

# El- og hybridbiler

Sikkerhed ved service og reparation

Arbejds miljø i industrien



[bfa-i.dk](http://bfa-i.dk)



Denne vejledning er udgivet af BFA Industri, der er industriens parters fora for samarbejde om initiativer til forbedring af virksomhedernes arbejdsmiljøindsats. Indholdet er et udtryk for parternes fælles holdning til emnet.

Dette er en generel vejledning. Der kan derfor være forhold i jeres virksomhed, som gør, at I som virksomhed bør tage kontakt til en autoriseret arbejdsmiljørådgiver.

Arbejdstilsynet har haft BFA-vejledningen til gennemsyn og finder, at det indhold, herunder tekst og billeder, der knytter sig til arbejdsmiljøforhold, opfylder de krav, der følger af arbejdsmiljølovgivningen. Arbejdstilsynet har alene vurderet vejledningen, som den foreligger, og gør opmærksom på, at der kan være arbejdsmiljøproblemstillinger og arbejdsmiljøkrav, der ikke er behandlet i vejledningen.

Arbejdstilsynet har gennemgået vejledningen i overensstemmelse med Arbejdsmiljølovgivningen pr. september 2022. Arbejdstilsynet har alene vurderet vejledningen, som den foreligger, og har ikke taget særlig stilling til, om den dækker samtlige relevante emner inden for området.

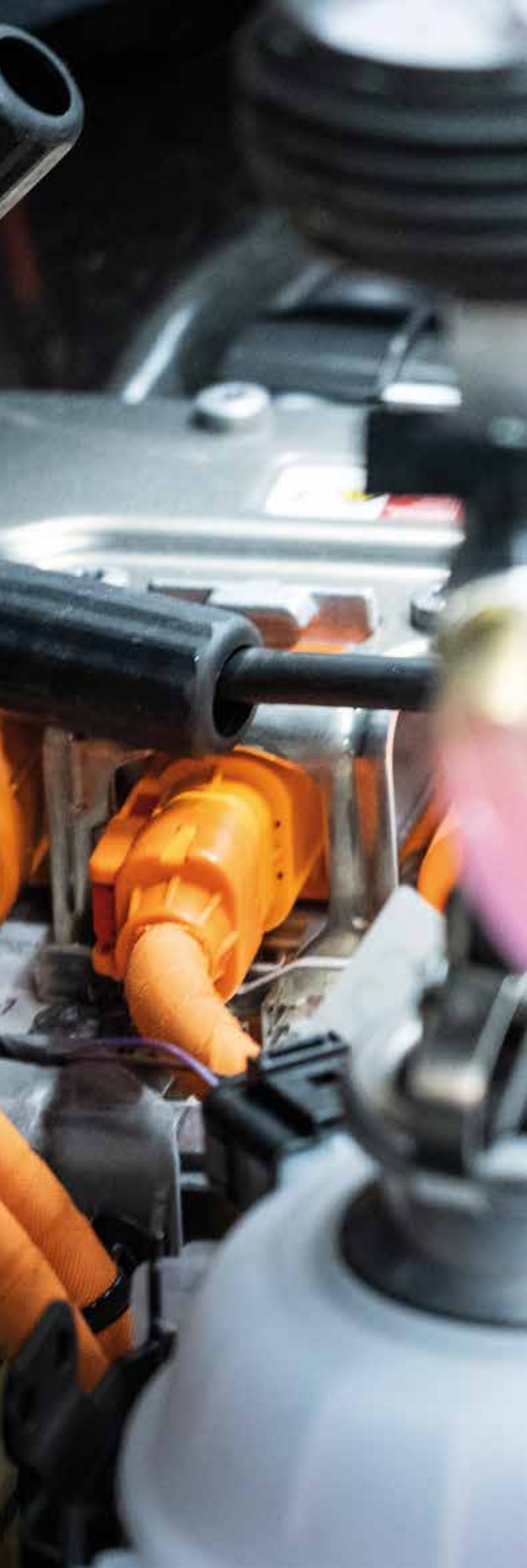
Denne og andre publikationer, som omhandler et godt og sikkert arbejdsmiljø, findes i elektronisk form på BFA Industris hjemmeside: [www.bfa-i.dk](http://www.bfa-i.dk). Materialerne fra BFA Industri kan også fås ved henvendelse til egne organisationer.

Vejledningen er udarbejdet af Teknologisk Institut for BFA Industri.



**bfa-i.dk**

Layout: produktion: Prik · Foto: Thorkil Christensen · Tryk: JTO · Trykt på miljøvenligt papir  
Oplag: 1.000 ekspl. · Oktober 2022 · ISBN 978-87-93916-69-2



# Indhold

## 4

1 Indledning

## 5

2 Kendetegn ved elbiler og hybridbiler

## 6

3 Forholdsregler ved arbejde på elbiler

## 8

4 Arbejde på en spændingsløs elbil

## 10

5 Arbejde på en elbil under spænding

## 13

6 Arbejde på trafikskadede elbiler

## 15

7 Arbejde på/i højvoltsbatteriet

## 16

8 Andre typer arbejde på elbiler

- Autolakering
- Karrosseriarbejde
- Undervogsbehandling

## 18

9 Brand i elbiler eller i værksted med elbiler

- Brand i højvoltsbatteriet
- Håndtering af udtjente højvoltsbatterier

## 22

10 Sikkerhedsforanstaltninger

- Risikovurdering af arbejdsopgaver
- Personalekvalifikationer og uddannelse
- Værnemidler
- Værktøj og udstyr
- Arbejdszoner
- Førstehjælp
- Medicinske hjælpemidler

## 25

11 Instruktion og oplæring

- Krav til personlige værnemidler og håndværktøj

## 26

12 Lovgivning

## 1. Indledning

Denne vejledning sætter fokus på sikkerhed, når I arbejder med batterier og elektricitet i el- og hybridbiler. Mekaniske og andre risici behandles ikke i vejledningen.

I vejledningen bruges betegnelsen elbil, men herunder hører også plug-in hybridbiler og andre hybridbiler med et højvoltsbatteri og en elektrisk drivlinje. Der sigtes primært på arbejde med personbiler, men vejledningens regler og råd gælder for alle vejgående køretøjer med et højvoltsbatteri.

►► **Vejledningens regler og råd gælder for alle køretøjer med et højvoltsbatteri.**



## 2. Kendetegn ved el- og hybridbiler

Elbiler adskiller sig fra benzin- og dieseldrevne biler ved at have en elektrisk drivlinje, som består af en elmotor og et højvoltsbatteri.

Nogle hybridbiler har både en forbrændingsmotor og en elmotor. Plug-in hybridbiler (PHEV) kan oplades fra elnettet, og de er forsynet med et højvoltsbatteri ligesom rene elbiler. Andre hybridbiler er forsynet med et betydeligt mindre højvoltsbatteri, der kun oplades fra forbrændingsmotoren og/eller med bremseenergi fra elmotoren. Spændingen på disse mindre hybridbilsbatterier er også lavere. Mens højvoltsbatteriets mærkespænding typisk ligger mellem 400 V og 800 V, så ligger hybridbilens batterispænding typisk mellem 48 V og 200 V.

Vær opmærksom på, at den samme spænding og strøm, som findes på højvoltsbatteriets terminaler, kan være til stede i de orange farvede højvoltskabler, i motorkontroller, i inverteren til elmotoren, i elmotoren, i opladeboksen og andre steder, medmindre højvoltsbatteriet er forsvarligt afbrudt.

I elbiler er der typisk flere måder at koble højvoltsbatteriet fra det øvrige elektriske system. I skal altid følge producentens anvisninger. Generelt gælder det, at der er en afbryder i batteriet, som kun bliver tilkoblet, når tændingen er aktiveret, og en række sikkerhedstjek internt i bilen er gennemført. Normalt er der også en servicesikring, man kan fjerne manuelt for at koble batteriet fra det øvrige elektriske system.

I skal altid fjerne servicesikringen, inden I begynder at arbejde på en elbil, medmindre der i særlige tilfælde er behov for at udføre arbejdet under spænding.

Ud over højvoltsbatterier er el- og hybridbiler forsynet med et eller flere startbatterier. De kaldes til tider også hjælpebatteri, servicebatteri eller auxilliary batteri.

Før I påbegynder arbejdet på en bil, herunder også rednings- og vejhjælpsarbejde på skadede biler, er det vigtigt at identificere den pågældende biltype, og især om bilen indeholder et højvoltsbatteri.

### 3. Forholdsregler ved arbejde på elbiler

Når I arbejder på elbiler, udgør det elektriske system en risiko, der ikke findes på benzin- og dieselmotorer. Derfor skal I tage nogle nye forholdsregler, så de sikre arbejdsforhold bibeholdes.

Inden en arbejdsopgave påbegyndes, skal I sikre, at den kan udføres fuldt forsvarligt. I skal foretage en risikovurdering baseret på opgavetyperens art, planlægge arbejdet og udføre det efter fabrikantens anvisninger. Derfor skal en medarbejder, der kender og forstår alle de farer, som kan opstå før, under og efter arbejdsopgavens udførelse, vurdere, om arbejdsopgaven skal kategoriseres som:

- En småreparation
- Arbejde på en spændingsløs elbil
- Arbejde på en elbil under spænding
- Arbejde på en trafikskadet elbil
- Arbejde på/i højvoltsbatteriet

#### Arbejde under spænding og nær spænding

Arbejde under spænding defineres som "direkte kontakt med ledende dele", og arbejde nær spænding defineres som "arbejde inden for 300 mm afstand fra uisolerede, ledende dele. Disse definitioner stammer fra EN 50110-1-standarden og gælder for spændinger under 1000 V AC og 1500 V DC.

En elbil er aldrig helt spændingsløs, da der altid er spænding på selve højvoltsbatteriet. Men bilen kan betragtes som spændingsløs, hvis tændingen er slukket, opladerstikket er afmonteret, og servicesikringen er fjernet. Dette gælder dog ikke for trafikskadede elbiler (Se afsnit 6 Arbejde på trafikskadede elbiler).

I kan sikre spændingsløs tilstand på intakte elbiler, dvs. biler der:

- **Ikke** er mekanisk skadet
- **Ikke** har været involveret i trafikuheld
- **Ikke** har været involveret i brand

I sikrer spændingsløs tilstand ved at:

- frakoble ladekablet,
- afbryde tændingen og
- fjerne servicesikringen i henhold til producentens vejledning for at undgå utilsigtet genindkobling

Husk også at tjekke, at elbilen er spændingsløs i henhold til producentens vejledning.

Når I har sikret den spændingsløse tilstand, kan arbejdet udføres uden værnemidler. Dette gælder dog kun, så længe arbejdet ikke foregår på eller i batteriet (som aldrig er spændingsløst), og så længe I sikrer, at alle elektriske dele er intakte, efter arbejdet er udført.



**Småreparationer, som rengøring, udskiftning af viskerblade og lignende, hvor I ikke kan komme i kontakt med det elektriske system, kan udføres, når opladestikket er fjernet, og tændingen er afbrudt.**



Afsnittene 4-7 er inddelt i hver sin farve for at lette læseoplevelsen.

-  **4** Arbejde på en spændingsløs elbil
-  **5** Arbejde på en elbil under spænding
-  **6** Arbejde på trafikskadede elbiler
-  **7** Arbejde på/i højvoltagebatteriet



## 4. Arbejde på en spændingsløs elbil

Arbejdsopgaver, der ikke kræver spænding på det elektriske system, skal altid udføres spændingsløst. Der vil, som nævnt altid være spænding på højvoltsbatteriet, men det resterende elektriske system kan gøres spændingsløst, som beskrevet i forrige afsnit.

En elbil er aldrig helt spændingsløs, og der er risiko for elektrisk stød fra højvoltsbatteriet og kortslutning af dette. I kan dog udføre mange arbejdsopgaver uden spænding på det øvrige elektriske system, hvorved I mindsker risikoen for elektrisk stød.

Vær opmærksom på, at højvoltsbatteriet kan være opbygget af flere batteripakker fordelt på flere steder i bilen.

Vær også opmærksom på, at der kan være spænding på forskellige dele, selvom tændingen er afbrudt. Når elbilen er under opladning, vil der ofte være spænding på kølesystemet for at sikre, at højvoltsbatteriet ikke bliver for varmt. Nogle elbiler opvarmer desuden højvoltsbatteriet under opladning i koldt vejr. Og endelig kan elbilen vedligeholdelsesoplade startbatteriet, når tændingen er slukket.



## Udfordringerne

Der er altid spænding på batterier. De kan ikke slukkes, og spændingen på selve batteriet kan ikke afbrydes. Selvom I afbryder batteriet fra det øvrige elektriske system, skal I altid betragte arbejde på eller nær batteriet som arbejde under spænding.

Der kan opstå farlige situationer, når I arbejder med skærende værktøj eller svejser på eller nær det elektriske system. Det kan give brud på isoleringen af kabler og andre ledende dele. Der opstår ikke nødvendigvis fare i samme øjeblik, det sker, men det øger risikoen for elektrisk stød, kortslutninger og lysbuer, når der sættes spænding på det elektriske system igen. Derfor skal skaden straks udbedres.

## Sådan arbejder I sikkert

Gør elbilen spændingsløs, og sørg for, at der ikke kan ske utilsigtet genindkobling, som beskrevet i afsnit 3. Undgå at forårsage skade på det elektriske system under arbejdet. Sker der en skade, skal den udbedres før genindkobling. Arbejde på eller i højvoltsbatteriet skal følge retningslinjerne, som er beskrevet i afsnit 7, og kan ikke udføres som spændingsløst arbejde.

# Huskeliste

## Risici og udfordringer

En elbil er aldrig helt spændingsløs, da der altid er spænding på batteriet, hvilket kan medføre elektrisk stød og kortslutning af højvoltsbatteriet.

Metalgenstande og værktøj kan skabe farlige situationer, når der sættes spænding på igen.

## Håndtering

### Du skal:

- Sikre at bilen er intakt
- Fjerne ladekablet
- Afbryde tændingen
- Fjerne servicesikringen
- Tjekke (måle) spændingsløs tilstand i det område du skal arbejde
- Anvende egnede personlige værnemidler, hvis du skal arbejde under spænding

### Du skal:

- Kontrollere spændingsløs tilstand før og under arbejdet
- Udbedre ødelagte eller beskadigede kabler under og efter arbejdet
- Fjerne værktøj og elektrisk ledende genstande, inden der sættes spænding på igen



## 5. Arbejde på en elbil under spænding

Nogle arbejdsopgaver som fx fejlfinding på det elektriske system kan kun udføres med spænding på elbilen. Det kræver, at I tager nogle særlige forholdsregler. Disse gælder også, når I skal udføre arbejdsopgaver på eller i højvoltsbatteriet og arbejdsopgaver på trafikskadede elbiler eller elbiler med synlige skader på batterikassen eller højvoltskablerne.

Ved arbejde på elbiler under spænding udgør det elektriske system en potentiel fare. Det elektriske system består primært af et højvoltsbatteri, orange højvoltskabler, en elmotor, motorkontroller, inverter til motoren og en batterilader.

Når I arbejder på en elbil, hvor batteriet ikke er frakoblet det øvrige elektriske system, er der risiko for, at de ledende dele kan give elektrisk stød. Det kan medføre øjeblikkelige forbrændinger og efterfølgende skader som fx hjerteflimmer, eller i værste tilfælde død.

Hvis to ledende dele forbindes direkte eller kommer for tæt på hinanden, kan der opstå kortslutninger eller lysbuer. Begge dele giver risiko for gnister, udvikling af gasser og smeltet metal, der slynges ud i luften, hvilket kan give forbrændinger og øjenskader. Derudover kan en lysbue være en eksplosionslignende hændelse, der kan medføre, at man går i chok, bliver forvirret og handlingslammet. En kortslutning af batteriet kan desuden antænde en brand i batteriet (Se afsnit 9).

### Spænding på batteri og hele det elektriske system

Spændingen på højvoltsbatteriet og det elektriske system er på de fleste elbiler så høj, at den udgør en væsentlig risiko for elektrisk stød. Selv når sikringen er taget, vil der altid være spænding på batteriet – det kan ikke afbrydes. Derudover er der spænding på hele det elektriske system, herunder orange kabler, motorkontroller, inverter til elmotor, elmotor og batterilader, når hverken batterisikringen eller servicesikringen er fjernet.

### Opladning øger risikoen for elektrisk stød

Under opladning øges risikoen for elektrisk stød, fordi chassiset ofte er forbundet med batteriladerens jordforbindelse. Derfor kan man få stød ved blot at røre én spændingsførende leder. I skal derfor altid fjerne opladestikket, inden I påbegynder arbejdet, medmindre tilslutning er nødvendigt som fx ved fejlfinding på opladesystemet. Se mere om personlige værnemidler i afsnit 10.



**Husk, at arbejdet altid bør udføres spændingsløst, hvis det er muligt**

Det betyder, at opladestikket skal fjernes, tændingen afbrydes og servicesikringen skal fjernes. Se afsnittet *Arbejde på en spændingsløs elbil*.

### Huskeliste

1. Kun kvalificerede/instruerede medarbejdere må udføre arbejdet
2. Start med at skabe overblik over det elektriske system, fx placeringen af batteri, HV-kabler (orange), elmotor, inverter og opladeboks
3. Udfør en risikovurdering
4. Fjern opladeren
5. Afspær området og markér med skilte
6. Sørg for, at I er to personer i lokalet
7. Ifør dig personlige værnemidler og korrekt beklædning
8. Anvend kun isoleret eller isolerende værktøj

## Tab af værktøj og arbejde med skærende værktøj

Hvis I taber uisoleret værktøj, skruer eller andre metalgenstande, er der risiko for kortslutninger og lysbuer. Der kan også opstå farlige situationer, når I arbejder med skærende værktøj eller svejser på eller nær det elektriske system. Det kan give brud på isoleringen af kabler og andre ledende dele. Der opstår ikke nødvendigvis fare i samme øjeblik, det sker, men det øger risikoen for elektrisk stød, kortslutninger og lysbuer, når der sættes spænding på det elektriske system igen. Derfor skal skaden straks udbedres.

## Sådan arbejder I sikkert

Arbejde på elbiler med spænding på det elektriske system kræver en række forholdsregler. De er listet herunder og omtales nærmere i afsnit 10. Derudover kræver det et godt overblik over bilens elektriske system.

# Huskeliste

## Risici og udfordringer

Der er spænding på hele det elektriske system, når højvoltsbatteriet ikke er frakoblet det øvrige elektriske system.

Der er risiko for at få elektrisk stød ved kontakt med ledende dele.

Der kan opstå lysbuer eller kortslutninger, hvis to ledende dele forbindes direkte eller kommer for tæt på hinanden.

Under opladning øges risikoen for elektrisk stød, da chassiset ofte er forbundet med batteriladerens jordforbindelse.

Arbejde med metalgenstande, værktøj eller skærende værktøj giver risiko for kortslutninger samt brud på isoleringen af kabler.

## Håndtering

### Du skal:

- Arbejde spændingsløst så vidt det er muligt

### Du skal:

- Lave en risikovurdering
- Fjerne opladeren
- Bruge isoleret eller isolerende værktøj
- Iføre dig personlige værnemidler
- Være to personer til stede

### Du skal:

- Udbedre ødelagte kabler både under og efter arbejdet på elbilen



## 6. Arbejde på trafikskadede elbiler

Mekaniske skader på en elbil kan udløse en højvoltsbatteribrand og en kortslutning af højvoltsbatteriet. Højvoltsbatteriets sikkerhedsfunktioner, herunder isoleringen på det orange ledningsnet, kan desuden være beskadiget. Det kan skabe uforudsete risici med kortslutninger og utilsigtet spænding på dele af bilen og chassiet. Derfor skal I behandle trafikskadede elbiler med stor forsigtighed, når de kommer ind på værkstedet.

Arbejde på trafikskadede elbiler skal betragtes som arbejde under spænding, indtil andet er afgjort. Derfor skal I benytte de samme forholdsregler, som er beskrevet i afsnit 5 *Arbejde på en elbil under spænding*. I skal også altid anvende personlige værnemidler under arbejdet samt isoleret eller isolerende værktøj.

### Ukendt tilstand

Så længe elbilens og højvoltsbatteriets tilstand er ukendt, kan I ikke vide, på hvilke dele af bilen, der kan være farlig spænding, og hvor stor faren er for brand i højvoltsbatteriet.

### En slukket brand kan blusse op

Varmeudviklingen og varmespredningen i batteriet kan i nogle tilfælde foregå over lang tid. Det betyder, at en brand, der ser ud til at være slukket, kan blusse op igen.

### Sådan arbejder I sikkert

Alt arbejde på en trafikskadet elbil skal betragtes som arbejde under spænding, indtil andet er afgjort. Denne regel gælder for alle, der kommer i berøring med elbilen, herunder redningsfolk, vejhjælp, mekanikere og autoophuggere, og den gælder, indtil en kvalificeret person kan afgøre andet.

En kvalificeret person er én som:

- Kender og forstår alle de farer, der kan opstå før, under og efter arbejdsopgaven er udført
- Er i stand til at undgå disse farer
- Har praktisk erfaring fra lignende arbejdsopgaver
- Kender bilens elektriske opbygning

Der skal altid laves en risikovurdering af de elektriske forhold og brandforhold.



## Modtagelse af en trafikskadet bil på værkstedet

Det anbefales at efterlade den trafikskadede elbil udendørs med god afstand (ca. 5 meter) til andre biler og bygninger i mindst 48 timer eller jf. producentens anvisning, før I begynder at arbejde på elbilen. I skal sikre med indhegning og skiltning, at elbilen er utilgængelig for alle. Den kan med fordel overdækkes med et brandtæppe under karantænen.

Efter karantænen kan I kontrollere og fjerne sikkerhedswire og servicesikring, hvis dette ikke er gjort. I kan også undersøge højvoltsbatteriet for huller, deformation og lugt af udtrængende elektrolytvæske. Det lugter som acetone/alkohol. Elektrolytvæske kan forekomme, hvis der er hul på batteriet, og der ikke har været brand i det. I forhold til brandfare skal I håndtere udtrængende elektrolytvæske på samme måde som udtrængende benzin på benzinbiler.

Hvis I konstaterer en af ovennævnte fejl, skal I behandle højvoltsbatteriet efter fabrikantens forskrifter.

# Huskeliste

## Risici og udfordringer

Der kan være uvished om, hvilke dele af bilen, der kan være farlig spænding på, og hvor stor faren for brand i højvoltsbatteriet er.

Varmeudvikling og varmespredning i batteriet kan i nogle tilfælde foregå over lang tid.

Højvoltsbatteri er beskadiget.

## Håndtering

### Du skal:

- Betragte arbejdet som arbejde under spænding.
- Lave en risikovurdering i forhold til elektriske forhold og brandforhold
- Anvende personlige værnemidler
- Anvende isoleret/ isolerende værktøj

### Det anbefales, at:

- Efterlade den trafikskadede elbil udendørs med god afstand (ca. 5 meter) til andre biler og bygninger i mindst 48 timer eller jf. producentens vejledning, inden arbejdet på elbilen påbegyndes.
- Overdække elbilen med et brandtæppe
- I skal indhegne stedet og sætte skilte op, så elbilen er utilgængelig for alle

### Du skal:

- Undersøge højvoltsbatteriet for huller, deformation og udtrængende elektrolytvæske
- Behandle højvoltsbatteriet efter producentens vejledning



## 7. Arbejde på/i højvoltsbatteriet

Arbejdsopgaver på eller i højvoltsbatteriet er arbejde under spænding og kræver specialuddannelse.

Der er stor risiko forbundet med at arbejde på eller i højvoltsbatterier. De mange forskellige komponenter skal behandles med både forståelse og respekt. Arbejde på batteripakkerne skal altid udføres efter producentens vejledning.

I skal både kunne håndtere det elektriske kredsløb, da arbejdet foregår under spænding, og I skal tage den kemiske håndtering af batteripakken i betragtning.

Kravene til arbejde i eller på højvoltsbatteriet kan variere fra producent til producent. Derfor er det kun kvalificeret personale med tilstrækkelig uddannelse i at håndtere risici ved arbejdet, der må udføre denne type reparationer. Se også afsnittet om kvalifikationer og uddannelse på side 25.

## Huskeliste

### Risici og udfordringer

Der er altid spænding på batteriet og det kan ikke afbrydes

Der er risiko for at få elektrisk stød ved kontakt med ledende dele

Der kan opstå lysbuer eller kortslutning, hvis to ledende dele forbindes direkte eller kommer for tæt på hinanden

Arbejde med metalgenstande eller metalværktøj giver risiko for kortslutning eller lysbuer

### Håndtering

#### Du skal:

- Være kvalificeret til opgaven
- Foretage en risikovurdering
- Iføre dig personlige værnemidler
- Bruge isoleret eller isolerende værktøj
- Husk: I skal være to personer til stede





## 8. Andre typer arbejde på elbiler

### Autolakering

Er det nødvendigt at afmontere dele på elbilen (dør, klapper m.m. med strømgennemføring), skal karrosserieværkstedet foretage afmontering.

Ved større skader, hvor stærkstrøm er frilagt, skal elbilen gøres spændingsløs. Det gør I ved at tage tændingen fra, fjerne servicesikringen og fjerne kablerne fra startbatteriet samt eventuel oplader tilsluttet bilen. Dette skal foretages, inden bilen overdrages til lakering.

Højvoltbatterikassen og det orange ledningsnet skal afdækkes og må ikke lakeres. Afdækningsmaterialer må ikke være elektrisk ledende.

Elbilen må ikke udsættes for temperaturer over 60°C under lakering og tørring, hvis ikke højvoltbatteriet og 12V-batteriet er fjernet. I skal følge bilproducentens anvisninger samt værkstedets eventuelle skærpede retningslinjer.

Vær opmærksom, hvis elbilen skal på lift. Batterikassen m.m. sidder oftest i bunden af elbilen.

Er der tvivl om ovenstående, skal I kontakte karrosseriværkstedet.

### Karrosseriarbejde

I må kun udføre skære-, slibe og svejsearbejder, når elbilen er gjort spændingsløs. Det gælder for både højvoltbatteriet og startbatteriet. Højvoltbatterikassen skal fjernes, hvis arbejdet udføres i umiddelbar nærhed af den, eller hvis der er risiko for, at højvoltbatteriet varmes op til mere end 60°C. Litium-ion batterier indeholder en meget brandbar elektrolytvæske, som kan antændes af gnister fra arbejdet, hvis der skulle være en lækage på en af battericellerne.

Hvis I bruger afdækningsmaterialer, må de ikke være elektrisk ledende.

### Undervognsbehandling

Som udgangspunkt må batteripakken og de orange HV-kabler ikke udsættes for produkter, der anvendes til undervognsbehandling. I skal spørge bilproducenten til råds, om hvor og med hvilke materialer, elbilen kan undervognsbehandles.

Under arbejdet (afrensning, afdækning, påføring af undervognsbehandling osv.) anbefales det, at I gør elbilen spændingsløs ved at tage tændingen, fjerne servicesikringen og evt. oplader tilsluttet elbilen. Afdækningsmaterialer må ikke være elektrisk ledende.



**DANGER**  
ОПАСНОСТЬ  
PELIGRO  
PERIGO  
NEBEZPECI  
TEHLIČKA  
خطر  
12E-D10-0018

## 9. Brand i elbiler eller i værksted med elbiler<sup>1</sup>

Hvis der går ild i en elbil, er det vigtigt at sondre mellem brand i højvoltsbatteriet og brand i bilens øvrige dele.

Tegn på batteribrand eller kommende batteribrand:

- Synlig eller lugtbar røg fra batteriet
- OBD viser en unormal høj temperatur
- Batteriet lækker elektrolytvæske, som kan lugtes eller ses
- Aflæsning via termisk kamera

Brandslukning af højvoltsbatteriet skal ubetinget overlades til brandvæsnet, da der er risiko for forbrændinger og skader i forbindelse med HF-gasser (Hydrogenfluorid).

### Anbefalinger

- Det anbefales, at I udarbejder en brand- og evakueringsplan for jeres værksted, hvor særlige forhold omkring elbiler medtages.
- Det anbefales, at I med jævne mellemrum foretager en brandøvelse for alle virksomhedens medarbejdere.
- Det anbefales, at I udfører arbejdet på en trafikskadet elbil eller en elbil med beskadiget højvoltsbatteri i et særskilt brandsikret rum med særskilt ventilation, kraftige sprinklersystemer og veldefinerede flugtveje, hvis det er muligt.

### Brand i højvoltsbatteriet

Batteribrande er vanskelige at slukke, da kemien i batteriet nærer branden. Derfor skal I altid overlade brand i højvoltsbatteriet til brandvæsnet, og I skal følge bygningens evakueringsplan for brand. Som ved andre brande udvikler brand i højvoltsbatteriet en række sundhedsskadelige gasser, hvoraf HF (Hydrogenfluorid) er særlig alvorlig.

HF-gas omdannes til flussyre, når det kommer i kontakt med vand eller fugt. Både HF-gas og flussyre er livsfarlige eller invaliderende, hvis de kommer i kontakt med huden eller indåndes. Skadernes omfang afhænger af mængden af HF-gas, eksponeringstiden og tidlig indsats.

Vær opmærksom på, at HF-gasser hurtigt kan sprede sig til andre rum i bygningen og eventuelt gøre skade på tilfældigt forbipasserende.

### Brandårsager

Brand i højvoltsbatteriet kan opstå, fordi batteriet er overophedet. Det kan ske, hvis elbilen er placeret i en bygning, der brænder, eller i nærheden af en anden bil, der er brudt i brand. Desuden kan mekaniske skader på elbilen udløse en højvoltsbatteribrand fx ved trafikuheld. En kortslutning af højvoltsbatteriet kan også i nogle tilfælde føre til brand, især hvis kortslutningen opretholdes i flere minutter.

Vær opmærksom på, at en brand i højvoltsbatteriet kan sprede sig til andre biler, bygningsdele og andre brandbare materialer. Derfor skal I holde god afstand til disse i situationen.

### Brand uden for højvoltsbatteriet

Mindre brande uden for højvoltsbatteriet kan I selv forsøge at slukke med vand eller kulsyre, eller ved at overdække elbilen med et brandtæppe.



# Forslag til brand- og evakueringsplan

## 1

### Brand i højvoltsbatteriet:

- Evakuer straks lokalet, hvor elbilen er placeret. Hvis andre af bygningens lokaler er forbundet til stedet via et ventilationssystem, skal disse lokaler også straks evakueres. Afbryd ventilationssystemet, hvis det er muligt.
- Personer, som er i umiddelbar fare, skal bringes i sikkerhed.
- Luk dørene til lokalet.
- Tilkald brandvæsnet og oplys, at det drejer sig om brand i et højvoltsbatteri i en elbil.
- Sørg så vidt muligt for, at ingen personer kommer i nærheden af røggasserne. Hverken evakuerede eller forbipasserende.
- Når branden er slukket, skal elbilen så vidt mulig i udendørs karantæne.

## 2

### Brand uden for højvoltsbatteriet:

- Evakuer straks lokalet, hvor elbilen er placeret.
- Personer, som er i umiddelbar fare, skal bringes i sikkerhed.
- Luk dørene til lokalet.
- Forsøg, hvis det skønnes sikkert og muligt, at slukke branden med vand eller kulsyre, eller ved at overdække elbilen med et brandtæppe. Tilkald brandvæsenet, hvis dette ikke er muligt.
- Når branden er slukket, skal elbilen så vidt mulig i udendørs karantæne, da højvoltsbatteriet kan antændes.

## 3

### Brand i et værksted, hvor der holder elbiler parkeret:

- Evakuer straks lokalet, hvor elbilerne er placeret.
- Personer, som er i umiddelbar fare, skal bringes i sikkerhed.
- Luk dørene til lokalet.
- Tilkald brandvæsenet.
- Flyt elbilerne udenfor det brændende lokale, hvis det er muligt.

**Når brandvæsnet ankommer, skal I underrette dem om eventuelle personer, der ikke er kommet i sikkerhed, om brandstedets beliggenhed, brandens omfang, og at der er brand i/ved en elbil samt biltypen.**

Bygninger og inventar vejer naturligvis tungt i en brandsituation. Ved brand uden for højvoltsbatteriet kan I overveje følgende under hensyntagen til, at det ikke medfører risiko for, at personale kommer i kontakt med flammer og røggasser:

### Brug af brandtæppe

Hvis forholdene tillader det, kan I trække et brandtæppe af kvarts henover den brændende elbil. Herved kan flammerne slukkes eller begrænses, så risikoen for, at branden spreder sig til inventar og bygninger, minimeres. Dette vil også begrænse spredningen af røggasser.

Vær opmærksom på, at hvis branden spreder sig til højvoltsbatteriet, vil de varmeproducerende kemiske processer fortsætte i batteriet. Der kan derfor opstå risiko for en kraftig eksplosion, hvis varme elektrolytgasser samles i lokalet eller under tæppet og pludselig antændes. I skal derfor foretage en evakuering som beskrevet i planen på side 20, når brandtæppet er placeret.

### Elbilen trækkes udenfor

I kan trække elbilen udenfor, eventuelt med et andet køretøj og en kraftig kæde. I de fleste tilfælde er elbilens hjul blokeret, når tændingen er slået fra, så det kræver kraftigt materiel, eller at elbilen er placeret på rulleskøjter eller står på en lift. En eventuel udtrækning af elbilen skal udføres sideløbende med evakueringen som beskrevet ovenfor.

### Håndtering af udtjente højvoltsbatterier

Udtjente højvoltsbatterier må ikke bortskaffes ved affaldsforbrænding eller deponi. De skal indsamles og afleveres til genbrug eller genanvendelse. Som udgangspunkt har bilproducenterne eller bilimportørerne ansvar for at tage batterierne tilbage. Alle litium-ion batterier skal under transport betragtes som farligt gods.

Nogle udtjente elbilbatterier indsamles af autoværkstedet, mens andre havner hos en autoophugger. Sidstnævnte er underlagt samme regler som værkstedet, når højvoltsbatterier skal afmonteres. Se afsnit 6 om arbejde på trafikskadede elbiler.

I skal opbevare udtjente og skadede højvoltsbatterier på et afspærret udendørsareal med en sikkerhedsafstand på ca. 5 m. til bygninger, skel, parkerede biler mv. Batterierne kan fx opbevares i en brandsikret container. Hvis det er muligt, skal I aflade batteriet helt inden opbevaring, da brandfaren herved reduceres. Følg fabrikantens retningslinjer. Ved opbevaring skal batteriernes omgivelsestemperatur holdes under 60°C.





## 10. Sikkerhedsforanstaltninger

### Risikovurdering af arbejdsopgaver

En risikovurdering bruges til at planlægge og sikkerhedsvurdere en arbejdsopgave med særligt fokus på de risici, der kan opstå, og de sikkerhedsforanstaltninger, der skal være på arbejdsstedet. En risikovurdering består typisk af følgende dele:

- Hvilke faresituationer kan der opstå før, under og efter udførelse af arbejdsopgaven?
- Hvad er konsekvensen af hver af disse faresituationer?
- Hvilke sikkerhedsforanstaltninger og personlige værnemidler skal anvendes, og hvordan kan arbejdsopgaven udføres på en sikker måde?
- Hvad skal der gøres, hvis uheldet er ude og en faresituation alligevel opstår (flugtveje, evakuering, førstehjælp osv.)?

I mange tilfælde er svarene velkendte, men det er altid en god ide at bruge et par minutter på at gennemgå besvarelsen for den pågældende biltype.

### Personalekvalifikationer og uddannelse

I Danmark anses kun sagkyndige og særligt instruerede personer tilstrækkeligt kvalificeret til at udføre arbejde på en elbil under spænding eller på højvoltsbatteriet.

For at være sagkyndig skal man have en relevant uddannelse, viden og erfaring og skal:

- Have viden og evner til at analysere risici og lave en risikovurdering
- Planlægge arbejdsaktiviteter så evt. farer, der kan opstå før, under og efter arbejdsopgavens udførelse, undgås
- Have praktisk erfaring fra lignende arbejdsopgaver
- Kende køretøjets elektriske opbygning

Ved særligt instrueret forstås en person, der er særligt udpeget af arbejdsgiveren, og som er:

- Tilstrækkeligt instrueret til specifikke opgaver og i at undgå de farer, som elektricitet kan skabe.
- Instrueret tilstrækkeligt til kunne identificere, hvis opgaven ikke svarer til instruktionen.

Der udbydes uddannelse og efteruddannelse på tekniske erhvervsskoler, AMU-centre, hos leverandører til bilbranchen m.fl. Desuden uddanner forskellige bilaktører og bilproducenter mekanikere til elbiler specifikt rettet mod egne bilmærker.



**Arbejdsgiveren har instruktionspligten og skal føre effektiv kontrol med den særligt instruerede. Udføres arbejde under spænding, skal der periodisk og i nødvendigt omfang gives instruktion i sikkerhedsmæssig korrekt adfærd i forhold til arbejdet.**

### Personlige værnemidler

Personlige værnemidler er et af de vigtigste sikkerhedstiltag, når I udfører arbejde under spænding. Ved arbejde under spænding skal I altid anvende følgende værnemidler:

- Handsker isoleret til 1000 V, der beskytter mod elektrisk stød
- Beskyttelsesbriller, der beskytter øjnene mod gnister og partikler fra kortslutninger og lysbuer, eller en hjelm med visir, som beskytter hele ansigtet
- Elektrisk isolerende sikkerhedssko uden metal, der er isoleret til 1000 V, som beskytter mod elektrisk stød via jord. Alternativt kan en elektrisk isolerende måtte anvendes til at stå på under arbejdet
- Termisk isolerende tøj med lange ærmer og bukser, som beskytter mod gnister og varme fra lysbuer



**Handsker og øvrige personlige værnemidler skal være intakte og uden skader.**

Smykker, ure, ringe, metalbriller, piercinger og lignende kan forårsage en elektrisk kortslutning og skal altid fjernes, inden arbejdet påbegyndes. Det samme gælder metalliske genstande, som kan falde ud af lommer i påklædningen.

Briller vil i denne forbindelse være omfattet af reglerne om personlige værnemidler og skal derfor opfylde kravene i Arbejdstilsynets bekendtgørelse om indretning mv. af personlige værnemidler. →

## Værktøj og udstyr

Ved arbejde under spænding skal I anvende isoleret eller isolerende værktøj og udstyr til 1000 V eller højere. Værktøjet skal være vedligeholdt og i en stand, der gør det egnet til formålet.

Isolerende værktøj er lavet af et isolerende materiale, hvorimod isoleret værktøj typisk er lavet af metal, hvor hovedparten er indstøbt i et isolerende materiale, og håndtaget er lavet af isolerende materiale.



**Hvis der opstår skader på isoleringen, må værktøjet ikke længere bruges til arbejde under eller nær spænding**

## Arbejdszoner

Arbejde under spænding skal udføres i en arbejdszone, som kun er tilgængelig for kvalificeret personale. I praksis er det mest hensigtsmæssigt at afspærre området omkring elbilen i en afstand, der giver tilstrækkelig plads til at udføre arbejdet. Det kan I fx gøre med en sort/gul kæde og behørig skiltning.

Der bør altid være en anden instrueret person i lokalet, som kan være behjælpelig og træde til, hvis der opstår en uforudset fare. Det er særlig vigtigt ved elektrisk stød, da personen kan risikere at sidde fast og hurtig hjælp er afgørende.

## Førstehjælp

Det anbefales, at I har en hjertestarter, og at en eller flere medarbejdere har et opdateret kursus i førstehjælp.

Hvis en person får elektrisk stød efter at have grebet om en eller flere spændingsførende dele, kan vedkommende måske ikke slippe grebet på grund af muskeltkræmper. Det er vigtigt, at den tilskadekomne hurtigst

muligt frigøres fra spændingskilden, og at det sker, uden at hjælperen selv får elektrisk stød. Derfor skal hjælperen bruge isolerende handsker eller en isoleret lang krog til at frigøre den forulykkede.

Ved elektrisk stød kan der opstå hjerteflimmer. Det skal afhjælpes med en hjertestarter og livreddende førstehjælp (hjertemassage og kunstigt åndedræt). Søg altid læge efter et elektrisk stød, da der kan opstå utilpashed og hjerteproblemer op til 24 timer efter hændelsen.

Ved trafikskadede biler og ved brand i højvoltsbatteriet er der risiko for ætsninger fra HF-gas og flussyre. Kommer det i kontakt med huden enten som røggas eller som væske, skal I straks påføre 2,5% calciumgluconat gel på de udsatte områder. Kontakt evt. nærmeste læge eller hospital, og sig at skaden er opstået i forbindelse med en batteribrand. Hospitalshjælp kan især være påkrævet, hvis der er indåndet HF-gasser.

Vær opmærksom på, at mange ætseskader fra HF-gasser ikke nødvendigvis er synlige eller mærkbare i de første mange timer efter eksponeringen. Calciumgluconat skal derfor altid være tilgængelig.

Det er også vigtigt, at øjenskylleflasker er tilgængelige, da øjnene typisk er udsatte overfor kortslutning, lysbuer og HF-gasser.

## Medicinske hjælpemidler

Ved arbejde tæt på en elmotor i drift eller i nærheden af højvoltsbatteriet, kan der være risiko for negativ påvirkning af elektroniske medicinske hjælpemidler. Ved elektroniske medicinske hjælpemidler forstås fx ICD-enhed, pacemaker, insulinpumpe m.v. Kontakt altid din læge, hvis du har indopereret en elektronisk medicinsk enhed og skal udføre arbejde på elbiler. Din læge vil kunne vejlede dig om eventuelle forholdsregler.



# 11

## 11. Instruktion og oplæring

For at sikre kvalificeret personale bør virksomheden sætte sig ind i Installationsbekendtgørelsens kapitel 7 samt DS/EN 50110-1 og implementere de dele, som er relevante for virksomhedens arbejdsopgaver.

Da kravet om et årligt L-AUS-kursus er bortfaldet, er det nu udelukkende virksomhedens ansvar at sikre, at personalet er tilstrækkelig kvalificeret, som det er beskrevet i installationsbekendtgørelsen (BEK 1082). For at leve op til dette anbefales det at følge anvisningerne i DS/EN 50110-1 eller bruge kurser, der følger disse.

I store træk omhandler standarden følgende punkter:

- Ansvarsfordeling i virksomheden
- Uddannelse og personalekvalifikationer (installationsbekendtgørelsen)
- Risikovurdering af arbejdsopgaver
- Arbejdsprocedurer (spændingsløst, nær spænding, spændingsførende)
- Arbejdszoner
- Værktøj og udstyr (hvilket, kontrol, mærkning)
- Personlige værnemidler (hvilke, kontrol og mærkning)

Standarden behandler både arbejde med lavspænding (under 1.000 V AC og 1.500 V DC) og højspænding (over 1.000 V AC og 1.500 V DC), hvor kun lavspænding er relevant i forbindelse med elbiler. Desuden omhandler standarden kun elektriske risici, hvilket også dækker de elektriske risici forårsaget af batterier, mens risici som brand, eksplosion, elektrolytvæske og gasser fra batterier ikke dækkes af standarden.

### Krav til personlige værnemidler og håndværktøj

Personlige værnemidler og værktøj til arbejde under spænding skal opfylde kravene i relevante europæiske, (eller andre) standarder, hvor sådanne findes. Følgende liste angiver europæiske standarder for forskellige typer personlige værnemidler og værktøj, og gældende udgave heraf skal anvendes:

- Beskyttelsesbriller/øjenværn EN166:2002
- Elektrisk isolerende sikkerhedshjelme EN 50365:2003
- Visir til hjelme EN 14458:2018
- Handsker EN 60903:2004
- Tøj til lysbuer EN 61482-1 og -2 nyeste version
- Håndværktøj til anvendelse op til 1000 V a.c. og 1500 V d.c. EN 60900:2018

Udstyr skal være forsynet med symbolet, der angiver, at det er egnet til arbejde under spænding samt mærkning af standarden, som udstyret lever op til.





## 12. Lovgivning

Arbejdstilsynet er ansvarlig for lovgivningen på området.

Arbejds miljøloven (LBK nr. 2062 af 16/11/2021) fastslår i §15, at arbejdsgiveren skal sørge for, at arbejdsforholdene sikkerheds- og sundhedsmæssigt er fuldt forsvarelige med hensyn til arbejdets udførelse, indretning af arbejdsstedet, tekniske hjælpemidler m.v. samt stoffer og materialer. Derudover skal det i henhold til Bekendtgørelse nr. 1234 om arbejdets udførelse §13 sikres, at der er truffet effektive foranstaltninger til at forebygge risiko for ulykker hidrørende fra elektrisk strøm.

Desuden kan arbejde på eldrevne køretøjer betragtes som arbejde på en lavspændingsinstallation (0 V DC til 1500 V DC / 0 V AC til 1000 V AC), og kapitel 7 i installationsbekendtgørelsen (BEK nr 1082 af 12/07/2016) kan anvendes som rettesnor til planlægningen af arbejdet, selvom elektriske installationer og elektrisk materiel i eldrevne køretøjer ikke er omfattet af Elsikkerhedsloven (LBK nr. 26 af 10/01/2019).

Installationsbekendtgørelsen henviser til standarden DS/EN 50110-1, som fastlægger detaljerne for et sikkert arbejdsmiljø i forhold til elektrisk sikkerhed. Virksomheden kan vælge at tage udgangspunkt i DS/EN 50110-1.



CO-industri  
[www.co-industri.dk](http://www.co-industri.dk)  
Tlf. 3363 8000



Dansk Industri  
[www.di.dk](http://www.di.dk)  
Tlf. 3377 3377



Ledernes Hovedorganisation  
[www.lederne.dk](http://www.lederne.dk)  
Tlf. 3283 3283



[bfa-i.dk](http://bfa-i.dk)

