



Bekledningen må være tilpasset energien du reelt kan bli utsatt for. Både energimengde, tid og avstand må tas med i betraktningen. (Ill: Trainor AS)

31-01-2017 12:01 CET

## Riktig bekledning for beskyttelse mot lysbue

*Behov for beskyttelse mot elektrisk fare avhenger av anlegget du er i, samt hvor i anlegget du er. Lær risikovurdering, og hvordan du bør kle deg for å jobbe sikrest mulig.*

*Av: Hans Olav Arnesen, Seniorinstruktør i Trainor.*

**Krav i forskrift**

Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (FSE) stiller krav til iverksetting av tiltak for å unngå skade på liv, helse og materielle verdier. For å ivareta dette må arbeidstaker alltid beskyttes mot aktuell fare. Ved lysbuefare må all bekledning være tilpasset energien personen reelt kan bli utsatt for. En risikovurdering må altså bygge på hvilken energi en kortslutning med lysbue vil påføre vedkommende. Det er anleggseier, ved driftsleder/ansvarshavende (faglig ansvarlig), som plikter å kjenne til farene i sine elektriske anlegg.

## Beregning av energi i en lysbue (hendelsesenergi)

For å kunne angi det potensielle skadeomfanget ved lysbuekortslutning, brukes begrepet hendelsesenergi, som oppgis i kalorier pr. kvadratcentimeter ( $\text{cal}/\text{cm}^2$ ). Hendelsesenergien avhenger av hvor mye energi som frigjøres i den tiden lysbuen varer og avstanden fra lysbuen. Hendelsesenergi beregnes på bakgrunn av informasjon om anlegget, som spenningsnivå, kortslutningsstrøm, vern-innstillinger og hva som er koblet til av forsyning og forbrukere. Normalt beregnes hendelsesenergien i en definert avstand fra samleskinnen der lysbuen oppstår (amerikansk standard IEEE 1584). Dette er vanligvis en armlengdes avstand (90 cm). Men armer og hender vil sannsynligvis være nærmere kortslutningsstedet enn 90 cm i et lavspenningsanlegg. I utgangspunktet bør man få ned mulig hendelsesenergi ved å koble fra utstyr og stille inn vern så utkoblingstiden blir så lav som mulig. Tiden lysbuen brenner er viktig for hvor stor hendelsesenergien er.



[Se video på YouTube her](#)

*Video: Hendelsesenergi og  $\text{cal}/\text{cm}^2$  - kort forklart. (Trainor AS)*

## Lysbuesikker bekledning

Bekledning skal være testet mot anerkjent norm og merket i henhold til dette. Vi anbefaler merking med ATPV-verdi (Arc Thermal Performance Value), og at plagg/plaggkombinasjoner som benyttes skal ha minst ATPV 8, det vil si beskytte mot inntil 8 kalorier pr. kvadratcentimeter ( $\text{cal/cm}^2$ ).

Ved høy kortslutningsstrøm, og/eller lang utkoblingstid på vern, må det benyttes klær med høyere beskyttelsesnivå. Leverandører av vernebekledning kan bistå med råd, slik at alle arbeidstakere er beskyttet mot den lysbueenergien de kan bli utsatt for.

## Beskyttelseskategori

Personlig verneutstyr heter på engelsk Personal Protection Equipment (PPE), og kategoriseres etter hendelsesenergi (ref. den amerikanske standarden NFPA 70E):

- PPE 0  $\leq$  1,2  $\text{cal/cm}^2$
- PPE 1  $\leq$  4  $\text{cal/cm}^2$
- PPE 2  $\leq$  8  $\text{cal/cm}^2$
- PPE 3  $\leq$  25  $\text{cal/cm}^2$
- PPE 4  $\leq$  40  $\text{cal/cm}^2$
- PPE x  $>$  40  $\text{cal/cm}^2$  extreme danger

PPE 0 stiller ikke krav til lysbuesikker bekledning, mens det for hendelsesenergi over PPE 4-nivå normalt kreves arbeid på frakoblet anlegg.

*Figur 2: Hvilket PPE-nivå som oppstår på kortslutningsstedet er nødvendigvis ikke PPE x. Hendelsesenergien på kortslutningsstedet avgjør PPE-nivå, og kan like gjerne starte på lavere PPE-nivåer*

## Krav i norm/standard

Leverandører av vernebekledning til det norske markedet forholder seg til flere ulike normer. Normen NEK IEC 61482 beskriver de krav som verneklær må bestå for å gi beskyttelse mot den varmen, flammene og de brennende gassene som oppstår ved en lysbue. To ulike testmetoder benyttes som grunnlag for dokumentasjon av beskyttelsesgrad mot lysbue:

1. Åpen lysbuetest, hvor plagget testes i et åpent miljø hvor lysbueenergien fordeler seg 360 grader. Denne testen gir et tall på hvor mye energi plagget tåler, oppgitt som Arc Thermal Performance Value (ATPV), i cal/cm<sup>2</sup>.
2. Test i et lukket rom, en såkalt bokstest, tester beskyttelsesklassen for tekstilene ved hjelp av en kontrollert og rettet lysbue. Denne testen omfatter to klasser: Klasse 1 gir beskyttelse mot lysbue inntil 4 kA ved 400 V (168 kJ), mens klasse 2 gir beskyttelse mot lysbue inntil 7 kA ved 400 V (320 kJ).

Ikke alle leverandører av vernebekledning forholder seg til begge testmetoder, og det er opp til arbeidsgiver å sørge for at sikkerheten til enhver tid er ivaretatt for alle ansatte.

Verneklær for bruk i eksplosive miljøer (ATEX-miljøer), der det er fare for at plaggene lager gnister, må ha elektrostatiske egenskaper som minst tilfredsstillende EN 1149.

For de som kan være utsatt for flere ulike farer i sitt daglige arbeid vil multinorm vernebekledning være aktuelt. I tillegg til lysbue og statisk elektrisitet vil slik bekledning også kunne beskytte mot varme og flamme, kjemikalier og samtidig sikre synlighet.

## Krav til anleggseier

For å vite krav til vernebekledning (ATPV) for et arbeid som skal utføres, må man kjenne varmebelastningen en person kan bli utsatt for hvis det oppstår en lysbue. **Alle anleggseiere må altså ha oversikt over lysbuefaren i alle deler av sine anlegg.** Slik kartlegging/utredning er blant annet utført hos flere operatører i norsk offshore oljeindustri. Det finnes norske firma som har kompetanse på dette området, og som kan utføre en slik kartlegging på vegne av anleggseier.

## Korrekt stoff i vernetøy

Ved behov for beskyttelse mot lysbue er det svært viktig at ikke noe av det tøyet man har på seg er laget av stoffer som smelter ved oppvarming, brenner seg inn i huden og forverrer en brannskade. Det beste er å benytte undertøy, stillongser, t-skjorter og gensere som tilfredsstillende de samme normene som arbeidstøyet. Vanlige stoffer i ren (100 %) ull og bomull kan også benyttes under lysbuesikker bekledning, siden disse naturmaterialene ikke smelter ved høy varme. Det er dessuten viktig at alle knapper og

glidelåser er skjult (tøy over og under), slik at bart metall unngås både mot hud og omgivelser.

Ett eller flere lag tøy

For å ivareta beskyttelse mot lysbue med høy hendelsesenergi vil det ofte være hensiktsmessig å benytte flere lag med lysbuesikker bekledning. Dekkes huden med to eller tre lag lysbuesikkert vernetøy vil ATPV-verdien til de enkelte lagene summeres, og i tillegg vil luftlaget mellom vernetøy bidra positivt. For eksempel kan en kjeledress bidra med  $12 \text{ cal/cm}^2$ , mens undertøy bidrar med  $10 \text{ cal/cm}^2$ , samt at luftlaget i mellom de to lagene bidrar med ytterligere  $8 \text{ cal/cm}^2$ . Total beskyttelsesgrad vil altså utgjøre  $30 \text{ cal/cm}^2$  i dette tilfellet. Den enkelte leverandør av lysbuesikker vernebekledning kan gi ytterligere informasjon om/dokumentasjon av slike løsninger.

## Beskyttelse av hele kroppen

I veiledningen til § 7 i FSE står det: Overordnet planlegging skal minst omfatte tilrettelegging i forbindelse med anskaffelse, bruk, oppbevaring, kontroll og vedlikehold av verneutstyr og annet sikkerhetsutstyr. I tillegg til arbeidstøy er det viktig at også hjelm med visir og hørselvern beskytter mot lysbuefare.

*Figur 2: Hender og hode er spesielt utsatt ved lysbue og må være godt beskyttet. (Ill.: Trainor AS)*

Det er spesielt viktig at visir har minst samme beskyttelse mot lysbue som verneklær, og det samme gjelder for hjelmen. For hørselvern finnes det ikke spesielle elektrotekniske normer. Det viktigste er at hørselvern ikke er utstyrt med metallisk bøyler over hodet. Dette kan lage kortslutninger, og lager også strømbaner inn til hodet. Festeordninger bør også være av isolerende materiale.

Som beskyttelse under hjelm og visir gir en hjelmlue, også kalt balaclava, en god tilleggsbeskyttelse.

Hender er, i tillegg til hode, svært utsatt ved lysbue. Dette fordi avstanden til lysbuen ofte er liten. Det er derfor svært viktig at også hendene er godt beskyttet, med lysbuesikre hansker tilpasset energien som kan oppstå.

For å oppnå en komplett bekledning mot lysbue skal også sko/støvler være tilpasset aktuell fare.

## Risikovurdering av beskyttelsesbehov

Det er ikke hensiktsmessig å alltid benytte verneutstyr tilpasset «worst-case». For eksempel kan flere lag med vernetøy bli veldig varmt, og kan medføre økt sannsynlighet for feilhandlinger. Behov for verneutstyr skal risikovurderes, og for definerte arbeidsoppgaver med lav risiko kan det være tilstrekkelig med «standard» PPE 2-bekledning, selv om dette ikke alltid vil gi optimal beskyttelse. Slike unntak kan være begrunnet i risikovurderingen for den enkelte jobb, eller som forhåndsdefinerte unntak i virksomhetens instruksjoner/prosedyrer.

Som en hjelp til å beskrive lysbuefaren i en elektrisk installasjon finnes ulike hjelpemidler på nett, som denne [lysbuekalkulatoren](#). Husk også at du kan stille spørsmål om elsikkerhet i [Trainors Fagforum](#) - helt gratis.

---

## Dedikert til sikkerhet.

Trainor har kurset folk innenlands og utenlands, offshore og på land i over 30 år. Siden lansering av første e-læringskurs i 1996 har tradisjonell og digital opplæring gått hånd i hånd, og vi har utviklet opplæringsløsninger som imøtekommer behovet i en bred energibransje. Vi samarbeider tett med myndigheter og bransjeorganisasjoner, og legger vår ære i å levere kurs som alltid er faglig oppdatert og godt formidlet i en brukervennlig plattform. Hele tiden dedikert til sikkerhet.

Trainor er del av den internasjonale [Apave-gruppen](#).

## Kontaktpersoner



**Eva Nordskog**

Pressekontakt

Head of Communications, HR and ESG.

[eva.nordskog@trainor.no](mailto:eva.nordskog@trainor.no)

+47 90875544

+47 33 37 89 00