veg er fra en ladet sky til en annen, eller den kan være fra sky til jord.

Som nevnt kan man få ladninger på flere steder, og som regel må det flere utladninger til før skyen blir "tømt". Oftest blåser det ganske kraftig under tordenvær. Uværet vil altså stryke over et meget større område enn akkurat der det blir dannet. Heldigvis varsler det sitt komme på lang avstand ved at man ser og hører lyn og torden. Lynvarsleren hjelper til her ved at

lynnedslag registreres lenger borte enn man kan se og høre.

Om sommeren dannes de fleste tordenvær et eller annet sted over innlandet og kan drive langt avgårde med vinden. Om vinteren er det oftest kaldt over hele landet og liten mulighet for at det skal dannes tordenvær. Over åpent hav ute i Nordsjøen er det derimot ofte varmere luft, og når denne støter mot den kalde luften fra Nordishavet eller fra land, kan det hende at man får gnidning mellom den kalde og den varme luften, slik at det blir dannet en tordensky langt ute i havet. Så lenge skyen er over havet kan den holde seg i ro, men hvis den kommer drivende inn mot land, kan ladningen komme så nær fjell eller åser at hele skyen utlades med ett eller ganske få lyn fra sky til jord. Disse såkalte "Nordsjøtordenvær" er meget sjeldne, men de kan være lumske fordi de ikke varsler sin ankomst før den ladete skyen observeres med lynvarslersens statiske sonde.

Ovenfor har vi nevnt at alle lyn smitter over (induserer) strømmer i nærliggende ledere. Når lynet slår mellom to skyer, kan det altså indirekte lage strømmer i jorden selv om det ikke slår ned. I almindelighet blir strømmene merkbare bare i det nærmeste området under tordenskyen. Når lynet slår ned, kommer de kraftige strømmene ned i bakken og fordeler seg der. De indirekte strømmene kan bli meget farligere i dette tilfelle enn når lynet slår mellom to skyer.

Nå er det jo slik at alle elektriske gnister, små og store, sender ut radiobølger. Man kan høre dette som skraping i radiomottagere når det er tordenvær i luften. Er tordenværet nær, eller er det kraftig, vil sprakingen høres sterkere enn når tordenværet er langt borte. Før man hadde lynvarslere benyttet man seg ofte av dette for å gi varsel på arbeidssteder hvor man håndterer sprengstoff, særlig der hvor man bruker elektriske tennere. Nå er det meget vanskelig å bedømme den sprakingen man nesten alltid hører i radio: om det virkelig er tordenværsspraking, og hvor sterkt eller hvor langt borte uværet kan være. For å få en sikrere bedømmelse har norske ingeniører, i samarbeide med meteorologer, konstruert TRIPPEL lynvarsleren.

Vi vil kort gjenta det som har betydning for å forstå lynvarslersens virkemåte. Det ble nevnt at enhver gnist, det vil si også et lyn, sender ut radiobølger, og at styrken av radiosignalene er et mål for hvor nær eller hvor fjernt tordenværet er. Det ble likeledes nevnt at hvis en sky er ladet, så vil den motsatte ladningen samle seg i jorden under skyen. Er skyen positiv, vil jordoverflaten under skyen bli negativ, og omvendt. Skyen og jordoverflaten under den kan nå betraktes som to ladete legemer. Jo større ladningene er, jo større vil spenningen mellom skyen og jordoverflaten være. Hvis du kunne bringe en ledning opp til skyen og forbinde med et voltmeter, kunne du måle denne spenningen. Du husker imidlertid at det er nevnt foran at det også er en "elektrisk feltstyrke", eller en spenning, i rommet mellom ladningene, det vil si mellom skyen og jordoverflaten, og at denne spenningen blir større når spenningen mellom ladningene blir større. Hvis du derfor plasserer en spenningsmålingssonde et stykke opp i luften og forbinder den andre enden av måle-

instrumentet med jord, så vil du kunne måle spenningen mellom dette stedet i rommet og jordoverflaten. En slik måleinnretning kalles i fagsproget en gradientsonde. Denne måler skyens spenning mot jorden og varsler med signal hvis spenningen er så høy at det er fare for lynnedslag. Du får altså et varsel før lynet kommer.

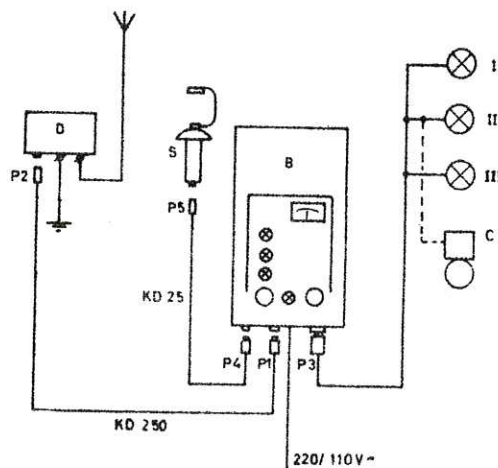
VIRKEMÅTEN FOR TRIPPEL LYNVARSLER.

Trippel betyr tredobbelt, og navnet er valgt fordi varsleren gir signal for tre forskjellige styrkegrader av lynutladningen. Det kan også sies slik at tre forskjellige signaler viser:

- 1) at tordenværet er langt borte,
- 2) at det er så nær at det kan bli farlig, og
- 3) at det er like ved.

Lynvarsleren består av 3 deler:

- B: en betjeningsenhet laget som et lite veggskap av støpt aluminium, som inneholder en stor del av apparatets "hjerne". Utenpå betjeningsenheten er det montert signallamper, måleinstrument som viser den statiske spenning på arbeidsstedet, og prøveknapper.
- D: en "detektor" med tilhørende antenne, og
- S: en gradientsonde.



På tegningen er disse delene vist: Betjeningsenhet B, Detektor D, Gradientsonde S. Til høyre på tegningen er også vist de 3 fargete signallampene som man på enkelte arbeidsplasser har montert ute eller like ved innslaget.

"Detektoren" er en radiomottager som er laget slik at den tar imot radiobølger som kommer fra lynutladninger, men ikke tar imot vanlige radiosignaler fra kringkasting, telegrafi eller telefoni. Lynvarsleren måler hvor sterkt signalet fra lynet er. Hvis det er svært svakt, tennes det grønne lyset. Dette er altså et varsel om at det er tordenvær et sted i distriktet, men det er så langt borte eller så svakt at det foreløpig ikke er farlig. Hvis det er et tordenvær av den typen hvor lynet slår mellom skyene, kan det til og med komme så nær at man kan se gjenskinnet av lynet og høre torden uten at det ansees som farlig. Lynvarsleren kjenner altså etter og merker at dette bare er et svakt signal og altså foreløpig ikke farlig.

Kommer tordenværet nærmere, eller skulle et lyn slå ned istedenfor mellom skyer, får lynvarsleren et kraftigere signal. Det tennes da i tillegg til det grønne også et gult lys, og samtidig kan varsleren automatisk gi signal til stuff om å stoppe arbeidet.

Hvis lynnedslagene kommer nærmere, eller hvis man får lyn mellom to skyer like over lynvarsleren, vil den gi alarm for høyeste fare ved også å tenne det røde lyset.

Når lynvarslerens detektor og antenne står høyt og fritt i terrenget, vil den selvfølgelig fange opp svakere signaler enn når den står i dalbunnen, klemt mellom høye fjell eller i skyggen av høye byggverk. Vær klar over at en fjellrygg eller en ås vil skjerme slik at tordenvær bak disse vil registreres meget senere enn tordenvær som kommer langs dalen eller fra lavereliggende flatt land. Den tid som går fra det grønne signalet er tent inntil gult signal kommer kan derfor bli forskjellig, avhengig av hvilken retning tordenværet kommer fra.

TRIPPEL lynvarsleren har overspenningssikringer som beskytter apparatet. Blir det et kraftig nedslag like i nærheten, er det imidlertid ingenting som holder. Det er derfor man må prøve apparatet med trykknappene ved hvert skift, og selvsagt også etter tordenvær. Alle apparatdeler er forbundet med hverandre med stikkontakter. Skulle det ha oppstått skade, er det bare å ta ut kontaktene (noe det ikke behøves elektriker til, bare husk å vri låsringene mot venstre!), ta ned det skadete apparat og sende det til reparasjon eller ombygning.

Når tordenværet kommer ganske nær, vil den statiske spenningen på stedet bli urolig og stige sterkt for lynet slår. Enkelte mennesker kan merke disse forandringene, de føler seg uvel, "værsyke". Men intet menneske er så følsomt at det med sikkerhet kan avgjøre hvilke skyer som har sterk elektrisk ladning.

Gradientsonden er den del av lynvarsleren som kjenner etter hvor høy den statiske spenningen er, og som altså er meget

fölsommere for elektrisitet i luften enn noe menneske. Sonden må ha fritt sikt til skyen for å kunne føle spenningen. Den virker altså ikke for den ladete tordenskyen er kommet inn over området. Elektrisiteten i skyen er både positiv og negativ. Måleinstrumentet på betjeningsboksen, som er tilkoblet gradientsonden og viser spenningen, har derfor skala med null på midten og økende verdi både til høyre (negativ spenning) og venstre (positiv spenning). Det spiller forøvrig liten rolle om spenningen er positiv eller negativ, den kan være like farlig i begge tilfelle når den blir høy nok. Så lenge den er lav, er det ingen fare.

Tordenskyer er som regel ganske store i utstrekning, og lynutladningene innen samme sky kan flytte seg tilfeldig, snart i den ene og snart i den andre enden av skyen. Når skyen er innenfor synsfeltet fra gradientsonden, er måleinstrumentet på betjeningsboksen til god hjelp. Hvis det kommer et lyn i borteste ende av skyen og dette f.eks. er skygget av et fjell, så får du, hvis lynet ikke er spesielt kraftig, bare grønt signal. Hvis viseren på instrumentet fortsatt har stort utslag, betyr det at det ennå er elektrisitet i den del av skyen som er i nærheten av det sted varsleren står. Andre ganger kan det hende at instrumentets viser blir stående like ved nullstillingen, og da kan du være sikker på at den skyen som er rett over er ufarlig. Men under tordenvær blåser det jo ofte, så man må passe på om det skulle komme nye tordenskyer drivende.

Vi har for forklart at gnidning gir forstyrrelser i det normale elektriske felt. Gnidningen får du altså i liten målestokk når du vrenger av deg en nylonskjorte, og, under visse spesielle forhold, i stor målestokk når vanndråper, haglkorn eller sne faller gjennom luften og derved gnis mot luftmolekylene, eller når kalde og varme luftmasser støter sammen.

Om vinteren blir fokksne elektrisk ladet på grunn av at den gnisser mot underlaget. Denne ladningen vises ved at lynvarslerens instrument gir utslag. Man kan se at instrumentutslaget varierer med hver vindbyge. Nå blir disse ladninger aldri så store at de er farlige for HU-tennere. Det er heller ingen fare inne i tunnelen om man observerer statisk spenning i friluft dersom denne kommer av sne, regn eller fykende støv eller sand.

Kommer det en ordentlig tordensky med høy ladning inn over det stedet sonden er montert, vil man få et kraftigere utslag på instrumentet, og den grønne forvarselsslampen vil også tennes. Når man får dette signalet (grønt lys og stort utslag på instrumentet, til høyre eller venstre) er det altså et varsel som under helt spesielle forhold kan bety fare. I Norge er det mulighet for slike ekstreme situasjoner i den kalde årstid langs vest- og nordlandskysten, og også inne i fjordene der hvor sjöluften presses oppover av fjellene (se side 4 om "Nordsjötordenvær").

Grønt lys og stort utslag på instrumentet forteller at det er en eller annen slags elektrisitet i luften og at du selv må vurdere situasjonen. Se instruksene! På östlandet, og om sommeren over hele landet, betyr imidlertid grønt lys ikke fare ved arbeider i tunnel, men det er et varsel om at du må passe på

om været forandrer seg. Langs kysten i den kalde årstid betyr det at du må være særdeles aktsom og selv bedømme situasjonen. Slår instrumentet helt ut og viseren nærmer seg 10, er det nok mulighet for at det kan ende med lynnedslag. Under et vanlig sommertordenvær vil du se at instrumentutslaget stadig varierer. Ved hvert lyn i nærheten gjør viseren et hopp, i regelen mot null. Hvis du ikke lenger får signal om tordenvær på gul eller rød lampe, bør du følge med på instrumentet. Når viseren nærmer seg null (midt på skalaen) og holder seg i ro på en lav verdi, betyr det at faren er over og at arbeidet kan settes i gang igjen.

Lær deg instruksjonen for TRIPPEL lynvarsleren. Er det noe du er i tvil om, så snakk med dine foresatte eller med vernelederen. Hvis disse ikke kan svare, så be om at man henvender seg til arbeidstilsynet når det gjelder forskrifter. Gjelder det tekniske, meteorologiske eller fysiske spørsmål i forbindelse med lynvarsleren, vil leverandørfirmaet stå til tjeneste med sine erfaringer. Ring serviceingeniør Reidar Elgethun, Oslo, telefon 46 84 92 eller privat 26 04 59, eller hovedkontoret, siviling. Eric Bull, telefon Gulsvik 351.

Obs! Som det fremgår ovenfor, kan det langs kysten oppstå situasjoner hvor man må observere været selv, i tillegg til hva lynvarsleren viser. Du kan stole på TRIPPEL, men vær klar over at den tross alt bare er et teknisk hjelpemiddel for deg forat du skal kunne bedømme vær-situasjonen sikrere.