

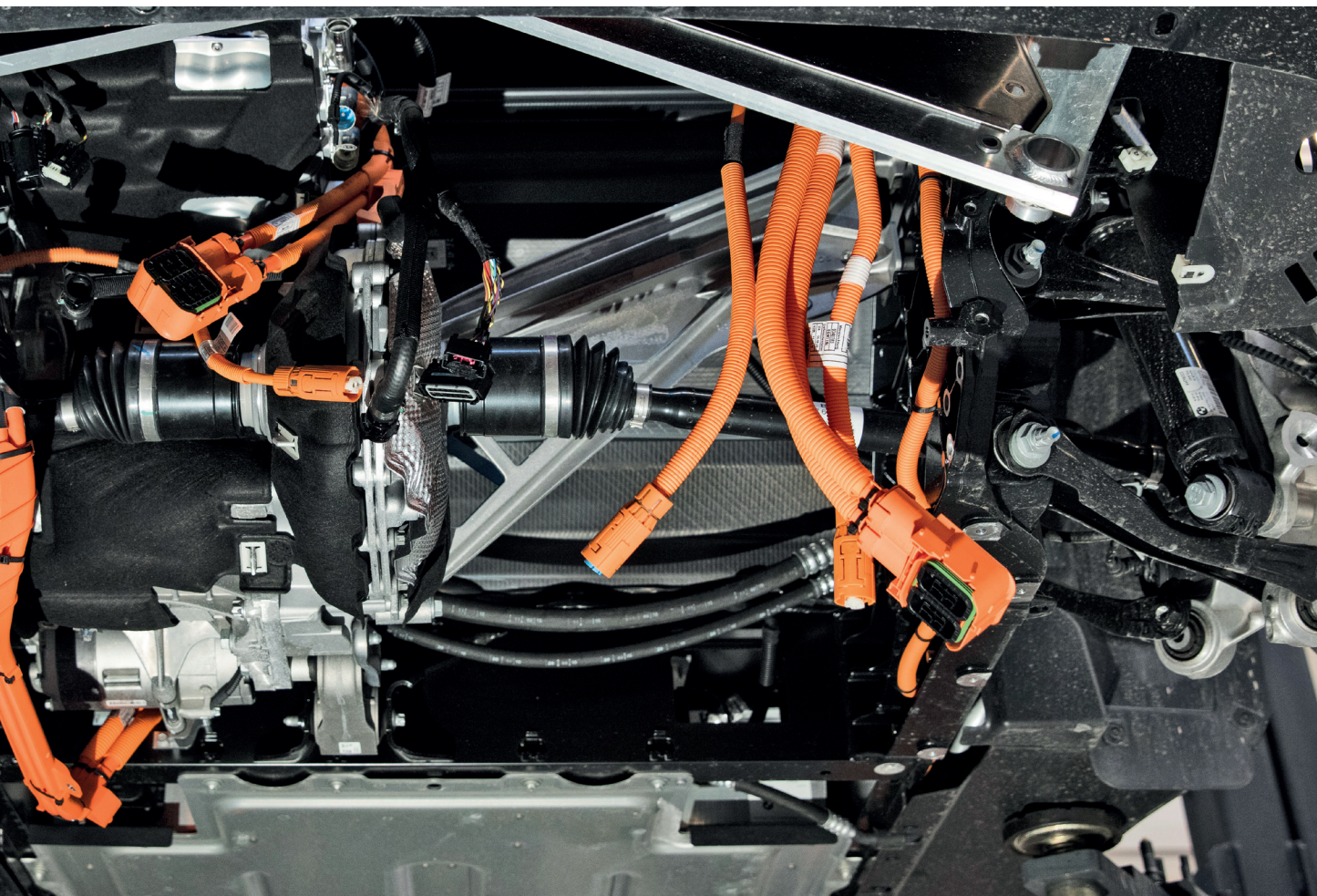
El- og hybridbiler

Sikkerhed ved reparation og vedligehold

Industriens Branchearbejdsmiljøråd



i-bar.dk



Denne vejledning er finansieret af Industriens Branchearbejdsmiljøråd, der er arbejdsmarkedets parter - i industrien - fælles forum for arbejdsmiljø. Indholdet er udtryk for parternes fælles holdning til emnet. Dette er en generel vejledning. Der kan derfor være forhold i virksomheden, som gør at virksomheden bør tage kontakt til en autoriseret arbejdsmiljørådgiver.

Arbejdstilsynet har haft vejledningen til gennemsyn og finder, at indholdet i den er i overensstemmelse med arbejdsmiljølovgivningen. Arbejdstilsynet har alene vurderet vejledningen, som den foreligger, og som tekst, billeder og skemaer m.v. umiddelbart fremstår. Arbejdstilsynet har ikke taget stilling til, om vejledningen dækker samtlige relevante emner og problemstillinger inden for det pågældende område. Herudover tages der forbehold for den teknologiske udvikling.

Denne og andre publikationer, som omhandler et godt og sikkert arbejdsmiljø, findes i elektronisk form på Industriens Branchearbejdsmiljøråds hjemmeside www.i-bar.dk, og materialerne fra Industriens Branchearbejdsmiljøråd kan også fås ved henvendelse til egne organisationer.

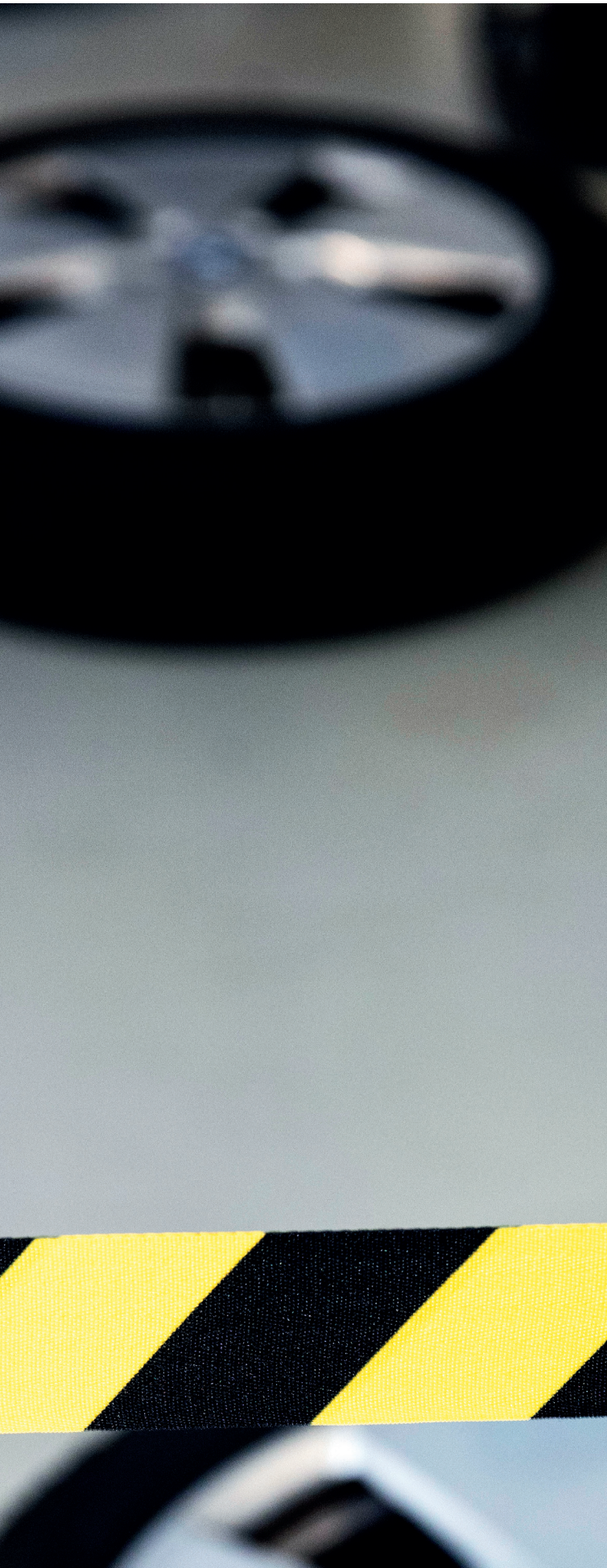
Vejledningen er udarbejdet af Teknologisk Institut, Aarhus, for Industriens Branchearbejdsmiljøråd.



i-bar.dk

Industriens Branchearbejdsmiljøråd

Layout, produktion og tryk: Rosendahls A/S · Trykt på miljøvenligt papir
Oplag: 1.500 ekspl. · Januar 2016 · ISBN 978-87-93174-43-6



Indhold

5

Definition og genkendelse

- Elbilens særlige kendetegn
- Hybridbilens særlige kendetegn

7

Sikkerhedsforanstaltninger før arbejdets påbegyndelse⁴

9

Regler for arbejde med el- og hybridbiler

- Regler for installationer med forbindelse til elnettet
- Undgå at arbejde alene
- Forholdsregler ved uafsluttet arbejde
- Regler for spændingsløst arbejde
- Regler for arbejde under spænding
- Regler for arbejde nær ved spænding
- Regler for installationer med forbindelse til elnettet

12

Særlige farer du skal være opmærksom på

- Den elektriske drivlinje
- Højvoltsbatteriet
- Højvoltsbatteriets kabelføring
- Højvoltsbatteriets forbindelse til bilens stel
- Risiko for høj spænding
- Risiko for stor strøm
- Anvendelse af elektrisk sikring
- Beskadede højvoltsbatterier
- Hul i højvoltsbatteriet
- Brand i højvoltsbatteriet
- Slukning af brand i højvoltsbatteriet
- Brand i elektriske installationer
- Nye batterimaterialer

16

Bugsering

17

Anbefalinger til sikkerhedsudstyr

18

Kompetencekrav

18

Relevante myndigheder

Indledning

Denne vejledning angiver det sikkerhedsniveau og den gode praksis, som parterne ønsker skal være til stede i forbindelse med reparation og vedligeholdelse af el- og hybridbiler.

Målgruppen for vejledningen er mekanikere og arbejdsmiljøorganisationen i bilbranchens virksomheder. Vejledningen er især rettet mod mekanikere, der ikke uddannes til at reparere el- og hybridbiler gennem værkstedsteds-kæder og mærkespecifikke kurser.

Arbejdstilsynet har haft vejledningen til gennemsyn og finder indholdet i overensstemmelse med arbejdsmiljølovgivningen. Arbejdstilsynet har alene vurderet vejledningen, som den foreligger, og har ikke taget stilling til, om den dækker samtlige relevante emner inden for området.



Definition og genkendelse

Det første vigtige skridt i sikkerhedsplanlægningen er at kunne genkende og skelne elbiler og hybridbiler fra hinanden. De to biltyper har en række særlige kendetegn, som beskrives herunder.

Elbilens særlige kendetegn

En elbil er kendetegnet ved at have en elektrisk drivlinje, som består af en elmotor og et højvoltsbatteri¹ i stedet for en forbrændingsmotor og en brændstoftank. Den internationale betegnelse for en elbil er EV (Electrical Vehicle), men der benyttes også andre betegnelser, fx BEV (Battery Electric Vehicle) og ZEV (Zero Emission Vehicle).

Kig efter logo

Udenpå ligner de fleste elbiler til forveksling traditionelle biler. Nogle elbiler kan genkendes alene på navnet, som fx Tesla, men er bilen mere anonym, kan du kigge efter et særligt logo, som angiver, at bilen er en elbil. Elbilens logo kan indeholde teksten: Zero Emission, Electric, driveE eller bogstavet e eller E (fx Volkswagen e-Golf)

Vær opmærksom på, at ikke alle elbiler afslører sig med logo.

Fysiske kendetegn

Du vil meget ofte kunne genkende elbilen ved at sætte nøglen i tændingen og lytte. De nyere modeller har ingen eller næsten ingen motorstøj. Andre kendetegn er den manglende udstødning og et ladestik, som ofte sidder bag ved et traditionelt tankdæksel. Endvidere findes der typisk en måler i instrumentbrættet, der viser højvoltsbatteriets ladestand.

Kendetegn:

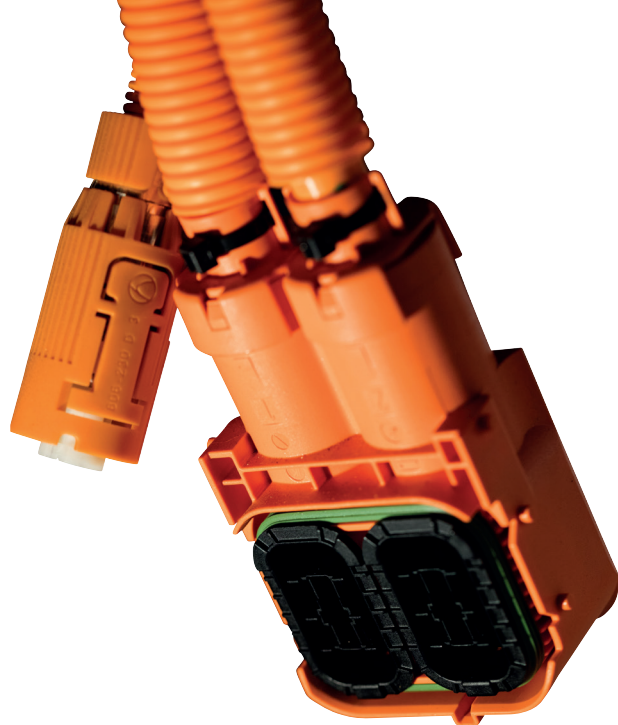
- Ingen motorstøj
- Ingen udstødning
- Ladestik
- Måler til højvoltsbatteriets ladestand

Hybridbilens særlige kendetegn

En hybridbil er en bil, som har mindst to forskellige typer drivlinjer og fremdriftsmidler, fx el og benzin/diesel eller el og brint. Hybridbetegnelsen anvendes dog på flere forskellige bilkoncepter, som kan være lidt vanskelige at gennemskue udefra.

PHEV – plug-in hybridbilen

PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) er den internationale betegnelse for en plug-in hybridbil. Bilen,



som kan lades op via et ladestik, prioriterer normalt at anvende strøm fra batteriet til den første del af køreturen, hvorefter forbrændingsmotor eller brændselscelle startes for at supplere med energi til resten af turen, eller når der er behov for mere effekt, end batteriet kan levere. En PHEV kører derfor som en elbil på de daglige kortere ture, men har ikke rækkeviddebegrænsning som elbilen. Når batteriet er næsten tømt, virker bilen stadig som en almindelig hybrid. En PHEV har et større højvoltsbatteri.

Kendetegn:

- Lades op via ladestik
- Ingen rækkeviddebegrænsning
- Større højvoltsbatteri

HEV – almindelig hybridbil

HEV (Hybrid Electrical Vehicle) er den internationale betegnelse for en almindelig hybridbil. En HEV lades op via bilens egen motor eller brændselscelle. Batteriet fungerer som en energi-buffer, der kan opsamle bremseenergi og levere energi tilbage til acceleration. HEV'er kan normalt også køre rent elektrisk over kortere afstande uden støj og forurening, men energiforsyningen til kørsel kommer fra forbrændingsmotor eller brændselscelle. En HEV har normalt enten et mindre højvoltsbatteri eller et batteri af supercapacitors (kondensatorer med meget høj kapacitet og evne til at levere meget høj strøm).

Kendetegn:

- Lades op via bilens motor eller brændselscelle
- Mindre højvoltsbatteri eller batteri af supercapacitors

¹ Højvoltsbatteri anvendes her som betegnelse for det batteri, som lagrer energien til at drive bilen frem. Højvoltsbatteriet er forskelligt fra det normale 12 eller 24 volts servicebatteri, der i almindelige biler tjener som startbatteri.



Andre typer hybridbiler

Der findes også en del biler, hvor hybrid godt nok indgår i navnet eller logoet, men hvor der blot er tale om mini- eller mikrohybrid. Disse betegnelser dækker oftest over mindre forsøg på at spare brændstof fx ved automatisk at stoppe motoren ved standsning og spare energi på hjælpeudrustning. Selvom disse biler normalt ikke har et højvoltagebatteri, kan der stadig være farer forbundet med at arbejde med dem.

Fysiske kendetegn

Ligesom det er tilfældet med elbiler, ligner hybridbiler traditionelle biler. Ofte vil logoet dog afsløre, at der er tale om en hybridbil. Har bilen en forbrændingsmotor (benzin eller diesel), vil der være en udstødning under bilen. Der vil ligeledes være en brændstoftank og et højvoltagebatteri et sted på bilen.

Parallel-hybrid og serie-hybrid

Man ser ofte omtale af enten parallel-hybrid eller serie-hybrid. Dette henviser til, hvordan el-systemet og forbrændingsmotoren er sammenbygget. I en parallel-hybrid kan forbrændingsmotor og el-motor trække parallelt eller enkeltvis. En serie-hybrid er grundlæggende en elbil kun med elektrisk drivmotor, men med el-forsyning fra en forbrændingsmotor med generator eller brændselscelle. Forbrændingsmotor med generator sidder i serie med den elektriske drivlinje. I forhold til arbejdssikkerhed er der dog ingen nævneværdig forskel mellem parallel- og serie-hybridbiler.

Sikkerhedsforanstaltninger før arbejdets påbegyndelse

El- og hybridbiler indeholder nye komponenter og ledningsføring, der udgør en potentiel sikkerhedsrisiko, som ikke er til stede i traditionelle biler. Er du som mekaniker ikke uddannet til at arbejde med elektriske drivsystemer, skal du være bevidst om, hvor de forskellige risici findes.

Det er derfor vigtigt, at der for hver enkelt arbejdsopgave udarbejdes en risikovurdering og en handlingsplan til brug ved ulykkestilfælde.

Det er altid arbejdsgiverens ansvar, at arbejdet tilrettelægges, så det kan udføres sikkerhedsmæssigt forsvarligt.

Inden arbejdet påbegyndes, bør disse sikkerhedsforanstaltninger tages:

- Fjern ALTID alle ladestik imellem bil og ladestander/stikkontakt
- Parkér bilen et tørt sted med frirum bagved eller foran bilen
- Overvej en handlingsplan ved eventuel brand eller ved ulykkestilfælde:
 - Bind et træktov fast i bilen, og forbered et køretøj til at trække bilen ud og væk fra brændbart materiale i tilfælde af brand. Derved minimeres risikoen for følgeskader på bygninger, da en batteribrand ikke kan forventes slukket
 - Udpeg en person, som holder øje med mekanikeren og kan hjælpe i tilfælde af en ulykke
- Sørg for, at bilen ikke utilsigtet sætter igang:
 - Tjek, at gearvælgeren står i neutral (N), og at der ikke er genstande, som kan vælte ned over speederpæden
 - Træk håndbremsen
 - Afbryd serviceafbryderen eller fjern hovedsikringen
 - Fjern nøglerne til bilen. Hvis nøglen er trådløs, bør batteriet fjernes, eller nøglen bør anbringes i en radiotæt beholder, fx den til Brobizz'en. Placer den i et andet rum. Vær opmærksom på, om der kan være flere nøgler. Dette kan fx være en reservenøgle.
 - Brems bilens hjul med gode bremsekiler.
- Skal der arbejdes med elektrisk dele:
 - Foretag den påkrævede afspærring, fx rundt om hele køretøjet, og sørg for skiltning
 - Fjern metalliske og andre elektrisk ledende dele fra påklædningen, eller skift til tørt tøj uden dele, der kan være elektrisk ledende. Benyt eventuelt en L-AUS heldragt
 - Tag armbåndsurs, fingerringe, smykker og andre lignende genstande af
 - Fjern metalbriller eller afdæk brillerne med sikkerhedsbriller af plast

- Fjern hovedsikringen
- Kontrollér, om det relevante område på køretøjet er spændingsløst eller kan gøres spændingsløst, om det er permanent spændingsførende, eller om der er spændingsførende dele i nærheden.

Trådløse nøgler bør anbringes i en radiotæt beholder, som fx lommen der følger med en Brobizz. Alternativt bør batteriet fjernes.

Hvis bilen oplades i værkstedet, så vær opmærksom på, at der findes foreskrifter for og vejledninger i udformningen af ladepladser. Selvom disse er skrevet med henblik på bly-baserede batterier i gaffeltrucks, og næppe relevante for Litium-ion højvoltsbatterier i el- og hybridbiler da disse er forseglede og ikke afgasser brint, så kan det være en god ide, at trække dette forskrift frem i tilfælde af et uheld. Det fortæller bl.a., at området skal holdes tilstrækkeligt tørt, at rygning er forbudt på selve pladsen, at der skal anvendes ikke-brændbart materiale i opbygning, at der skal forefindes godkendt slukningsudstyr.

Mekanikerens ansvar

Det er mekanikerens ansvar, at alle elektriske kapslinger er reetablerede efter en reparation, hvor elektriske dele har været åbnet eller afmonteret. Kravene til elektrisk kapsling er generelt, at man ikke må kunne få fingrene i kontakt med farlige dele fra ydersiden af kabinen. Inde i kabinen er der lidt strengere krav: En test-sonde med en tykkelse på 1 mm og en længde på 100 mm må ikke kunne komme i kontakt med farlige dele.

Det er også mekanikerens ansvar, at arbejdet er udført i overensstemmelse med foreskrifterne, uanset om der er tale om reparation, vedligeholdelsesarbejde eller eftermontering af udstyr.





Regler for arbejde med el- og hybridbiler

Selvom elektricitet er en verden for sig selv, er der en række opgaver, du som mekaniker godt kan udføre på en el- eller hybridbil uden at have en særlig uddannelse. Bilerne har mange af de samme hjælpesystemer som almindelige biler, der kræver regelmæssig service.

Det lokale værksted kan typisk udføre følgende arbejde:

- Udskiftning af hjul og dæk
- Justering af hjul
- Vedligehold og reparation af bremserne, herunder ABS-systemet
- Generel fejlfinding med OBD diagnosetester
- Mindre pladearbejde, herunder kofangere
- Fornyelse af dele af fjedringssystemet
- Udskiftning af pollenfilter

Fabrikantens eget værksted bør udføre følgende arbejde:

- Alle problemer relateret til højvoltsbatteriet
- Servicing af DC/DC-konvertering, som oplader 12V batteriet
- Højeffekt-inverteren, der regulerer elmotorens omdrejningshastighed
- Fysiske reparationer nær højvoltsbatteriet eller ledninger hertil/fra
- Alle tegn på defekter og funktionsfejl i den elektriske drivlinje eller dennes komponenter, herunder brand eller overophedning

Hvis man ikke har et ladekabel til elbilen, kan man så selv lave et? Det korte svar er nej. Selv sagkyndige køber disse kabler færdige, selvom de er ret dyre. Kablerne indeholder styreelektronik, der fortæller bilen, hvor meget strøm den må forsøge at trække fra ladestedet.

Risikovurdering

Selv inden almindeligt servicearbejde foretages, er det dog vigtigt at vide, hvilke sikkerhedsforanstaltninger, der bør tages.

- Når bilen fungerer normalt og blot skal serviceres, kræver arbejdet kun nogle få forholdsregler
- Har bilen funktionsfejl eller trafikskade, kan det kræve særlige forholdsregler og sagkyndige folk

Regler for installationer med forbindelse til elnettet

Når bilen er sat til opladning via det offentlige elnet, bliver den en jordet installation. Det stiller særlige krav, hvis der skal arbejdes på bilen samtidig med opladning:

- Arbejde på bilen skal udføres under ansvar af en autoriseret elinstallatør
- Arbejde på bilen skal udføres af sagkyndige personer, der har kendskab til og erfaring med de arbejdsoperationer, der skal udføres
- Arbejde på bilen, herunder arbejde med batterierne, er underlagt reglerne for L-AUS. Selvom spændingen på højvoltsbatteriet er høj og farlig nok i sig selv, kaldes det i denne sammenhæng altså for "lavspænding", hvilket normalt omfatter spændinger på under 1000V AC og 1500V DC

Reglerne for arbejde på elektriske installationer er baseret på den internationale standard EN 50 110-1.

Undgå at arbejde alene

El- og hybridbiler sidestilles med elektriske installationer. Uanset om arbejdet på bilen foregår spændingsløst, under spænding eller nær ved spænding, er det vigtigt aldrig at arbejde alene. Selv under spændingsløst arbejde kan det gå galt ved ud- og indkobling af strømkilden.

Der skal altid være en anden person så nær ved arbejdsstedet, at den pågældende hurtigt kan gribe ind i tilfælde af en ulykke. Personen behøver ikke at være sagkyndig eller instrueret i L-AUS bestemmelserne, men skal inden arbejdets start være informeret om, hvordan der bedst muligt kan gribes ind for at standse en eventuel ulykke. Eksempelvis hvor og hvordan man afbryder en eventuel strømkilde.

Forholdsregler ved uafsluttet arbejde

Hvis et arbejde ikke kan afsluttes umiddelbart, og arbejdsstedet forlades, skal farlige områder afdækkes eller beskyttes mod berøring, og arbejdspladsen skal være afspærret. Advarselsskilte skal placeres på arbejdsstedet, ved førerpladsen i køretøjet og tydeligt synlige ved afspærringen.

Undgå endvidere at beskadige dele som fx ledningsisolerings under arbejdets udførelse. Efterlad aldrig eventuelt beskadigede dele til andre - sørg for udbedring eller bortskaffelse.

Regler for spændingsløst arbejde


Det er altid sikrest, og derfor at foretrække, at arbejde på spændingsløst udstyr, så du frit kan berøre alle dele. Det er dog ikke altid muligt at afbryde strømforsyningen til bilen, og derfor bør der tages særlige forholdsregler ved arbejde med batterier, battericeller, kondensatorer og solceller.

Du bør altid antage, at bilen i princippet er spændingsførende. I de fleste tilfælde kan du dog adskille batteriet fra det resterende udstyr, så du kan arbejde som "nær ved spænding", så længe der ikke arbejdes på selve batteriet.

Forholdsregler:

- Opsæt tydelig skiltning, som viser, at bilen kan være spændingsførende, hvis dette er tilfældet, og at der arbejdes på bilen
- Kontrolér med et pålideligt instrument, om udstyret rent faktisk er spændingsløst
- Sørg for, at udstyret ikke kan blive gjort utilsigtet spændingsførende uden varsel. Det kan gøres ved fx at fjerne den elektriske sikring, ved at låse serviceafbryderen i afbrudt tilstand med en hængelås, eller ved demontering og tilstrækkelig isolering af ledningsender med fx gummityller eller isolerbånd



Kig efter -symbolet i rescue sheet'et, når du skal finde serviceafbryderen. Det kan fx være anbragt under indtrækket midt i kabinen.

På ældre ombyggede biler kan det straks være sværere at finde en serviceafbryder, hvis der overhovedet er en. Hvis der ikke er det, så kig efter en eller flere sikringer.

Regler for arbejde under spænding

Hvis det ikke er muligt at gøre udstyret spændingsløst, skal der udvises særlig agtpågivenhed. Anvend det rigtige, godkendte sikkerhedsudstyr (L-AUS udstyr), herunder beskyttelsehandsker og -briller eller hjelm med visir, isoleret værktøj, afdækningsmåtter og andet afskærmningsudstyr. Dette er nærmere beskrevet på side 17.



Forholdsregler:

- Opsæt tydelig skiltning, som viser, at udstyret kan være spændingsførende, hvis dette er tilfældet, og at der arbejdes på bilen
- Sørg for korrekt og tydelig afspærring af området, eller sørg for at kun instruerede personer har adgang til området

På elbilen skal du naturligvis fjerne hovedsikringen før komponenter udskiftes. Du skal dog være opmærksom på, at der kan være ret høje restspændinger indeni komponenter – selv efter at strømmen er afbrudt. Mål altid, før der røres ved noget. Der kan være særlige procedurer for rækkefølgen, ting skal gøres i, for ikke at skade andre komponenter. Hvis du ikke har adgang til producentens anvisninger, bør du overveje at henvise til et værksted med adgang til rette information.

Krav om årlig instruktion

Alle personer, som udfører arbejde på installationer under spænding, skal mindst en gang årligt følge en instrueret gennemgang af L-AUS bestemmelserne.



Sikkerhedsstyrelsen forholder sig ikke detaljeret til længde og indhold i den krævede instruktion, og heller ikke til om der er tale om en grundlæggende eller opfølgende instruktion. Det er op til den ansvarlige autoriserede elinstallatør at sikre, at de udførende personer er tilstrækkeligt kvalificerede.

Det er endvidere et krav, at en tilstrækkelig del af de L-AUS arbejdende personer, via arbejdsgiveren, er i stand til at yde den fornødne førstehjælp i tilfælde af ulykker med elektrisk stød og/eller forbrændinger.

Regler for arbejde nær ved spænding

Alt arbejde nær ved spændingsførende dele kan udføres uden sikkerhedsudstyr. Det kræver dog, at de spændingsførende dele er tilstrækkeligt afskærmet, så man ikke utilsigtet kan komme i berøring med disse.

Forholdsregler:

- Opsæt tydelig skiltning, som viser, at udstyret kan være spændingsførende, hvis dette er tilfældet, og at der arbejdes på anlægget
- Hvis tilstrækkelig afskærmning ikke er mulig, skal der arbejdes efter de samme regler som ved arbejde under spænding

Regler for installationer med forbindelse til elnettet

Når bilen er sat til opladning via det offentlige elnet, bliver den en jordet installation. Det stiller særlige krav, hvis der skal arbejdes på bilen samtidig med opladning:

- Arbejde på bilen skal udføres under ansvar af en autoriseret elinstallatør
- Arbejde på bilen skal udføres af sagkyndige personer, der har kendskab til og erfaring med de arbejdsoperationer, der skal udføres
- Arbejde på bilen, herunder arbejde med batterierne, er underlagt reglerne for L-AUS. Selvom spændingen på højvoltsbatteriet er høj og farlig nok i sig selv, kaldes det i denne sammenhæng altså for "lavspænding", hvilket normalt omfatter spændinger på under 1000V AC og 1500V DC.

Særlige farer du skal være opmærksom på



Elbiler og hybridbiler ligner på mange punkter konventionelle biler. Det kan derfor være nærliggende at tro, at man blot kan udskifte en defekt komponent, hvis man har en ny. Det er meget vanskeligt at måle sig frem til problemer i forbindelse med drivlinjen, så ofte vil man som mekaniker stole på en melding fra diagnoseudstyr eller forsøge udskiftning af moduler til fejlen forsvinder.

Den elektriske drivlinje

Den elektrisk drivlinje med alle de tilhørende komponenter er potentielt farlig, fordi du ikke kan høre, se eller lugte farer, som du typisk kan med en benzin- eller dieselbil. Der findes rescue sheets til nyere el- og hybridbiler, som viser, hvor potentielle risici som fx højvoltbatteriet er placeret i bilen. Dette er ikke en garanti, men kan benyttes som vejledning ved arbejde på bilen.

Højvoltbatteriet

Højvoltbatteriet udgør en særlig sikkerhedsrisiko, fordi det har en høj elektrisk jævnspænding og indeholder en væsentligt større mængde energi end

almindelige startbatterier. Det betyder, at håndteringen kan medføre nogle helt nye farer, du skal tage stilling til.

Højvoltbatteriets kabelføring

På højvoltbatteriet er der tilsluttet forskellige komponenter. Den elektriske drivmotor får forsyning fra højvoltbatteriet gennem en sikring og gennem en elektrisk styreenhed - ofte kaldet en inverter eller konverter. Højvoltbatteriet har sandsynligvis også forbindelse til varmeanlæg, aircondition, lader til 12V batterisystem og til hovedladeren i elbiler. Berøring af beskadigede kabler kan være farligt. Har bilen karosseriskade, er det derfor vigtigt at vide, hvor de farlige kabler er placeret.

- I nyere biler med højvoltssystem er højvoltskabler orange eller ført i orange rør
- Hovedkabler er oftest ført beskyttet centralt i køretøjet

Desværre er der ingen garanti for, at disse retningslinjer er overholdt i elbiler med blot få år på bagen.

Højvoltsledningerne er ofte med orange isolering og indkapslet i orange flexslange.

Højvoltsbatteriets forbindelse til bilens stel

Af sikkerhedsmæssige årsager har højvoltbatteriet som udgangspunkt ikke forbindelse til bilens stel, men det kan ikke udelukkes, at en sådan forbindelse skabes ved ombygning, eftermontering af elektrisk udstyr, fejl i elsystemet eller lignende.

Foruden højvoltbatteriet har el- og hybridbiler også det almindelige elektriske system med et mindre 12V batteri. Dette system er uafhængigt og i grove træk identisk med systemerne i traditionelle biler til drift af lygter, instrumenter, ABS-bremser, airbags osv.

Risiko for høj spænding

En høj spænding – dvs. mange volt – er generelt altid farligt. En høj spænding i en el- eller hybridbil kan vandre igennem luften i korte afstande (nogle millimeter) og dermed også sagtens vandre igennem dårlige elektriske samlinger.

Spændingen på et højvoltbatteri kan være mellem 80V og 800V og ligger for de fleste el- og hybridbiler typisk på ca. 400V. Der er dog intet i vejen for, at der i fremtiden kan fremstilles biler med endnu højere spænding for at spare kobber og vægt. Spændingen på højvoltbatteriet skal altid antages at være så høj, at den kan forårsage en dødelig strøm. Højvoltbatteriet skal derfor være indkapslet.

Selv hvis man overlever et elektrisk stød, kan man have taget varig skade, fx i form af forbrændinger, problemer med hjerterytmen og hukommelsesbesvær. Muligvis viser skaden sig først senere i livet.

Forholdsregler:

- Højvoltbatteriet skal være indkapslet
- Undgå berøring af alle spændingsførende dele, herunder højvoltbatteriets terminaler, ledninger og andre komponenter, som sidder i forbindelse med højvoltbatteriet
- Sørg altid hospital ved elektrisk stød, hvor farlige følger af stød kan måles

Risiko for stor strøm

De fleste mekanikere har selv oplevet eller hørt om nogen, der har tabt en metalnøgle ned over et 12V startbatteri, og ved derfor, at selv et almindeligt startbatteri på 40 Ah (ca. 0,5 kWh) sagtens kan smelte dele af en nøgle. Denne proces svarer faktisk præcis til det, der sker, når man svejser med en lysbue. Man starter



nemlig en kraftig lysbue ved hjælp af batteriet, og den lave modstand i skruenøglen medfører en næsten ubegrænset stor strøm.

En lysbue varer indtil den bliver brudt, eller så længe der er energi nok i batteriet. En lysbue kan blive mange tusinde grader varm og kan derfor også nemt smelte kobberet i en ledning om til små perler (kobbers smeltepunkt er 1085 °C). Kraftige lysbuer kan endda få kobber til at fordampe (kobbers kogepunkt er 2562 °C). Man vil dog sjældent nå at opfatte dette, idet lysbuer med stor energi bag kan smelte/fordampe materiale eksplosivt.

I kombination med en høj spænding, et stort energiindhold og en lav indre modstand, som fx i et højvoltbatteri, kan en lysbue vandre op ad en ledning, hvis frem og retur (plus og minus) blot ligger nær ved hinanden i samme kabelrør. Dette fænomen er set i såvel solcelleanlæg som elbiler med forkert dimensioneret sikringsbeskyttelse af kabler.

Anvendelse af elektrisk sikring

Det er derfor vigtigt at anvende en elektrisk sikring, der er egnet til formålet. En sikring afbryder strømmen, hvis strømmen bliver større end normalt, fx ved kortslutning. Når sikringen springer, opstår der en lysbue indeni sikringen, som sikringen skal være i stand til at slukke. Jo højere spændingen er i systemet, des længere kan en lysbue blive uden at slukke.



Forholdsregler:

- Sikringer i højvoltagekrede skal være godkendt til såvel DC-spændingen som strøm for at kunne afbryde strømmen, hvis et højvoltagebatteri kortslutter
- Kun instruerede personer og sagkyndige bør arbejde med højvoltagebatterier
- Er du ikke instrueret eller sagkyndig, skal du sikre, at højvoltagebatteriet er afbrudt, inden du arbejder med de elektriske systemer i bilen

Et højvoltagebatteri i en elbil er i 2015 typisk mellem 15 og 100 kWh. I elbusser er energien i batterierne højere end 200 kWh, hvilket er ca. 30-400 gange større energi end i et standard 12V startbatteri. Kortslutningsstrømmen på højvoltagebatteriet kan nemt ligge over 3.000A til 10.000A.

Beskadigede højvoltagebatterier

Højvoltagebatteriet indeholder elektrisk energi, som er lagret ved hjælp af kemikalier. Dette kendes fra almindelige startbatterier af blysyre-typen, hvori der bl.a. er stærkt ætsende svovlsyre og miljøskadeligt bly. Så længe batteriet ikke er skadet, er der minimal fare, når installationerne er korrekt udført.

Vær opmærksom på, at et højvoltagebatteri kan være opdelt i flere batteripakker, der er placeret rundt omkring på bilen for bedre vægtfordeling.

Hul i højvoltagebatteriet

Er et højvoltagebatteri med fx litium ion battericeller derimod skadet så alvorligt, at indholdet bliver tilgængeligt, er det vigtigt at holde afstand. Elektrolytten i batteriet består ofte af flygtige organiske opløsningsmidler. Denne gas har oftest et lavt flammepunkt, kan være giftig og eksplosionsfarlig, og kun fabrikanten kender den eksakte sammensætning.

Brand i højvoltagebatteriet

Højvoltagebatterier tåler ikke høje temperaturer. Først og fremmest reduceres levetiden for batteriet, men hvis der er brand i et højvoltagebatteri eller i bilen, hvor det sidder, er der risiko for, at højvoltagebatteriet indtræder i en kritisk tilstand. Det begynder at dekomponere internt ved en selvforstærkende proces, som ender med, at hver battericelle opvarmes kraftigt indefra, når den lagrede kemiske energi udløses næsten på én gang.

Forholdsregler:

- Battericeller kan være fra få sekunder til måske halve eller hele minutter om at brænde ud afhængigt af batteriteknologi
- Ved høj temperatur udlignes overtrykket via en ventil på lukkede battericeller, men en defekt ventil kan forårsage sprængning af cellen
- Ved brand skal du altid være opmærksom på risiko for eventuel tryksprængning af en lukket batterikasse uanset batteritype.



Slukning af brand i højvoltsbatteri

Ild i et højvoltsbatteri er voldsom og kan normalt ikke slukkes, uanset slukningsmiddel, da energien udløses kemisk indefra. Branden i batteriet breder sig typisk fra celle til nabocelle og sker derfor over en længere periode. Ofte kan en brand i et højvoltsbatteri forsinkes ved at køle ned med en vandstråle/vandtåge. Det betyder måske, at branden ikke breder sig uden for bilen, men det må stadig påregnes at batteriet brænder helt ud.

Forholdsregler:

- Selvom vand kan være elektrisk ledende, udgør det ikke en fare at sprøjte vand på et højvoltsbatteri eller en brændende el- eller hybridbil, når blot du ikke samtidig rører ved metaldele på bilen
- Fortsæt køling af højvoltsbatteriet med vand længe efter selve branden er slukket
- Træk bilen hen til et sted uden risiko for, at branden vil brede sig
- Lad bilen stå afdækket og afspærret i mindst et døgn, hvis der ikke er sikkerhed for, at alle battericeller er brændt ud

Brand i de elektriske installationer

Ved brand i de elektriske installationer, kan afbrydere, sikringer, isoleringsmateriale, tændingslåsen o.lign. bryde sammen. Der kan opstå kortslutninger, og bilen kan sætte i gang ukontrollerbart, hvilket kan udgøre yderligere fare og besværliggøre slukningen.

Nye batterimaterialer

Nye batterimaterialer, som fx litium-ion batterier, adskiller sig fra gamle batteriteknologier. Blandt andet kan batteriet være farligt, både hvis det oplades for meget, og hvis det tømmes for meget. Nogle litium-ion battericeller kan bryde i brand, hvis temperaturen bliver for høj, eller hvis de lades ved lave temperaturer. Derfor er højvoltsbatterier altid udstyret med overvågningsudstyr, der skal beskytte batteriet mod misbrug. Dette beskyttelsesudstyr kaldes oftest for BMS (Battery Management System).

Forholdsregel:

- Undlad at afbryde eller fjerne BMS-systemet, og forsøg ikke at oplade battericeller uden sikkerheds-overvågning



Bugsering



El- og hybridbiler er normalt ikke udstyret med en kobling. Derfor følger elmotoren hjulenes rotation – også selvom gearvælgeren står i neutral (N). Vær særlig opmærksom på dette ved bugsering.

Når bilen ikke selv kan køre

Skal bilen flyttes, er det sikreste at transportere den på en trailer. Hvis der ikke er strøm nok til, at bilen selv kan køre, eller hvis bilen er defekt, skal den altid transporteres med trækkende hjul løftet fra vejen.

Vær opmærksom på, at elmotoren trækkes rundt, når bilen bugseres. Herved fungerer motoren som en generator og forsøger at sende strøm tilbage i motorstyringen og batteriet. Hvis motorstyring eller batteri er slukket, defekt, eller ude af stand til at optage strøm, kan spændingen blive så høj, at komponenter ødelægges.

Når bilen kan køre ved lav hastighed

Hvis bilen kun er næsten tom, og alt i øvrigt fungerer, kan den i en nødsituation bugseres med lav hastighed til nærmeste stikkontakt. Bilen skal være tændt i køretilstand, og du skal holde øje med advarselssignaler. Bugseringen skal straks afbrydes ved advarsel om andet end lav batteristand. Under bugseringen bremser elmotoren regenerativt (fungerer som generator) og oplader batteriet lidt. Ved lave temperaturer, og når højvoltbatteriet er helt afladet, kan det ikke altid optage fuld ladestrøm, og derfor er det vigtigt at holde øje med advarsler.

Anbefaling til sikkerhedsudstyr

Det anbefales klart at benytte godkendt L-AUS udstyr, når der skal arbejdes med dele, der har elektrisk forbindelse med højvoltsbatteriet. L-AUS omfatter både beskyttelsesudstyr og isoleret værktøj, som skal være mærket med dobbelt trekantsymbol og maksimal elektrisk spænding, fx 1000V.

L-AUS udstyr omfatter bl.a.:

- Gummihandsker (ifølge EN 60 903) og tilhørende bomuldshandsker. For at beskytte isoleringsevnen bør der altid benyttes et almindeligt sæt arbejds-handsker uden på gummihandsken
- Hjelm med lysbue-visir
- Sikkerhedsbriller
- Afdækningsdug (IEC norm 1112) til at lægge over eller rundt om spændingsførende dele
- Afdækningsmætter (IEC norm 1111) til at stå på
- Eventuelt andet afskærmningsudstyr

L-AUS håndværktøj (ifølge EN 60 900) kan være delvis isoleret eller fuldisolert. Det optimale valg afhænger af den konkrete arbejdsopgave.

Måleinstrumenter (ifølge IEC 1010-1), fx multimetre, skal bl.a. være godkendt til den korrekte arbejds-spænding og overspændingskategori. Det samme gælder for kortslutningsstrømmen i instrumenterne.

I skal desuden have et antal advarselsskilte med piktogram for el-fare og en tekst, som viser, at der arbejdes på bilen, og at der kan være farlig elektrisk spænding. Skiltene skal også vise hvem, der er sikkerhedsansvarlig for opgaven.

Her kræves ikke L-AUS udstyr

Ved arbejde på dele, der ikke har elektrisk forbindelse med højvoltsbatteriet og drivlinjen, kræves der ikke L-AUS udstyr. Det gælder fx udskiftning af hjul, service af bremses, udskiftning af pærer og karosseriarbejde på døre, tag, hjelme og skærme uden ladestik. Dette arbejde kan udføres som på almindelige biler, men vær opmærksom på, at du ikke kan høre, om bilens motor er i gang.

Der arbejdes på anlæg



Farlig elektrisk spænding

Eksempel på advarselskilt ved arbejde på elektriske anlæg og elbiler



Kompetencekrav

Der er ikke en autorisationsordning for arbejde med el- og hybridbiler, men når der arbejdes med farlige elektriske spændinger og strøm, er der krav om instruktion og sagkyndighed. Der skelnes i Stærkstrømsbekendtgørelsens afsnit 6 mellem tre persontyper:

Lægmand:

- Person, som hverken er instrueret eller sagkyndig.

Instrueret person:

- Person, der af en elektrisk sagkyndig person er tilstrækkeligt informeret eller overvåget, så han eller hun er i stand til at bemærke risici og undgå farer, som elektricitet kan medføre (fx drifts- og vedligeholdelsespersonale).

Sagkyndig person:

- Person med relevant uddannelse og erfaring, som sætter ham eller hende i stand til at bemærke risici og at undgå farer, som elektricitet kan medføre (fx elinstallatører, elektroingeniører og elektroteknikere).

I tilfælde af fejl eller ulykker vurderer Sikkerhedsstyrelsen, om den pågældende person havde tilstrækkelig uddannelse til at blive betragtet som sagkyndig. Det er vigtigt at bemærke, at det ikke er tilstrækkeligt at have deltaget i et kursus eller være instrueret i at arbejde ved installationer og tavler.

Relevante myndigheder

Arbejdstilsynet håndhæver myndighedsansvaret for, at virksomhederne udfører deres arbejde sikkerhedsmæssigt forsvarligt.

Beredskabsstyrelsen er den tiltrædende myndighed i tilfælde af ulykker. Styrelsen kan derfor stille krav om tilstedeværelse af særlige foranstaltninger, som kan finde anvendelse i tilfælde af ulykker.

Den lokale brandmyndighed fastsætter krav til antallet af ildslukkere og kan også rådgive herom, fx om type og placering i forhold til elbiler.



CO-industri
www.co-industri.dk
Tlf. 3363 8000



Dansk Industri
www.di.dk
Tlf. 3377 3377



Lederne
www.lederne.dk
Tlf. 3283 3283



i-bar.dk

