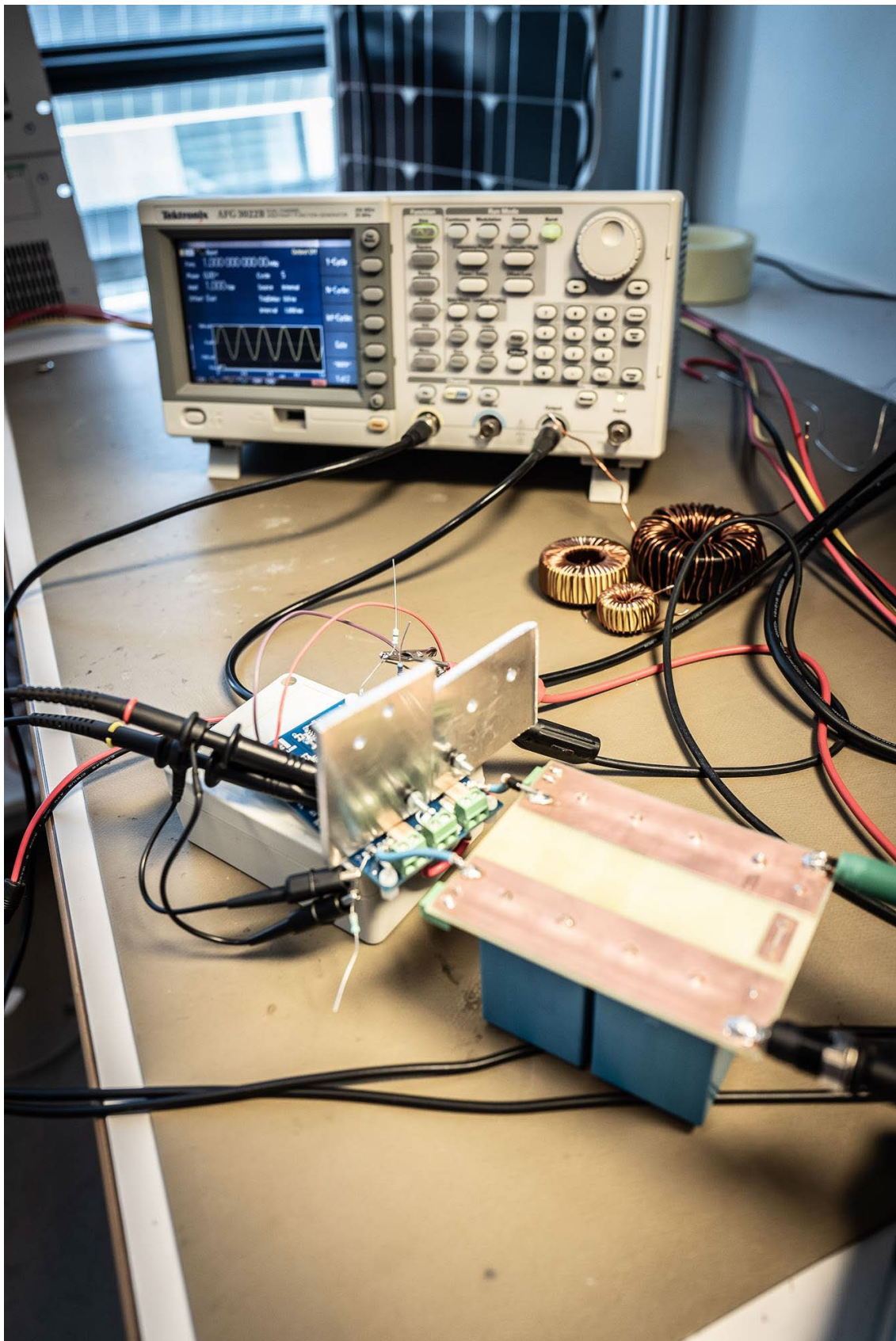


El-sikkerhed på TEK



Indhold og stikord

1. Resumé og tjekliste for sikkerhedsarbejdet med el.....	4
2. Formål og målgrupper for dette dokument.....	4
2.1 Hvornår skal denne vejledning anvendes?	5
3. Roller og ansvar.....	5
4. Definitioner	5
4.a Ekstra lav spænding	5
4.b Lavspænding	5
4.c Højspænding	6
4.d Batterier	6
4.e Kondensatorer	7
5. Grundprincipper for arbejde med el på TEK.....	7
5.a Ekstra lav spænding	8
5.b Lavspænding	8
5.c Højspænding	8
5.d Batterier	8
5.e Risikovurdering og sikkerhedsinstruktion.....	9
5.f Alene-arbejde	9
6. Krav til udstyr og dokumentation	9
6.a CE-mærkning og manualer.....	9
6.b Kvalitet	10
6.c Tilslutning af udstyr – Stik, ledninger og forlængerledninger	10
6.d Prøveledninger (bananstik), måleprober, metalklemmer (krokodillenæb), dækkapper, bøsninger, coaxialkabler, stikpropper m.v.....	11
6.e Måleudstyr	11
6.f Dækplader, afskærmning, bure o. lign.	11
6.g Sikringer og HPFI-relæ.....	11
6.h Strømforsyninger	11
7. Værnemidler, afskærmning m.m.....	12
8. Anskaffelse af nyt udstyr.....	13
9. Kondens/fugt og arbejde i vådrum	14
10. Batterier	14
10.a Håndtering	14
10.b Opbevaring.....	14

10.c Opladning	14
10.d Transport.....	14
10.e Bortskaffelse	15
11. Kondensatorer	15
12. Beredskabsprocedurer ved elektrisk stød/chok	16
12.a Straks efter hændelsen	16
12.b Procedure ved fravær af symptomer.....	16
12.c Psykologisk førstehjælp til den tilskadekomne samt vidner til (alvorlig) ulykke	17
12.d Analyse, information og skadesanmeldelse	17
12.e Opfølgende handlinger	17
13. Nogle links og værktøjer	17
13.a Template til risikovurdering og sikkerhedsinstruktion	17
13.b Links til regler/vejledning.....	17
13.c Hvem kan du spørge om hjælp og vejledning?	18
Bilag 1: CE-mærkning	19
Bilag 2: Psykologisk førstehjælp.....	20

1. Resumé og tjekliste for sikkerhedsarbejdet med el

1. Indgår der opstillinger/installationer med spænding (>0 Volt) i processen?
 - a. Nej: Du har ikke brug for denne vejledning i den nuværende proces.
 - b. Ja: Gå til punkt 2.
2. Foretag en grundig risikovurdering, inden arbejdet påbegyndes. I denne forbindelse afklares og iværksættes sikkerhedsforanstaltninger, fx (listen er ikke udtømmende):
 - a. Afklar hvem der er ansvarlig og kan godkende processen før igangsættelse; hvis du er i tvivl, så kontakt den lokale ansvarlige, din leder eller [din lokale arbejdsmiljøgruppe](#).
 - b. Er der behov for specialistrådgivning, evt. fra ekstern konsulent (se afsnit 13)?
 - c. Kan risiko elimineres, fx ved brug af andet udstyr, arbejde i spændingsløs tilstand e. lign.?
 - d. Behov for tekniske foranstaltninger? Fx afskærmning, isolering af spændingsledende dele, jording og sikring af udstyr, brug af korrekte kabler og ladere m.v.
 - e. Kan risikoen elimineres, så du kan arbejde helt sikkert, eller skal der fastlægges procedure, som hindrer alene-arbejde? Behov for andre organisatoriske foranstaltninger?
 - f. Behov for personlige værnemidler, fx isolerende handsker, isoleret værktøj, beskyttelsesbriller m.v.?
 - g. Beredskabsprocedure ved ulykker? Fx [TEK's beredskabsplan](#) inkl. alarminstruks og vejledningen "I tilfælde af kritisk hændelse" (Bilag 2), samt konkrete lokale handlinger.
 - h. Beredskabsudstyr til brug ved ulykker? Fx egnet brandslukningsmateriale, øjenskylllevæske m.v.
 - i. Behov for sikkerhedsskiltning?
 - j. Andre vigtige budskaber, som skal medtages i risikovurdering og sikkerhedsinstruktion?
3. Sørg for at alle sikkerhedsforanstaltninger implementeres og processen godkendes, før arbejdet påbegyndes.
4. Sørg for at alle brugere – medarbejdere og studerende – har modtaget og forstået risikovurdering og sikkerhedsinstruktion, før de må påbegynde arbejdet med udstyret/processen.

Se uddybende forklaringer i de efterfølgende afsnit.

2. Formål og målgrupper for dette dokument

Formålet med nærværende dokument er at give en overordnet introduktion til el-sikkerhed ifm. aktiviteter på Det Tekniske Fakultet på SDU. Dokumentet er dermed en intern vejledning, som er en af komponenterne i at sikre, at vores arbejde kan udføres på en sundheds- og sikkerhedsmæssigt fuldt forsvarlig måde.

Der stilles skarpt på nogle områder, som erfaringsmæssigt er hyppigt forekommende, vigtige – og nogle lovpligtige – at adressere ifm. arbejde med el. Samtidig er der henvisninger til, hvor du kan finde mere inspiration eller hjælp til at sikre dit arbejde med el.

Dokumentet henvender sig til både ansatte og studerende ved Det Tekniske Fakultet på SDU.

Dokumentet er ikke udtømmende, og det kan ikke erstatte risikovurdering af og sikkerhedsintroduktion til de konkrete processer (se afsnit 5.d).

2.1 Hvornår skal denne vejledning anvendes?

Denne vejledning skal benyttes i alle situationer, hvor man arbejder med spænding over 0 Volt.¹ Som minimum skal der altid foretages en *indledende* risikovurdering, som ikke behøver at være skriftlig. Her skal man bl.a. afdække, om der er behov en egentlig (skriftlig) risikovurdering, samt evt. for et el-sikkerhedskursus (se afsnit 5).

3. Roller og ansvar²

Alle har et ansvar for at samarbejde om et sundt og sikkert arbejdsmiljø. Og **du** har et særligt ansvar for de processer, du arbejder med.

Den lokale-/laboratorieansvarlige har pligt til at holde øje med sikkerheden i lokalet og påpege "fejl og mangler"; herunder at sikre, at der udarbejdes risikovurderinger og sikkerhedsinstruktioner (se afsnit 5.d).

Arbejdsmiljøorganisationen har en faciliterende rolle. Det ligger ikke i rollen at kunne være specialist på alle sikkerhedsmæssige spørgsmål, men derimod at hjælpe med at identificere problemområder og påpege, at de skal håndteres.

Ledelsen skal føre tilsyn med sikkerhedsarbejdet og er altid ansvarlige for at foranledige, at arbejdet planlægges og tilrettelægges, så det er sikkerheds- og sundhedsmæssigt fuldt forsvarligt. Ledelsen er også ansvarlig for at sikre, at der udarbejdes risikovurderinger og sikkerhedsinstruktioner.

4. Definitioner

4.a Ekstra lav spænding

Vekselspænding **mindre end 25 Vac** og jævnspænding **mindre end 60 Vdc** betegnes som ekstra lav spænding.

Jævnspænding forekommer hovedsageligt ved brug af laboratoriestrømforsyninger, batterier og net-adaptore. De fleste net-adaptore afgiver jævnspænding (vekselspænding kan forekomme). Her er spændingen typisk så lav, at den er ufarlig (5-24v).

4.b Lavspænding

Systemer/opstillinger forsynet med spændinger over 25Vac og 60VDC betegnes som lavspænding.

¹ Se bl.a. Dansk Standard: DS/EN 50110-1:2013

² Kilder:

1) Arbejdsmiljøloven, særligt Kapitel 2 og 4; <https://at.dk/regler/love-eu-forordninger/arbejdsmiljoe-2062-sam/>

2) Beskrivelse af laboratorieansvar på TEK: [MS Teams for TEK arbejdsmiljø-laboratoriefiler](#) (dokumenterne 1a og 1b).

Typisk er der tale om opstillinger med 230/400 Vac forsyning samt opstillinger med High Power DC-forsyninger, herunder laboratoriestrømforsyninger med høj spænding/høj strøm (Power Sources), fx motorprøvestande med motorstyringer og transformerøvelser.

Spændingsområdet op til 1000 V vekselspænding og op til 1500 V jævnspænding er omfattet af det europæiske lavspændingsdirektiv³. For dette område gælder en række sikkerhedsforanstaltninger.

4.c Højspænding

Højspænding betegner en høj elektrisk spænding. Ifølge International Electrotechnical Commission⁴ betegnes *spændinger større end 1000 V vekselstrøm eller 1500 V jævnstrøm som højspænding*.

For dette område gælder en række særlige sikkerhedsforanstaltninger.

Som udgangspunkt må du ikke arbejde med højspænding på TEK. Skulle behovet opstå, så kontakt venligst din [arbejds miljøgruppe](#) for nærmere undersøgelse og aftale.

4.d Batterier

Batterier findes i mange forskellige størrelser. Lige fra knapceller til store batteripakker til elektriske køretøjer. Batterispændingen varierer fra 1,5v og op til ca. 5-600Vdc. Litium-ion-batterier benyttes ofte i forbindelse med droner, mobile robotter og elektriske køretøjer. Batteripakker/-systemer til forsyning af nødstrømsanlæg og elektriske køretøjer er ofte sammensat af mindre batterier/pakker på op til 25Vdc.

Batterispændingen er typisk ikke så høj (typisk 15-16Vdc), men til gengæld er batterierne ofte i stand til at afgive en meget høj kortslutningsstrøm, hvilket kan medføre gnistdannelse og overophedning af både det tilsluttede elektronik og ikke mindst batteripakken selv. Batteripakken og det tilsluttede udstyr skal derfor beskyttes med en passende størrelse sikring, fx en autosikring.

Definitioner:

- Lavtydende < 100wh: Mobiltelefoner, tablets, laptops osv.
- Medium $\geq 100\text{wh}$ < 12kg/batteri: Elcykler, håndværktøj osv.
- Højtydende > 100wh > 12kg/batteri: El-køretøjer, mobile robotter, UPS-anlæg osv.

Se desuden mere om batterier i afsnit 5.d og 10.



Litium batteripakker



Sikring



Inline sikringsholder

³ Det Europæiske Lavspændingsdirektiv: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/ALL/?uri=CELEX%3A32014L0035>

⁴ International Electrotechnical Commission: <https://www.iec.ch/homepage>

4.e Kondensatorer

Kondensatorer findes typisk i to udformninger, polariserede og ikke-polariserede. Ikke-polariserede kondensatorer benyttes ofte til filtrering og afkobling.

Polariserede kondensatorer bruges typisk som et korttids energilager og findes i mange forskellige størrelser; lige fra små overflademonterede til store kapslinger der skal boltes fast. Den polariserede kondensator er ofte fremstillet af en viklet tynd aluminiumsfolie med en elektrolyt imellem. Spændingen kan variere fra ca. 3V og op til flere hundrede volt.

Definitioner:

- *Lavtydende: Mindre end 470 μ F/63V.* Mindre kredsløb strømforsyninger osv.
- *Mellemydende: Fra 470 μ F/63V til 2500 μ F/63V.* Strømforsyninger, mindre motordrivere osv.
- *Højtydende: Over 2500 μ F/63V.* High-power konvertere, motordrivere.

5. Grundprincipper for arbejde med el på TEK

Brugere skal altid uddannes/vejledes ift. det risikoniveau, de skal arbejde på.

Som udgangspunkt skal man altid udføre modifikationer på opstillinger i **spændingsløs tilstand**:

- fuldstændig afbrydelse
- sikring mod genindkobling
- kontrol af spændingsløs tilstand
- etablering af jording og kortslutning
- etablering af beskyttelse mod nærliggende spændingsførende dele.⁵

Arbejdstilsynets vejledning:

"Arbejdsgiveren skal fastlægge procedurer for arbejdets forberedelse og udførelse afhængig af arbejdets art og kompleksitet:

- *Spændingsløst arbejde. Altid, når det er muligt, skal der arbejdes spændingsløst. Det betyder, at stikproppen tages ud og sikres mod genindsættelse, eller forsyningsadskilleren afbrydes og aflåses, før der åbnes op til de dele, som kan være spændingsførende. Der skal tages højde for fremmed styrespænding og andre spændingskilder som kondensatorer, batteri- eller reserveforsyninger. Kompetence: Sagkyndig eller særlig instrueret.*
- *Arbejde i nærheden af spændingsførende dele, fx måling ved lavt kortslutningsniveau. Kompetence: Sagkyndig eller særlig instrueret.*
- *Arbejde i nærheden af spændingsførende dele, fx måling hvor kortslutningsstrømmen kan nå et farligt niveau. Kompetence: Sagkyndig.*
- *Arbejde på spændingsførende dele. Generelt og hvor kortslutningsstrømmen kan nå et farligt niveau forudsættes, at arbejdet udføres af en sagkyndig person, som har modtaget fornøden oplæring. Oplæringen skal give viden og erfaring til at analysere risici og undgå de farer, som elektricitet kan skabe og gøre personen i stand til at vurdere og undgå de farer, hvor kortslutningsstrømmen kan nå et farligt niveau. Kompetence: Sagkyndig + særligt udpeget af arbejdsgiveren + oplært. Oplæringen skal bibringe personen viden og erfaring svarende til DS/EN50110-1."⁶*

⁵ Jf. Dansk Standard: DS/EN 50110-1:2013, afsnit 6.2.1.

⁶ <https://at.dk/arbejds miljoe problemer/arbejdsulykker/typiske-ulykker/andre-typer-ulykker/kontakt-med-elektricitet/arbejd-sikkert-med-el-paa-maskiner/>

5.a Ekstra lav spænding

Se afsnit 4.a for definition af ekstra lav spænding.

Jævnspænding forekommer hovedsageligt ved brug af laboratoriestrømforsyninger, batterier og net-adapttere. De fleste net-adapttere afgiver jævnspænding (vekselspænding kan forekomme). Her er spændingen typisk så lav, at den er ufarlig (5-24V). Ekstra lav spænding anses som ufarlig ved almindelig hudkontakt. Dog kan der være en risiko, hvis der er fugt til stede.

Brugere instrueres i laboratoriesikkerhed i laboratorier, hvor der arbejdes med ekstra lav spænding: Jording af udstyr, beskyttelse med sikringer og HPFI-relæ, brug af laboratorieledninger, udstyr, måling, samt afdækning af opstillinger.

5.b Lavspænding

Se afsnit 4.b for definition af lavspænding.

Ved kontakt med lavspænding kan der ske betydelige skader, og der skal derfor tages foranstaltninger, der beskytter mod berøring.

Brugere instrueres i laboratoriesikkerhed i lavspændingslaboratorier: Jording af udstyr, beskyttelse med sikringer og HPFI-relæ, brug af laboratorieledninger, udstyr, måling, samt afdækning af opstillinger.

Derudover er der et krav om el-sikkerhedskursus EN50110, før man må arbejde med lavspænding på TEK.

5.c Højspænding

VIGTIGT: Se afsnit 4.c ovenfor, hvis du har brug for at arbejde med spændinger større end 1000 V vekselstrøm eller 1.500 V jævnstrøm (højspænding).

5.d Batterier

(Lavt-, medium- eller højtydende, jf. afsnit 4.d)

Brugere instrueres i laboratoriesikkerhed i forbindelse med arbejde på batterisystemer: Beskyttelse med sikringer, brug af laboratorieledninger, udstyr, måling, samt afdækning af opstillinger.

Derudover suppleres med el-sikkerhedskursus EN50110 ifm. arbejde på højtydende batterisystemer som fx elektriske køretøjer/mobile robotter/Formula Student/UPS-anlæg/Smart Grid, samt generelt altid når den samlede batteriydelse er over 250 Wh.

Ved montage af højtydende batterisystemer skal batterierne sikres enkeltvis, og der skal benyttes isolerende afdækning, isolerende handsker og sikkerhedsbriller. Der skal desuden anvendes egnet isoleret værktøj.

Se desuden mere om batterier i afsnit 4.d og 10.

5.e Risikovurdering og sikkerhedsinstruktion⁷

Processer, som involverer særlige risici, kræver udarbejdelse af en skriftlig risikovurdering og sikkerhedsinstruktion.

Den lokaleansvarlige har ansvar for at sikre, at der udarbejdes risikovurderinger og sikkerhedsinstruktioner for processerne i lokalet; det er dog ofte en anden end den lokaleansvarlige, som skal lave risikovurderingen.

NB: Den person, som udarbejder risikovurderingen, skal være uddannet på det niveau, som risikovurderingen dækker. Fx skal man som minimum have el-sikkerhedskursus EN50110, når man risikovurderer på lavspændingsområdet; se desuden afsnit 13.c.

Risikovurderinger skal være *skriftlige* og udarbejdes løbende allerede fra begyndelse af opstillingen. Formålet er at identificere og forebygge risici løbende.

En risikovurdering er det samme som en APV (arbejdspladsvurdering). Den skal fornyes, når der sker ændringer, og minimum hvert tredje år.

Du kan finde templates samt adskillige eksempler på risikovurderinger på [MS Teams for TEK arbejdsmiljø-laboratoriefiler](#) (adgang for TEK-ansatte).

*NB: Den skriftlige risikovurdering og sikkerhedsinstruktion skal være tilgængelig for alle brugerne af processen/udstyret på eller fra arbejdsstedet, og den skal **altid** følges op af en mundtlig instruktion, hvor man sikrer sig, at instruktionen er forstået.*

5.f Alene-arbejde

Når man arbejder med *farlige* processer/materialer/udstyr som fx strøm og roterende maskiner, skal der være mindst to personer til stede, som har modtaget sikkerhedsinstruktionen, herunder el-sikkerhedskursus EN50110 ifm. arbejde med el.⁸

6. Krav til udstyr og dokumentation

6.a CE-mærkning og manualer⁹

Der er i Europa et krav om, at alt elektrisk udstyr skal være CE-mærket, og der skal foreligge en manual, som minimum skal være på dansk, samt et sprog som evt. internationale brugere forstår, typisk engelsk.

Når det drejer sig om apparater m.v., som ikke hører under Maskindirektivet, så skal vi bl.a. være opmærksomme på Bekendtgørelse om anvendelse af tekniske hjælpemidler: Der skal være en

⁷ <https://at.dk/arbejdsmiljoearbejdet/apv-arbejdspladsvurdering/hvad-er-en-apv/>

⁸ "Hvis den ansatte går alene ved en arbejdsproces, og dette kan medføre en særlig fare for den pågældende, skal arbejdet tilrettelægges således, at denne fare imødegås. Kan faren ikke imødegås, må den ansatte ikke arbejde alene." (At-vejledning om Oplæring, instruktion og tilsyn med arbejdet, afsnit 4.11)

⁹ Regelgrundlaget finder du primært i "EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2006/42/EF", særligt artikel 1.2.h: "Følgende omfattes ikke af dette direktiv: [...] h) maskiner, der er specielt konstrueret og fremstillet til forskningsformål med henblik på midlertidig anvendelse i laboratorier".

Produktdirektiver kan du finde her: <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html>

fyldstgørende brugsanvisning, i det omfang at det har betydning for sikkerhed og sundhed, og den skal minimum skal være på dansk, samt et sprog som brugerne forstår.¹⁰

Som udgangspunkt er der også et krav om CE-mærkning af egne forsøgsopstillinger/eget-fremstillet udstyr, som eksisterer uændret i mere end ca. 6 måneder.

Se desuden afsnit 8 vedr. køb af nyt udstyr, samt Bilag 1 om CE-mærkning.

6.b Kvalitet

Tjek hver gang inden brug, om udstyr er defekt. Defekt udstyr skal indleveres til reparation straks eller kasseres; særlig opmærksomhed på kabler, aflastninger, stik og isolering.

Elektrisk udstyr må kun repareres af autoriseret personale.

Kablerne skal være af robust kvalitet, uden huller eller brændemærker fra varmeplader etc., og de skal sidde ordentligt fast i stikkets og apparatets kabelafastning.

Er der tvivl om kvaliteten, så kassér kablet og få et nyt!

6.c Tilslutning af udstyr – Stik, ledninger og forlængerledninger

Alle elektriske apparater skal tilsluttes korrekt.

Alt elektrisk laboratorieudstyr skal jordes via netkablet; dvs. netstikket *skal være dansk type K eller CEE kraftstik*. Såfremt netstikket på apparatet ikke passer med stikkontakten, **skal stikket udskiftes**. Hvis dette ikke er muligt, fx ved test af nyt udstyr, SKAL der skal anvendes en PE-adapter. PE-adaptore kan rekvireres fra Centrallageret på SDU.



Varenummer 575


kr. 27,47



[Adapterstik Schuko til jord](#)

Adapter mellem DK **jord** og Pind **jord**.

Leverandør [SDU Centrallager](#)

Aftale  [SDU100759 SDU Centrallager](#)

UNSPSC 26121536 - [Forlængerledning](#)

Salgsenhed stk

Type K og CEE Stik

Ved brug af forlængerledninger er det vigtigt, at jordforbindelsen på stikproppen også føres ind i stikkontakten. Ved brug af forlængerledninger, skal man sikre, at de ALLE fører jordforbindelsen videre.

Hvis man kobler to forlængerledninger sammen i en kæde, kan man risikere, at der bliver trukket meget mere strøm igennem ledningerne, end de er dimensioneret til. Hvis du har brug for en meget lang ledning, kan du eventuelt bruge en kabeltromle i stedet. Overvej at bruge en el-kappe ved samling af stik, som bl.a. beskytter samlingerne mod vand.

¹⁰ Se Bekendtgørelse om anvendelse af tekniske hjælpemidler § 16, <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2022/428>.

Vær også varsom med at lade stikdåser og forlængerledninger ligge løst på gulvet. Træder du på dem, kan isoleringen blive slidt eller plastikken i stikdåsen knuses. Dette kan ligeledes være brandfarligt, ligesom løse ledninger udgør en snubelfare og vanskeliggør rengøring. I stedet bør ledningerne fastgøres til panelerne eller andet.¹¹

6.d Prøveledninger (bananstik), måleprober, metalklemmer (krokodillenæb), dækkapper, bøsninger, coaxialkabler, stikpropper m.v.

Prøveledninger (bananstik), måleprober og klemmer (krokodillenæb), stik osv. skal være af den isolerede type med faste dækkapper. Prøveledninger/måleprober skal have den korrekte rating (isolationsniveau og tværsnit) både mht. spænding og strøm. Ved måling med flere spændinger/potentialer skal der benyttes isolerede galvanisk adskilte måleprober.

Hvis forsøget ikke kan gennemføres med isolerede dele, skal arbejdsmiljøgruppen kontaktes, og arbejdsmiljøgruppen skal godkende risikovurdering, procedure/instruktion og foranstaltninger.



Isolerede laboratoriestik/krokodillenæb og isoleret differentialprobe

6.e Måleudstyr

Alt måleudstyr skal være CE-mærket og have den rigtige spændings-/strøm-rating, og ikke mindst det korrekte isolationsniveau.

6.f Dækplader, afskærmning, bure o. lign.

Alt elektrisk udstyr skal være beskyttet mod utilsigtet berøring af de spændingsførende dele i alle tænkelige situationer. Dette gælder dog ikke for opstillinger **under** 25 V vekselspænding og 60 V jævnspænding (se afsnit 4.a).

Hvis det ikke er muligt at dække strømførende flader helt af, skal området afspærres, og der skal skiltes, så man ikke kan komme i kontakt med de strømførende dele.

Hvis du er i tvivl om, hvordan du bedst afdække/isolerer din opstilling, så kontakt din lokale laborietekniker for vejledning (se afsnit 13.c).

6.g Sikringer og HPFI-relæ

Udstyr og opstillinger skal altid forsynes via udtag beskyttet med HPFI-relæ og den korrekte størrelse sikring.

6.h Strømforsyninger

Der findes mange forskellige typer strømforsyninger og effektklasser.

¹¹ Kilder:

1) <https://www.sik.dk/privat/gor-det-sikkert/el/brug-elprodukter-sikkert/undga-elulykker-sikker-brug-elektriske-haveredskaber>

2) <https://alstrom.dk/varekategorier/89-stikdaaser/>

Maks. 2x30Vdc eller 1x60Vdc

Brugerne instrueres i laboratoriesikkerhed: Jording af udstyr, beskyttelse med sikringer og HPFI-relæ, brug af laboratorieleadninger, udstyr, måling og afskærmning.



2x30v Laboratoriestrømforsyning

Maks. 125Vdc

Brugerne instrueres i laboratoriesikkerhed: Jording af udstyr, beskyttelse med sikringer og HPFI-relæ, brug af laboratorieleadninger, udstyr, måling, samt afdækning af opstillinger.

Maks. 500Vac/1000Vdc

Brugerne instrueres i laboratoriesikkerhed: Jording af udstyr, beskyttelse med sikringer og HPFI-relæ, brug af Power Sources og laboratorieleadninger, måling, samt afdækning af opstillinger.

Derudover er der krav om el-sikkerhedskursus EN50110-1.



AC Power Source

7. Værnemidler, afskærmning m.m.

Modificering af opstillinger og tilslutning af måleprober skal altid foregå i spændingsløs tilstand, jf. afsnit 5.

Alle forsøgsopstillinger over 150Watt skal afskærmes.

Elektriske roterende/bevægelige maskiner/dele skal afskærmes.

Opstillinger skal kontrolleres løbende. Se desuden afsnit 5.e om risikovurderinger.

Ved arbejde på batterisystemer, hvor man ikke kan slukke for batteriet, skal der benyttes værnemidler såsom isolerende afdækningsmateriale, isolerende handsker og beskyttelsesbriller.

Tændte opstillinger må ikke forlades, medmindre det er strengt nødvendigt, fx ved langtidstest. Her skal opstillingen beskyttes mod berøring og være afmærket med skiltning med angivelse af kontaktperson og anvisning på forsvarlig slukning af opstillingen.

Husk at tage højde for, at fx rengøringspersonale og Teknisk Service har adgang til laboratoriet, og de har ikke specialviden om opstillingens risici.

8. Anskaffelse af nyt udstyr

Før anskaffelse af nye (elektriske) maskiner og udstyr, som medfører nye risici i lokalet, skal der laves en arbejdsmiljømæssig vurdering/risikovurdering. Denne foretages af den person, som er ansvarlig for processen/udstyret, og skal gennemgås og godkendes af instituttets egen arbejdsmiljøorganisation.

Ved maskiner/udstyr, som påvirker bygningsmæssige installationer, og/eller har konsekvenser ift. pladsudnyttelse, støj, vibrationer, forankring i gulv, behov for bur/afskærmning o. lign., sendes vurderingen til TEK Bygningsudvalg (Kirsten Præstegaard, Mogens Brabech og Susanne Arntsted) og bør som minimum indeholde følgende:

- Ansvarlig person/kontaktperson
- Gennemgang af arbejdsprocessen
- Oplæg til instruktion af relevante brugere, med fokus på sikkerhed/sikkerhedsprocedure, omkring benyttelse af pågældende udstyr/maskine
- Krav til installation
- Nærmeste leders og arbejdsmiljøgruppens (instituteders og arbejdsmiljørepræsentants) godkendelse

TEK Bygningsudvalg skal derefter sikre inddragelse af Teknisk Service.

Processen er den samme i de tilfælde, hvor instituttet selv konstruerer udstyr/maskiner/forsøgsopstillinger.

Teknisk Service vil i samarbejde med fakultetet vurdere det ønskede indkøb ift. lovgivning, bygningernes egnethed og forsyninger.

På baggrund af denne dialog kan arbejdet enten igangsættes, eller der skal udfyldes en bestillingsseddel, hvis opgaven har en vis størrelse.

Udstyr - især specialudstyr - indkøbes så vidt muligt *med* installering.

Teknisk Service skal dog altid stadig involveres ift. særlige krav til installation (kontakt: 8888@sdu.dk).

Find mere information og bestillingsformularer på SDUnet:

<https://sdunet.dk/da/enheder/fakulteter/teknik/praktisk-info-og-faciliteter/ombygninger-og-installationer>

9. Kondens/fugt og arbejde i vådrum

Husk at stort set alle væsker i laboratorierne er elektrisk ledende. Mange af dem er endda særdeles gode ledere og svarer til direkte forbindelse med de tilsluttede ledninger.

Elektrisk udstyr og ledninger skal derfor altid være tørre og rene, uden saltaflejringer.

Arbejd aldrig med elektrisk udstyr med fugtige hænder/handsker (de tynde gummihandsker isolerer ikke mod høje spændinger).

Kulde i rummene medfører en øget risiko for elektriske fejl og uheld grundet kondensproblemer.

Der skal altid monteres vådrumskapper på løst monterede stik i vådrum.

10. Batterier

10.a Håndtering

Batterier skal håndteres iht. producentens anvisninger, og i øvrigt forsigtigt. Undgå slag, stød osv.

Håndteres batterier forkert og får en mekanisk skade, kan de udgøre en betydelig sikkerhedsrisiko.

Fritlagte poler udgør risiko for kortslutning og skal derfor altid beskyttes mod berøring (afdækkes fx med isolerende tape eller folie).

10.b Opbevaring

Batterier skal opbevares med den rette opladningstilstand/"state of charge", når de ikke er i brug, i godkendte beholdere/skabe (er typisk angivet i manualen til batteriet).

Batterierne bør opbevares ved stuetemperatur, så "Termisk Runaway" undgås.

10.c Opladning

Batterier oplades med egnede opladere, så korrekt opladning sikres, og "Termisk Runaway", og dermed brandrisiko, undgås. Opladning skal foregå i et lokale/område der er indrettet til opladning med ikke-ledende/brændbare materialer. Ladning skal foregå overvåget eller i sikret miljø (fx batteriskab eller -container).

10.d Transport

Batterierne bør transporteres i dertil egnede beholdere/kufferter med indlæg, der beskytter batterierne mod stød og slag.

Eksempler på transportemballage:



10.e Bortskaffelse

Brugte batterier skal i hvide beholdere, som mærkes korrekt ift. indhold og placeres sammen med øvrigt miljøaffald.

Fritlagte poler udgør risiko for kortslutning og skal derfor altid beskyttes mod berøring (afdækkes fx med isolerende tape eller folie).



11. Kondensatorer

Brugere instrueres i laboratoriesikkerhed i forbindelse med arbejde med kondensatorer: Brug af laboratorieledninger, udstyr, måling, samt afdækning af opstillinger.

Derudover suppleres med el-sikkerhedskursus EN50110 eller tilsvarende sikkerhedskursus ifm. arbejde med kondensatorer til fx high power DC-DC konvertere/UPS-anlæg/Smart Grid, samt generelt altid når den samlede systemydelse er over 250W.

Ved montage af kondensatorer over $470\mu\text{F}/63\text{V}$ skal det sikres, at den enkelte kondensator er afladet inden montage.

Opbevaring: Tidligere opladte kondensatorer $>470\mu\text{F}/63\text{V}$ skal aflades helt, inden de lægges på lager igen. Elektrolytkondensatorer til høje spændinger $2500\mu\text{F}/63\text{V}$ skal opbevares med terminalerne kortsluttet.

Opstillinger med kondensatorer $>470\mu\text{F}/63\text{V}$ skal være afladet, inden man må arbejde på opstillingen.

12. Beredskabsprocedurer ved elektrisk stød/chok

12.a Straks efter hændelsen

Vejledning fra Sundhed.dk:

"Hvad er elektrisk chok¹²?"

- *Mindre elektriske stød er ikke sjældne*
- *De er normalt mere overraskende end farlige, men i nogle tilfælde kan selv små mængder elektricitet være livstruende og forårsage bevidstløshed, hjertestop eller ophør af vejrtrækning*
- *Elektriske chok kan også forårsage alvorlige, dybe forbrændinger og store skader i vævet*
- *Selv alvorlige elektriske forbrændinger kan af og til kun give et mindre mærke på huden, men skaden på vævet kan alligevel være betydelig"*

Førstehjælp ved elektrisk stød/chok¹³

- *"Hvis du tror, at nogen har været udsat for et elektrisk shock:*
 1. *Ring 112 eller tilkald akut medicinsk hjælp*
 2. *Se først. Rør ikke personen, som fortsat kan være i kontakt med den elektriske kilde. Ved at røre ved personen kan du også få stød*
 3. *Afbryd strømmen hvis det er muligt. Hvis det ikke er muligt, bør du flytte strømkilden væk fra den tilskadekomne ved hjælp af et ikke-ledende objekt af f.eks. pap, plastik eller træ*
 4. *Så snart personen er fri af den elektriske kilde, skal du tjekke, om personen trækker vejret og har puls*
 - *Hvis der ikke er nogen reaktion, eller pulsen er foruroligende langsom og svag, skal du starte [hjerte-lunge-redning](#)*
 - *Hvis personen er bevimet eller er bleg og viser andre tegn til shock, så skal du lægge personen ned med hovedet lidt lavere end kroppen, og med benene hævet*
 - *Bevidstløse personer, der trækker vejret og har puls, skal lægges i [stabilt sideleje](#)*
 5. *Dæk større brandskader for at forhindre fordampning."*

12.b Procedure ved fravær af symptomer

- Efter elektrisk stød skal man altid straks kontakte læge eller bringe skadelidte til skadestuen, selv om der ikke konstateres nogen symptomer. Jf. informationen i 12.a kan selv mindre stød være livstruende, og man kan ikke nødvendigvis umiddelbart se eller føle indvendige skader.

¹² <https://www.sundhed.dk/borger/patienthaandbogen/akutte-sygdomme/foerstehjaelp/varme-og-kulde/elektrisk-shock/>; 25. oktober 2021.

¹³ Kilde: <https://www.sundhed.dk/borger/patienthaandbogen/akutte-sygdomme/foerstehjaelp/varme-og-kulde/elektrisk-shock/>

- Skadelidte må ikke være alene og må ikke selv bevæge sig ud i trafikken, men skal transporteres og følges.

12.c Psykologisk førstehjælp til den tilskadedkomne samt vidner til (alvorlig) ulykke

- Udvøv akut psykologisk førstehjælp/krisehjælp til skadelidte samt evt. vidner:
 - Straks efter ovenstående livreddende førstehjælp følges proceduren ”[I tilfælde af alvorlig ulykke](#)” (Se Bilag 2).
 - I tiden efter hændelsen bearbejdes hændelse vha. [vejledningen: ”Krisehjælp og opfølgende tiltag”](#).
- Skadelidte samt evt. vidner tilbydes psykologhjælp, da der kan være psykiske følger af el-ulykke <https://sdunet.dk/da/personale/arbejdsmiljoe/personalepsykolog>.

12.d Analyse, information og skadesanmeldelse

- Tilskadecomst i forbindelse med udførelse af arbejde skal altid meddeles skadelidtes personaleleder, forskningsleder og arbejdsmiljøleder (institutleder/arbejdsmiljøgruppen).
- Der skal udarbejdes en anmeldelse af strømskaden som arbejdsulykke, og den lokale arbejdsmiljøgruppe skal kontakte TEK Chefkonsulent for Arbejdsmiljø, som sikrer, at SDU Arbejdsmiljøkontor kontaktes <https://sdunet.dk/da/servicesider/hr/arbejdsmiljoe/arbejdsskade>.
- Elektriker/teknisk service kontaktes efter behov for at undersøge årsagen til skaden.
- Omstændigheder og udstyr ifm. ulykken undersøges nøje. Det er vigtigt at undersøge bredt.
- Det undersøges, om der er lignende risici andre steder i organisationen.

12.e Opfølgende handlinger

- Forhold udbedres/forebyggende foranstaltninger implementeres alle relevante steder.
- Viden deles med den øvrige organisation via arbejdsmiljøorganisationen og SDU HR Arbejdsmiljø og Udvikling (arbejdsmiljoe@sdu.dk).

13. Nogle links og værktøjer

13.a Template til risikovurdering og sikkerhedsinstruktion

Se afsnit 5.e ovenfor.

13.b Links til regler/vejledning

Find mere information på Arbejdstilsynets hjemmeside www.at.dk.

- Dansk Standard: DS/EN 50110-1:2013
- Arbejdstilsynet: [Forebyg ulykker ved kontakt med elektricitet](#)
- Arbejdstilsynet: [Arbejd sikkert med el på maskiner](#)
- [Bekendtgørelse om indretning af tekniske hjælpemidler](#) (se også [Arbejdstilsynets Bilag](#)), som er den danske gennemførelse af [Maskindirektivet, EUROPA-PARLAMENTETS OG RÅDETS DIREKTIV 2006/42/EF](#)
- Se også <https://www.sik.dk/erhverv/produkter/maskiner/vejledninger/vejledning-maskindirektivet>
- Sikkerhedsstyrelsen, ”Få styr på ledningerne”: <https://www.sik.dk/privat/gor-det-sikkert/el/gor-det-selv/fa-styr-pa-ledningerne>
- International Electrotechnical Commission: <https://www.iec.ch/homepage>

13.c Hvem kan du spørge om hjælp og vejledning?

Laborarieteknikere og andre fagpersoner på TEK

Odense:

Martin H. Thygesen, mht@sdu.dk

I Martins fravær:

Brian Bolander Hansen, bbha@sdu.dk

Hvis begge er fraværende:

Kontakt kollegerne i Sønderborg.

Sønderborg:

Christian Christensen, christensen@sdu.dk

Jakob Grønning, jakob@sdu.dk

Hvis begge er fraværende:

Kontakt kollegerne i Odense.

Spørgsmål vedr. roller og ansvar

- Din arbejdsmiljøgruppe
- Chefkonsulent for Arbejdsmiljø på TEK

Find links/kontakt detaljer her: <https://sdunet.dk/da/enheder/fakulteter/teknik/arbejdsmiljoe-og-personaleforhold/safety>

SDU Teknisk Service

Vedr. bygningsinstallationer, tilslutning af (nyt) udstyr m.v.: Kontakt SDU Teknisk Service tidligst muligt i processen på 8888@sdu.dk.

Se desuden afsnit 8 vedr. indkøb af nyt udstyr.

Rådgivere/fagpersoner

Hvis vi ikke selv har kompetencerne på TEK, og generelt ved komplekse sager, bør en ekstern rådgiver eller elektriker tilkaldes, afhængig af opgavens karakter. Hvis sikkerhedsspørgsmål ikke kan afklares internt, så SKAL man rekvirere ekstern rådgiver.

Bilag 1: CE-mærkning

1. Maskiner/anlæg/el-produkter m.v., som er produceret **fra og med 1. januar 1995, skal være CE-mærket**. Vær især opmærksom ved indkøb fra lande uden for EU.
2. HUSK at CE-mærkning oftest foretages af producenten selv. Derfor er CE-mærkning desværre ikke en egentlig garanti for, at alle regler er overholdt. Mærkningen er blot *et løfte* fra producentens side om, at diverse direktiver er overholdt, herunder Maskindirektivet, samt at farlige maskiner er testet af en uvildig instans. Når vi har udstyret hos os, har vi ansvar for at sikre, at det lever op til reglerne. Fx skal man tjekke for korrekte lysnet- og højspændingsstik.
3. Komponenter og sikkerhedskomponenter må IKKE CE-mærkes; der skal kun: CE-mærke på færdige maskiner og udskifteligt udstyr.¹⁴
4. Som udgangspunkt skal midlertidige *forsøgsopstillinger* ikke CE-mærkes, men de skal overholde Maskindirektivets krav, og der skal laves en (skriftlig!) risikovurdering.
5. Husk at alt udstyr også skal leve op til *danske* krav, og manual skal foreligge minimum på dansk, samt på et sprog som øvrige brugere forstår.
6. Hvis du får behov for at foretage ændringer på CE-mærket udstyr, er det bedst at overlade det til leverandøren, hvis det er muligt. Hvis du selv foretager ændringer, skal du dokumentere ændringen i det tekniske dossier og lave en **overensstemmelseserklæring (CE Marking Conformity Declaration)**, du skal **teste udstyret og dokumentere, at det er testet med ændringen**, og du overtager derefter ansvaret for CE-mærkningen og produktet med ændringen. Vær særligt opmærksom på, om en evt. garanti på udstyret bortfalder ved ændring.

Hvis en opstilling/maskine/apparat (i et laboratorium) eksisterer i samme form – med samme egenskaber – i længere tid, så betragtes det **ikke** længere som en **forsøgsopstilling**, jf. punkt 4 ovenfor. **Sikkerhedsstyrelsen** (Christoffer Blæsberg, ultimo oktober 2019) definerer som følger:

- Som udgangspunkt bør en forsøgsopstilling/maskine/apparat ikke eksistere i mere end **ca. 6 måneder** uden at blive CE-mærket.
- Hvis det er nødvendigt ift. at indsamle de påkrævede data fra forsøget, kan man dog godt forsvare, at en forsøgsopstilling eksisterer i et års tid +/-.
 - Behov for fortsat opsamling af data skal dokumenteres (skriftligt).
 - Sikkerhedsstyrelsen kan ikke *garantere*, at Arbejdstilsynet, som er den kontrollerende myndighed, ikke vil påtale den manglende CE-mærkning.
 - Når der foretages ændringer på forsøgsopstillingen, som ændrer på dens egenskaber/funktion, så er der tale om en *ny* forsøgsopstilling. Der laves derfor *ny eller justeret skriftlig risikovurdering for hver forsøgsopstilling*, og der laves/gives sikkerhedsinstruktion og arbejdet planlægges på basis af denne ("risk management").

Se evt. mere [om CE-mærkning på Dansk Standards hjemmeside](#) samt i vejledning fra Industriens [Branchearbejdsmiljøråd om CE-mærkede maskiner](#).

¹⁴ Kilde: <https://www.ds.dk/da/standardisering/ce-maerkning/produktgrupper/maskiner>

Bilag 2: Psykologisk førstehjælp

I tilfælde af kritisk hændelse

In case of critical event

1. Følg Alarminstruksen
Follow the Alarm procedures
2. Tilkald leder; hvis ikke tilgængelig, tilkald anden leder eller kollega for hjælp
Call manager; if not available, call other manager or colleague for help
3. I laboratorier og værksteder: Tilkald lokaleansvarlig
In labs and workshops: Call room responsible
4. Påbegynd kollegial omsorg:
 - Skab ro og tryghed
 - Hjælp chokerede kolleger med praktiske ting, herunder pårørendekontakt
 - Tal om det, der er sket – lyt
 - Sørg for at de ikke er alene efter ulykken
 - Sørg for at skadelidte og vidner til ulykke kan transporteres sikkert hjem
4. Start Acute collegial mental first aid:
 - Create a feeling of calm and security
 - Help shocked colleagues with practical tasks, including contact to close relations
 - Talk about what happened – listen
 - Ensure that they are not alone after the accident
 - Ensure that the injured person and witnesses can be transported home safely

v. 1.0, nov. 2020