

# BRANSCHSTANDARD

- säker hantering av högvoltssystem i elfordon



För bilbranschens bästa



© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

## Branschstandard

### - *säker hantering av högvoltssystem i elfordon*

#### 1 Inledning

Denna branschstandard har tagits fram av BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund (MRF) och Sveriges fordonsverkstäders förening (SFVF). SEK Svensk Elstandard och Elsäkerhetsverket har också varit delaktiga med stöd och som remissinstanser. Vidare baseras branschstandarderna på krav och rekommendationer från fordonstillverkare, importörer och andra aktörer verksamma i fordonsbranschen.

Delar av metodiken i denna branschstandard är baserad på standarden SS-EN 50110-1:2013, utgiven av SEK Svensk Elstandard och fastställd 2013-10-09 och är den svenska versionen av europastandarden EN 50110-1:2013 utarbetad av CENELEC.

SS-EN 50110-1:2013 är avsedd för elektriska anläggningar, medan denna branschstandard har anpassats och avser personsäkerhet avseende högvoltssystem vid arbete med elfordon.

Branschstandarderna gäller som rekommenderade minimikrav i Sverige. Om lagar, regler, tillverkarens anvisningar eller andra föreskrifter ställer högre eller andra krav än i denna branschstandard har dessa företräde.

Med hjälp av rutiner, utbildning, tekniska lösningar och rätt nivå av skyddsutrustning kan olyckor förebyggas och konsekvenserna minska om olyckan ändå skulle vara framme.

Denna branschstandard uppdateras kontinuerligt. Senaste versionen av branschstandarderna finns tillgänglig på [elbilsinfo.se](http://elbilsinfo.se) eller på BIL Swedens, MRFs eller SFVFs webbsida.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

## 2 Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>OMFATTNING OCH TILLÄMPNING</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>TERMER OCH DEFINITIONER</b>	<b>5</b>
<b>4.1</b>	<b>ALLMÄNT</b>	<b>5</b>
<b>4.2</b>	<b>PERSONAL, ORGANISATION OCH KOMMUNIKATION</b>	<b>7</b>
<b>4.3</b>	<b>ARBETSOMRÅDE</b>	<b>7</b>
<b>4.4</b>	<b>ARBETE</b>	<b>8</b>
<b>4.5</b>	<b>SKYDDSANORDNINGAR</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>ROLLER</b>	<b>8</b>
<b>5.1</b>	<b>SÄKERHETSANSVARIG ELFORDON</b>	<b>8</b>
<b>5.2</b>	<b>ARBETSLEDARE ELFORDON</b>	<b>9</b>
<b>5.3</b>	<b>FACKKUNNIG ELFORDON</b>	<b>9</b>
<b>5.4</b>	<b>FACKKUNNIG ELFORDON MED HÖGRE KOMPETENS</b>	<b>10</b>
<b>5.5</b>	<b>INSTRUERAD TEKNIKER ELFORDON</b>	<b>10</b>
<b>5.6</b>	<b>INFORMERAD PERSON ELFORDON</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>KRAV VID ALLMÄN HANTERING AV ELFORDON</b>	<b>11</b>
<b>6.1</b>	<b>RISKIDENTIFIERING</b>	<b>12</b>
<b>6.2</b>	<b>KOMPETENSKRAV</b>	<b>12</b>
<b>6.3</b>	<b>PERSONAL</b>	<b>12</b>
<b>6.4</b>	<b>VERKSAMHETSPLATS</b>	<b>13</b>
<b>6.5</b>	<b>ARBETSPLATS</b>	<b>13</b>
<b>6.6</b>	<b>TILLFÄLLIGT AVBROTT</b>	<b>13</b>
<b>6.7</b>	<b>NÖDÅTGÄRDER</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>SÄRSKILDA KRAV OCH RIKTLINJER FÖR HÖGVOLTSARBETE</b>	<b>14</b>
<b>7.1</b>	<b>RISKER VID HÖGVOLTSARBETE</b>	<b>14</b>
<b>7.2</b>	<b>ORGANISATION</b>	<b>15</b>
<b>7.3</b>	<b>RISKANALYS</b>	<b>15</b>

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

<b>7.4</b>	<b>KOMPETENSKRAV</b>	<b>15</b>
<b>7.5</b>	<b>PERSONAL</b>	<b>15</b>
<b>7.6</b>	<b>VERKSAMHETSPLATS</b>	<b>15</b>
<b>7.7</b>	<b>ARBETSPLATS</b>	<b>15</b>
<b>7.8</b>	<b>TILLFÄLLIGT AVBROTT</b>	<b>16</b>
<b>7.9</b>	<b>NÖDÅTGÄRDER</b>	<b>16</b>
<b>7.10</b>	<b>SKYDDSÅTGÄRDER OCH PLANERING AV GENOMFÖRANDE</b>	<b>16</b>
<b>7.11</b>	<b>OGYNNSAMMA VÄDERFÖRHÅLLANDEN</b>	<b>16</b>
<b>7.12</b>	<b>KOMMUNIKATION (FÖRMEDLING AV INFORMATION)</b>	<b>16</b>
<b>7.13</b>	<b>VERKTYG, UTRUSTNINGAR OCH SKYDDSANORDNINGAR</b>	<b>17</b>
<b>7.14</b>	<b>MANUALER OCH ANVISNINGAR</b>	<b>17</b>
<b>7.15</b>	<b>SKYLTA OCH AVSPÄRRNINGAR</b>	<b>17</b>
<b>7.16</b>	<b>FRÅNSKILJNING-TILLKOPPLING</b>	<b>18</b>
<b>7.17</b>	<b>MÄTNING</b>	<b>18</b>
<b>7.18</b>	<b>BESIKTNING</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>ARBETSMETODER VID HÖGVOLTSARBETE</b>	<b>18</b>
<b>8.1</b>	<b>FRÅNSKILJA OCH TILLKOPPLA</b>	<b>18</b>
<b>8.2</b>	<b>ARBETE PÅ ELLER NÄRA TILLKOPPLAT HÖGVOLTSSYSTEM</b>	<b>20</b>
<b>8.3</b>	<b>ARBETE PÅ ELEKTRISKA ENERGILAGRINGSYSTEM</b>	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>BILAGOR</b>	<b>22</b>
<b>9.1</b>	<b>BILAGA 1</b>	<b>22</b>

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

### 3 Omfattning och tillämpning

Denna branschstandard riktar sig till företag som utför underhåll, service och reparation av elfordon. Med elfordon avses endast serietillverkade vägregistrerade personbilar, lastbilar och bussar som innehåller högvoltssystem avsett för framdrivning enligt typgodkännande ECE R100.

Branschstandarderna är begränsad till att endast behandla elsäkerhetstekniska aspekter i elfordon.

Vidare är branschstandarderna framtagna för att fungera som ett komplement till tillverkarens anvisningar som gäller för specifikt fordon och skall följas med hänvisning till fackmässighet och säkerhet.

Observera att ett flertal stora aktörer inom fordonsbranschen har valt att definiera begreppet högvolt som spänning som normalt överstiger 30 V växelspanning eller 60 V likspänning. Denna branschstandard följer branschens initiativ och definierar "högvolt" under avsnitt 4.1.2.

### 4 Termer och definitioner

Följande definitioner gäller i denna branschstandard. För termer som inte är definierade nedan hänvisas till International Electrotechnical Vocabulary (IEV), <https://www.electropedia.org/>.

#### 4.1 Allmänt

##### 4.1.1 Elfondon

Avser alla typer av serietillverkade vägregistrerade personbilar, lastbilar och bussar som drivs med ett högvoltssystem som till exempel EV (Electric Vehicle), HEV (Hybrid Electric Vehicle), PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle), FCEV (Fuel Cell Electric Vehicle).

##### 4.1.2 Högvolt

Spänning som används för framdrivning av elfordon, inklusive anslutna hjälpsystem, och som normalt överstiger 30 V växelspanning eller 60 V likspänning och understiger 1000 V växelspanning eller 1500 V likspänning (observera att högvolt är ett för fordonsbranschen eget definierat begrepp).

Högvolt kan förutom framdrift av elfordon användas för exempelvis AC-kompressor, kupévärmare med mera och benämns även drivspänning.

##### 4.1.3 Klenspanning

Spänning som normalt inte överstiger 30 V växelspanning eller 60 V pulsationsfri likspänning mellan ledare, eller till jord. Exempelvis 12 eller 24 V elsystem i fordon.

##### 4.1.4 Drivspänning

Samma definition som högvolt.

##### 4.1.5 Högvoltssystem

Avser alla delar inom elfordon som är konstruerade för att använda spänningsnivåer motsvarande högvolt samt funktioner som påverkar dessa system (inkluderat energikällor som batterier, kondensatorer och alla andra källor med upplagrad elektrisk energi).

##### 4.1.6 Högvoltskomponent

Avser del i högvoltssystem.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

#### **4.1.7 Elektriska energilagringssystem**

Komponent som består av en elektrokemisk sammansättning och som lagrar elektrisk energi för senare användning, exempelvis ett högvoltsbatteri.

#### **4.1.8 Risk**

Kombinationen av sannolikheten för och graden av möjlig kroppsskada eller ohälsa för en person som är utsatt för en eller flera riskkällor.

#### **4.1.9 Riskidentifiering**

En enklare initial bedömning om risk för elektrisk fara föreligger vid ett specifikt arbete. Om osäkerhet råder kring elektrisk fara skall riskanalys utföras.

#### **4.1.10 Riskanalys**

Riskanalys är en dokumenterad systematisk bedömning av vilka risker som kan förekomma vid ett specifikt arbete.

#### **4.1.11 Elektrisk riskkälla**

Källa till möjlig personskada eller ohälsa orsakad av elektrisk energi.

#### **4.1.12 Ljusbåge**

En kontinuerlig kraftig elektrisk urladdning genom luft, där den elektriska spänningen joniserat luften varvid den blivit elektriskt ledande.

#### **4.1.13 Tillbud**

En händelse som hade kunnat leda till, men inte resulterade i, en elektrisk skada.

#### **4.1.14 Elektrisk fara**

Risk för kroppsskada på grund av elektrisk energi.

#### **4.1.15 Elektrisk skada, elskada**

Personskada eller dödsfall på grund av elchock, elektrisk brännskada, ljusbåge, brand eller explosion som initierats av elektrisk energi.

#### **4.1.16 Elektrisk följskada**

Skador som uppstått på annat än person och som initierats av elektrisk energi. Exempelvis brand i fordon och egendom eller miljöskada.

#### **4.1.17 Spänningslös**

Med spänning lika med, eller nära noll. Det vill säga utan spänning och/eller uppladdning (ingen elektrisk potential mellan två punkter i en elektrisk krets).

#### **4.1.18 Frånskild del**

Del av ett högvoltssystem som bekräftats spänningslös efter frånskiljning.

#### **4.1.19 Spänningsförande del**

Del av ett högvoltssystem som inte bekräftats spänningslös.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

## 4.2 Personal, organisation och kommunikation

Se bilaga 1 för en illustration över organisation och roller.

### 4.2.1 Roll

Det ansvar och den befogenhet som tilldelats en person genom en arbetsuppgift eller en befattning.

### 4.2.2 Kompetens

Utbildningsnivå, färdighet(er) eller annan förvärvad kunskap. Kompetens för en viss arbetsuppgift förvärvas genom specifik utbildning eller erfarenhet av uppgiften.

### 4.2.3 Ansvar

Skyldigheten att ansvara för aktivitet eller sak. Endast en person får vid varje tillfälle ha ansvar för ett ansvarsområde. Ansvar kan delegeras.

### 4.2.4 Tekniker

Person med tillräcklig utbildning och erfarenhet för att kunna utföra fackmässiga reparationer på fordon.

### 4.2.5 Säkerhetsansvarig elfordon

Person som fått ansvaret att säkerställa att hantering av elfordon sker på ett säkert sätt genom att bland annat tillse att regler och arbetsrutiner efterlevs.

### 4.2.6 Arbetsledare elfordon

Person som utses av *säkerhetsansvarig elfordon* och som har till uppgift att tillse att den som utför arbete på, eller som vistas i närheten av, ett elfordon inte utsätts för elektrisk fara.

### 4.2.7 Fackkunnig elfordon

Tekniker med specifik kunskap och erfarenhet för att utföra vissa typer av arbete på ett elfordon. Det finns flera nivåer av *fackkunnig elfordon*.

### 4.2.8 Instruerad tekniker elfordon

Tekniker som instruerats för att kunna undvika faror som elektricitet kan medföra och på ett säkert sätt utföra vissa typer av arbeten.

### 4.2.9 Informerad person elfordon

Person som informerats för att kunna undvika faror som elektricitet kan medföra och som på ett säkert sätt kan vistas i lokal där arbete på elfordon sker.

## 4.3 Arbetsområde

### 4.3.1 Verksamhetsplats

Kan vara ett driftställe, verkstad, ett antal arbetsplatser inom samma organisation eller ute i fält.

### 4.3.2 Arbetsplats

Plats eller platser där ett arbete skall utföras, håller på att utföras eller har blivit utfört.

### 4.3.3 Riskområde

Område vid vilket en person riskerar att komma i kontakt med spänningsförande delar, exempelvis med kroppsdel, verktyg eller annan utrustning och där personen riskerar elektrisk skada.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

## 4.4 Arbete

### 4.4.1 Högvoltarbete

Arbete på eller nära spänningssatt högvoltssystem, samt arbete där osäkerhet råder om elektrisk fara kan föreligga.

### 4.4.2 Frånskilja

Frånskiljning syftar till att ändra elfordonets elektriska status genom att helt avskilja samtliga högvoltsspänningskällor från övriga högvoltskomponenter och säkra oavsiktlig tillkoppling.

### 4.4.3 Tillkoppla

Tillkoppling syftar till att ändra elfordonets elektriska status genom att återansluta högvoltssystemet till dess högvoltsspänningskällor.

## 4.5 Skyddsanordningar

### 4.5.1 Avskärmning

Isolerad eller oisolerad anordning som används för att förhindra närmande till utrustning eller del av högvoltssystem där det finns elektrisk fara.

### 4.5.2 Isolerande material

Material som förhindrar elektrisk ström att passera. Används för att täcka spänningssatta eller ej bekräftade spänninglösa komponenter för att förhindra oavsiktlig beröring. Används även som hölje på verktyg för att förhindra att elektrisk ström når användaren.

### 4.5.3 Spänningsprovare

Apparat som används för att med tillförlitlighet fastställa förekomst eller avsaknad av högvolt.

### 4.5.4 Isolationsprovare

Apparat som används för att med tillförlitlighet göra en isolationsmätning mellan högvoltskomponent eller kablage mot stomme eller hölje.

### 4.5.5 Avspärning

Markering som på ett tydligt sätt hindrar obehörig person att beträda en viss plats eller ett visst område

## 5 Roller

Nedan beskrivs ansvar och kompetenskrav för samtliga roller (Kapitel 7 och 8 beskriver när respektive roll skall tillämpas). Behovet av de olika rollerna kan variera beroende vilka arbeten på elfordon som utförs eller vilken verksamhet som bedrivs. Samma person kan inneha flera ansvarsroller.

### 5.1 Säkerhetsansvarig elfordon

Beskrivning:

*Säkerhetsansvarig elfordon* är utsedd för att säkerställa en korrekt arbetsmiljö på verksamhetsplatsen och tillse att ramverk och regler efterlevs så att arbeten på elfordon kan ske på ett säkert sätt.

*Säkerhetsansvarig elfordon* kan ansvara för flera arbetsplatser.

Denna kan vara verkstadschef, verkmästare eller annan utsedd person med tydliga befogenheter enligt nedan.



© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

Exempel på arbetsuppgifter:

- ansvara för införandet av korrekta arbetsinstruktioner och arbetsprocesser
- planera och säkerställa att riskanalyser genomförs
- säkerställa att all personal som riskerar att utsättas för elektrisk fara erhåller lämplig utbildning för att på ett säkert sätt kunna undvika elektrisk skada
- säkerställa att alla tekniker som utför högvoltarbete har lämplig utbildning för det arbete som skall utföras
- säkerställa tillgång till lämpliga verktyg och skyddsutrustning och att dessa hålls i gott skick
- åtgärda att arbetsmoment, arbetsrutiner, kontroller och uppföljning uppdateras vid behov, exempelvis vid rapporterad elektrisk riskkälla eller tillbud
- ansvara för att regler, arbetsrutiner och andra säkerhetsföreskrifter för hantering av elfordon efterlevs

Kompetenskrav:

Dokumenterad god kunskap inom ellära, risker med högvoltssystem, lagstiftning, regler, förordningar och branschstandarder som omfattar den del av verksamheten som berör hanteringen av elfordon.

## 5.2 Arbetsledare elfordon

Beskrivning:

*Arbetsledare elfordon* utses av *säkerhetsansvarig elfordon* för varje elfordon som högvoltarbete skall utföras på. *Arbetsledare elfordon* har fått uppgiften att tillse att den som utför arbete på, eller som vistas i närheten av ett elfordon inte utsätts för elektrisk fara. Vidare att den som utför arbete på elfordonet har rätt kompetens för det arbete som skall utföras. *Arbetsledare elfordons* uppgifter kan avse flera elfordon.

Exempel på arbetsuppgifter:

- genomföra riskanalys och planera arbetet på elfordon
- val av rätt arbetsmetod i enlighet med kapitel 8
- leda och dirigera arbetet
- säkerställa att den som utför arbetet har tillräcklig kunskap för att kunna undvika risker
- kontrollera och verifiera utfört arbete
- säkerställa att elektriska riskkällor markeras och spärras av vid behov

Kompetenskrav:

Dokumenterad god kunskap inom elfordonsteknik, ellära och risker med högvoltssystem samt grundläggande kunskap inom lagstiftning, regler, förordningar och branschstandarder som omfattar den del av verksamheten som berör hanteringen av elfordon. Vidare skall personen ha god kunskap inom de arbetsmoment som denna ansvarar för.

## 5.3 Fackkunnig elfordon

Beskrivning:

*Fackkunnig elfordon* är en tekniker med specifik kunskap och erfarenhet för att utföra vissa typer av arbeten på ett elfordon. *Fackkunnig elfordon* skall som grundläggande nivå ha genomgått en djupgående utbildning i elfordons funktion och konstruktion samt besitta tillräcklig kunskap och erfarenhet för att kunna analysera risker och undvika riskkällor som elektricitet kan medföra.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

Exempel på arbetsuppgifter:

- delta i och kunna utföra riskanalyser, och där behov uppstår riskidentifieringar
- utforma och säkra arbetsplatsen för att minimera risken för elektrisk skada
- utföra besiktning och mätning, exempelvis spännings-isolationsmätning
- utföra frånskiljning och tillkoppling av högvoltsspänningskällor
- säkra mot oavsiktlig tillkoppling
- utföra service och reparation av spänningslösa högvoltssystem
- rapportera elektrisk riskkälla och tillbud till *säkerhetsansvarig elfordon*

Kompetenskrav:

Skall ha genomgått en djupgående utbildning (både teoretisk och praktisk) inom elfordonsteknik, ellära och risker med högvoltssystem med godkänt resultat samt inneha god kunskap i denna branschstandard. Vidare skall personen ha modellspecifik utbildning/kunskap inom de arbetsmoment som denne utför.

#### 5.4 Fackkunnig elfordon med högre kompetens

Beskrivning:

*Fackkunnig elfordon med högre kompetens* är *fackkunnig elfordon* i grunden, men innehar ytterligare kompetens inom någon eller några av nedanstående arbetsuppgifter:

- arbete på eller nära tillkopplat högvoltssystem
- arbete på elektriska energilagringssystem
- riskanalys av krockskadade fordon

Kompetenskrav:

För *fackkunnig elfordon med högre kompetens* gäller, förutom samma kompetenskrav som för *fackkunnig elfordon*, att denna skall ha genomgått en specifik, anpassad utbildning med godkänt resultat för att få utföra ovanstående arbetsuppgifter.

#### 5.5 Instruerad tekniker elfordon

Beskrivning:

*Instruerad tekniker elfordon* får utföra omfattande och komplicerade arbeten på ett elfordon om det inte innebär risk för elektrisk skada. För att göra denna bedömning skall *instruerad tekniker elfordon* inneha den kunskap som krävs för att direkt förstå när ett arbetsmoment inte kan utföras på ett säkert sätt och omedelbart avbryta samt rapportera till *arbetsledare elfordon*.

*Instruerad tekniker elfordon* får även utföra arbeten på eller i närheten av högvoltssystem som har frånskilts, bekräftats spänningsfritt och säkrats mot oavsiktlig tillkoppling av *fackkunnig elfordon*.

Exempel på arbetsuppgifter:

- delta i och kunna utföra riskidentifiering
- service- och reparationsarbeten på eller i närheten av spänningslöst högvoltssystem efter att högvoltssystemet är frånskilts och säkrat mot tillkoppling av *fackkunnig elfordon*
- utföra omfattande och komplicerade arbeten i elfordon där tillverkaren inte har anvisat frånskiljning och där det inte föreligger elektrisk fara

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

Kompetenskrav:

Skall ha genomfört grundläggande utbildning inom ellära, elsäkerhet och elfordonsteknik med godkänt resultat. Detta för att ha tillräcklig kännedom om och kunna utföra arbete på elfordon på ett säkert sätt.

En *instruerad tekniker elfordon* bör som minimum besitta följande kompetenser:

- grundläggande kunskap och utbildning inom elektricitet, elfordon och dess risker
- kännedom om de riskkällor som kan uppstå under arbetet och de säkerhetsåtgärder som skall beaktas
- förmåga att vid varje tillfälle avgöra om det är säkert att fortsätta arbetet eller inte

Rekommendation:

All personal som utför service, underhåll och reparationer på elfordon bör som minimum vara *instruerad tekniker elfordon* eller ha motsvarande kunskapsnivå.

## 5.6 Informerad person elfordon

Beskrivning:

En *informerad person elfordon* har fått tillräckliga instruktioner för att kunna undvika elektriska risker och kan på ett säkert sätt vistas i samma lokal där högvoltarbete kan pågå.

Kompetenskrav:

Har kännedom om ett elfordons elektriska risker och hur dessa skall undvikas (exempelvis genom att vara uppmärksam på avspärrning, varningstext och varningsskylt).

All personal som obehållat vistas i lokal där högvoltarbete kan pågå bör som minimum vara *Informerad person elfordon*.

## 6 Krav vid allmän hantering av elfordon

Följande generella krav gäller vid all hantering av elfordon, oavsett vilket arbete som skall utföras.

All hantering av elfordon skall ske på ett säkert sätt. Kompetenskrav och de nödvändiga säkerhetsåtgärder som skall vidtas beror på vilket typ av arbete som skall utföras. Förutsättningarna kan även ändras under arbetets gång och då kan även kompetenskrav och nödvändiga säkerhetsåtgärder ändras i paritet med detta.

Allmän hantering av elfordon kan ske där det inte föreligger någon elektrisk fara. Innan ett arbete påbörjas skall dess svårighetsgrad fastställas så att val av lämplig personal för arbetsuppgifter kan göras.

Arbete på ett elfordon delas in i allmän hantering av elfordon (detta kapitel) och högvoltarbete (se kapitel 7 och 8).

Arbete som kan ske under allmän hantering av elfordon är:

**Tillkopplat högvoltssystem:**

- lätt överskådligt arbete som inte sker i närheten av högvoltssystemet och där det uppenbart inte föreligger någon elektrisk fara
- arbete som sker i närheten av högvoltssystemet och där riskidentifieringen visar att det uppenbart inte föreligger någon elektrisk fara

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

### Frånskilt högvoltssystem:

- arbete som utförs efter frånskiljning och därmed kan utföras utan risk för elektrisk fara, exempelvis arbete på frånskild del i ett högvoltssystem eller annat mekaniskt arbete

#### Förtydligande:

- observera att frånskiljning och tillkoppling är högvoltssystemen som skall hanteras enligt kraven som gäller för sådana
- i situationer där frånskiljning inte är möjlig (exempelvis då högvoltssystemet blivit utsatt för yttre åverkan eller indikerar fel) gäller kraven för tillkopplat högvoltssystem

## 6.1 Riskidentifiering

Riskidentifiering är en initial bedömning om risk för elektrisk fara föreligger eller ej vid ett specifikt arbete. Om riskidentifieringen visar att risk för elektrisk fara kan föreligga skall arbetet anses vara ett högvoltssystemarbete och riskanalys skall utföras (se kapitel 8). Riskidentifiering skall utföras av minimum *instruerad tekniker elfordon*.

För att kunna identifiera risker vid arbeten på ett tillförlitligt sätt bör manual eller anvisning från tillverkaren eller motsvarande användas.



För arbetsmoment som utförs mer än en gång behöver risker endast identifieras initialt och kan sedan utföras flera gånger, såvida inte nya risker kan identifieras. Ett arbete som sker i närheten av högvoltssystemet eller där osäkerhet om elektrisk fara kan föreligga, skall dock riskidentifieras vid varje tillfälle. (Med närhet menas att högvoltssystemet fysiskt kan nå från den position där arbetet utförs.)

## 6.2 Kompetenskrav

Personal som hanterar elfordon bör som lägsta nivå vara *instruerad tekniker elfordon*. Detta för att kunna identifiera och avgöra om ett arbete innehåller elektrisk fara (riskidentifiering) och undvika elektriska risker. Observera att även ett arbete som exempelvis enligt en tillverkarens anvisning skall kunna utföras utan risk för elektrisk fara, kan innehålla riskfyllda moment på grund av mänskliga faktorn, yttre påverkan (skada på elfordonet) eller felaktiga åtgärder som tidigare utförts på elfordonet.

## 6.3 Personal

Personal som arbetar med elfordon är skyldiga att använda kläder som är lämpliga med hänsyn till arbetsplatsen och de förhållanden som råder där. Detta kan till exempel innebära åtsittande klädsel, personlig skyddsutrustning eller att inte bära föremål av metall, exempelvis klocka och smycken, om dessa kan innebära en risk. Arbetsgivare ansvarar för att tydligt informera personal om föreskrifter gällande användning av skyddskläder och/eller personlig skyddsutrustning.

Personal som innehar elektromedicinska apparater (exempelvis pacemaker, insulinpump, hörselimplantat) eller som av andra hälsoskäl vill invända mot att arbeta med elfordon, ansvarar för att informera arbetsgivaren om detta. Arbetsgivaren skall då utföra en riskidentifiering och vidta åtgärder för att eliminera eventuella risker.

Personal som av säkerhetsskäl bedömer arbetet som riskfyllt ansvarar för att informera arbetsgivaren om detta. Arbetsgivare skall då efter en riskidentifiering vidta eventuella nödvändiga åtgärder.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

När ett arbete, vid till exempel utbildning, kräver teknisk kunskap eller erfarenhet för att förebygga elektrisk fara eller skada måste den som utför arbetet ha denna kunskap eller erfarenhet, eller övervakas på ett tillfredsställande sätt av person med rätt kompetens.

#### 6.4 Verksamhetsplats

All personal som skall arbeta på, med, eller nära ett högvoltssystem skall ges utbildning och information som är tillräcklig för att kunna ge lämplig första hjälpen vid elektrisk skada.

Vid verksamhetsplatsen skall utrustning för första hjälpen finnas. Utrustningen skall vara anpassad efter riskerna i verksamheten.

En rekommendation är att hjärtstartare finns och att samtliga medarbetare har genomgått HLR-utbildning, samt att utbildningar hålls uppdaterade enligt gällande rekommendationer.

#### 6.5 Arbetsplats

Arbetsplatsen skall vara entydigt fastställd. Vidare skall det finnas tillräckligt utrymme för arbetet, nödvändig utrustning, fri tillträdesväg och tillräcklig belysning på arbetsplatsen. Brännbart material skall inte förvaras i närheten av arbetsplatsen.

#### 6.6 Tillfälligt avbrott

Rutiner för att undvika elektriska faror vid övertagande av arbete skall finnas. Ett exempel på detta är vid övertagande av arbete som sker på ett fränskilt fordon. Om osäkerhet råder i ett sådant fall, skall fränskiljning bekräftas eller återigen genomföras innan arbetet kan fortskrida.

#### 6.7 Nödåtgärder

Lämpliga rutiner för nödåtgärder i händelse av tillbud, elskada eller elektrisk följdskada skall finnas.

*Säkerhetsansvarig elfordon* bör överväga de risker som är förknippade med hantering av elfordon och, om så erfordras, utveckla och införa de åtgärder som är lämpliga att vidta i en nödsituation. Baserat på behovsanalys och organisationens storlek, kan några eller samtliga av följande nödåtgärder ingå:

- *Säkerhetsansvarig elfordon* ska se till att information om vilka åtgärder som ska vidtas vid olyckor eller incidenter med elfordon finns framtaget och omedelbart tillgängligt
- en rutin ska fastställas för dokumentation och rapportering av elolyckor och tillbud till Arbetsmiljöverket eller Elsäkerhetsverket
- beroende på verksamhetens omfattning bör ett samarbete med räddningstjänsten övervägas, till exempel vid uppställning av skadade elfordon
- i händelse av olycka skall den som är ytterst ansvarig för verksamhetsplatsen underrättas. Även räddningstjänsten skall underrättas vid behov
- efter ett tillbud eller en elskada skall lämpliga åtgärder vidtas för att hålla arbetsplatsen säker och att, så långt som möjligt, förhindra ytterligare skador på platsen. Syftet är, att möjliggöra undersökning av olycksplatsen. Denna kan utföras av egen personal, eller under särskilda omständigheter av polis, myndighet eller försäkringsbolag

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

## 7 Särskilda krav och riktlinjer för högvoltarbete

Utöver allmänna krav och riktlinjer för allmän hantering av elfordon (kapitel 6) tillkommer ytterligare krav och riktlinjer vid högvoltarbete enligt nedan. Högvoltarbete ställer därmed högre krav på exempelvis organisationen, utbildningsnivå och vilka säkerhetsåtgärder som skall vidtas.

Ett arbete anses vara högvoltarbete när:

- det sker på ej franskt högvoltssystem
- det sker i närheten av ett ej franskt högvoltssystem där osäkerhet råder om elektrisk fara kan föreligga

Även arbete på elektriska energilagringssystem och spänningssatta system inkluderas i högvoltarbete. Dessa behandlas närmare i avsnitt 8.3.

### 7.1 Risker vid högvoltarbete

Tekniker som arbetar på tillkopplat högvoltssystem kan utsättas för riskkällor som orsakas av strömgenomgång (elektrisk stöt) eller elektrisk ljusbåge.

Vid strömgenomgång påverkas elektroner i vävnaden under den tid kroppen har kontakt med elektrisk spänning. Det kan vara svårt att avgöra vad som faktiskt är in- respektive utgång när kroppen blir en del av strömkretsen. Strömmen går ofta från hand till hand, men kan även gå mellan andra kroppsdelar och leda till allvarlig elektrisk skada.

Elektriska ljusbågar uppträder sällan. Ett pålitligt skydd behövs ändå eftersom det inte kan uteslutas att ljusbågar uppstår, i synnerhet eftersom de kan orsakas av själva arbetet. Elektriska ljusbågar uppstår inte bara till följd av kortslutningar, utan kan också uppträda när strömförande delar separeras utan särskilda åtgärder (kabelanslutningar, kontakter, säkringar etcetera).

Verkningar från en ljusbåge beror bland annat på transmissions- och exponeringsförhållande samt på anläggningens utformning och på avståndet till ljusbågen.

Ljusbågar kan uppstå på många sätt där luftens gaser bryts ned och joniseras till ett plasma som kan nå temperaturer på över 4 000 °C. Skadliga ljusbågar kan uppstå vid olika spänningsnivåer. Den som utsätts vid elskada behöver inte nödvändigtvis ha kontakt med ljusbågen utan kan skadas allvarligt även på avstånd av:

- värmestrålning
- splitter
- tryckvåg
- flygande fragment
- intensiv elektromagnetisk strålning (synligt ljus och UV-strålning) som kan leda till bestående skador på hud och ögon
- ljudchock (knall)
- giftiga gaser (koppardioxid) och partiklar orsakat av smält och förångat material i eller intill ljusbågen

Om riskanalysen visar att det finns risk för strömgenomgång eller konsekvenser av ljusbåge, och det inte går att vidta några andra säkerhetsåtgärder för att eliminera dessa risker, skall lämplig personlig skyddsutrustning användas, se avsnitt 7.13.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

## 7.2 Organisation

För varje verksamhetsplats som arbetar med högvolt skall *säkerhetsansvarig elfordon* utses. Därtill skall *arbetsledare elfordon* utses för varje fordon, på vilket högvoltarbete skall utföras. Dessa ansvarsroller kan delegeras. En och samma person kan inneha flera roller.

## 7.3 Riskanalys

Utförs högvoltarbete på arbetsplatsen ska det finnas riskanalys avseende arbetets alla delar. Innan ett specifikt högvoltarbete påbörjas skall *arbetsledare elfordon* genomföra en riskanalys.

Riskanalysen är en dokumenterad systematisk bedömning av vilka risker som kan förekomma vid ett specifikt arbete. En riskanalys görs med hjälp av tillgänglig information (exempelvis tillverkarens anvisning) så att arbetet kan genomföras på ett sätt som är säkert för den som utför arbetet och för varje person som närmar sig elfordonet. Dokumentet ska finnas tillgängligt för de tekniker som kommer att arbeta på aktuellt fordon.

Riskanalysen skall bedöma risken för tillbud, elektrisk skada och elektrisk följdskada som kan uppstå genom strömgenomföring, brand eller vid konsekvenser av ljusbåge.

Riskanalys skall vid behov utföras löpande, då förutsättningar kan förändras under arbetets gång.

För att utföra en riskanalys bör manual eller anvisning från tillverkaren eller motsvarande användas.

## 7.4 Kompetenskrav

Högvoltarbete kräver särskild kompetens och får endast utföras av *fackkunnig elfordon* eller *fackkunnig elfordon med högre kompetens*, baserat på vilken typ av arbete som skall utföras.

Ett företagsanpassat utbildningsprogram skall finnas för att utveckla och bibehålla kompetens att utföra högvoltarbete. Detta program skall vara anpassat till de särskilda krav och riktlinjer som gäller vid högvoltarbete och skall baseras på teoretiska och praktiska övningar.

## 7.5 Personal

Personal som av säkerhetsskäl bedömer att ett specifikt högvoltarbete inte kan utföras på ett säkert sätt (exempelvis på grund av förändring i arbetsmoment eller undermåliga instruktioner) skall informera *säkerhetsansvarig elfordon* om detta. *Säkerhetsansvarig elfordon* skall då efter en uppdaterad riskanalys vidta nödvändiga åtgärder så att arbetet kan utföras riskfritt.

## 7.6 Verksamhetsplats

Personal som utan översyn vistas i samma lokal där högvoltarbete kan pågå och där risk för elektrisk fara kan förekomma skall som lägsta nivå vara *informerad person elfordon*.

I det fall personer som saknar utbildning om elfordons elektriska risker kan/får vistas i lokalen där högvoltarbete pågår, skall säkerhetsåtgärder vidtas. En oövärd elektrisk fara skall då förbyggas på ett tillfredställande sätt så att elektrisk skada via exempelvis beröring av spänningssatta delar förhindras med hjälp av avskärmning eller isolering.

## 7.7 Arbetsplats

*Arbetsledare elfordon* ansvarar för att arbetsplatser där det kan förekomma elektriska riskkällor markeras och spärras av.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

## 7.8 Tillfälligt avbrott

Vid avbrott i arbetet skall lämpliga skyddsåtgärder vidtas för att förhindra elektrisk fara, exempelvis genom att förhindra att oisolerade spänningsförande delar av misstag kan beröras. Vid behov skall *arbetsledare elfordon* informeras om sådana avbrott.

Rutiner för att undvika elektriska faror vid övertagande av ansvar och/eller arbete skall finnas och följas vid överlämning, till exempel när annan tekniker tar över av annan påbörjat ansvarsområde och/eller arbete.

*Arbetsledare elfordon* avgör om ett avbrott är av sådan art att riskanalys och/eller ytterligare säkerhetsåtgärder måste vidtas, alternativt helt eller delvis göras om från början.

## 7.9 Nödåtgärder

Lämpliga rutiner för nödåtgärder, i händelse av elskada eller tillbud med el, skall finnas. Se avsnitt 6.7.

## 7.10 Skyddsåtgärder och planering av genomförande

Med riskanalys som underlag skall *arbetsledare elfordon*:

- välja arbetsmetod
- besluta om vilka skyddsåtgärder som vidtas som exempelvis skyddsutrustning, arbetskläder, verktyg och avspärning
- planera för genomförandet beträffande krav på kunskapsnivå,
- säkerställa att tillräckligt många ur personalen på plats har kunskap om rutinerna för nödåtgärder
- säkerställa att nödvändiga instruktioner ges till den tekniker som ska utföra arbetet, innan arbetet påbörjas
- informera dem som deltar i arbetet om alla rimligt förutsägbara faror som inte är direkt uppenbara för dem
- innan ett arbete påbörjas, samt medan det pågår, säkerställa att alla tillämpliga regler och anvisningar uppfylls

## 7.11 Ogynnsamma väderförhållanden

Lämpliga skyddsåtgärder eller restriktioner skall göras för att garantera säkerheten vid ogynnsamma förhållanden, till exempel om arbeten måste utföras utomhus, vid åskväder, hög luftfuktighet eller kraftigt regn.

## 7.12 Kommunikation (förmedling av information)

Innan ett arbete påbörjas skall *säkerhetsansvarig elfordon* informeras om det planerade arbetet av *arbetsledare elfordon*.

All nödvändig information om elfordonet och arbetets art skall finnas tillgängligt för samtliga inblandade roller på ett språk som respektive roll behärskar.

För att säkerställa förståelse och begriplighet på en arbetsplats där personalen talar olika språk, skall i förväg en överenskommelse träffas om ett språk som de berörda parterna förstår.



© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

### 7.13 Verktyg, utrustningar och skyddsanordningar

Som ett minimum skall skyddsanordningar uppfylla kraven i IPXXB och vara märkta med W012-symbolen för elektrisk fara som beskrivs i ISO 7010 samt W042 symbolen för ljusbåge som beskrivs i ISO 7010.

Följande verktyg, utrustningar och skyddsanordningar skall finnas tillgängligt på verksamhetsplatser där högvoltarbete utförs:

- isolerade och isolerande verktyg enligt standard SS-EN 60900
- spänningsprovare enligt standard SS-EN 61243-3
- isolationsmätare och mätinstrument samt och mätprob enligt standard SS-EN 61557 samt min kat 4 1000V
- isolerande utrustning eller material för avskärmning SS-EN 61111, SS-EN 61112
- utrustning som förhindrar oavsiktlig tillkoppling av högvoltssystemet
- ögon- eller ansiktsskydd enligt standard SS-EN166, 170, 171
- isolerande handskar enligt standard SS-EN 60903
- hörselskydd enligt standard SS-EN 352-1, 352-2, 130087-7
- skyddsklädsel enligt standard SS-EN, EN ISO 11611, EN ISO 11612, EN ISO 14116, SS-EN 13087-7, EN 13034, EN 397, EN 388 samt EN 61482-2:2020 (med cal/cm<sup>2</sup> enligt tillverkarens rekommendationer, dock minst ett lager med minimum 8-12 cal/cm<sup>2</sup>)

Instruktioner för verktygens, utrustningarnas och skyddsanordningarnas användning, förvaring, underhåll, transport och inspektion skall finnas tillgängligt på verksamhetsplatsen.

Alla verktyg, utrustningar och skyddsanordningar som tillhandahålls för att säkerställa säkert arbete med elfordon skall vara anpassade för ändamålet, hållas i gott skick, användas på avsett vis samt förvaras på lämpligt sätt. Instrument och verktyg ska även underhållas enligt tillverkarens anvisning, exempelvis genom kalibrering eller service.

*Anmärkning:* "Hållas i gott skick" innebär periodisk okulär kontroll och elektrisk provning för att kontrollera de elektriska och mekaniska egenskaperna före och efter användning, samt efter reparation eller ändring.

### 7.14 Manualer och anvisningar

Aktuella manualer, anvisningar och scheman som gäller för respektive högvoltarbete skall finnas tillgängligt på verksamhetsplatsen.

### 7.15 Skyltar och avspärrningar

Lokaler där högvoltarbete kan pågå skall markeras med skyltar vid samtliga ingångar som tydligt visar att högvoltarbete kan pågå samt vilka som får vistas i lokalen.

Vidare skall alltid arbetsplatser markeras med avspärrning och lämpliga varningsskyltar om arbete sker där elektrisk fara kan föreligga. Skyltarna skall vara utförda i överensstämmelse med standarden ISO 7010 samt W042 symbolen för ljusbåge som beskrivs i ISO 7010.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

## 7.16 Frånskiljning-tillkoppling

Frånskiljning och tillkoppling får endast utföras av *fackkunnig elfordon* enligt tillverkarens anvisningar, och med ändamålsenlig utrustning.

Det elfordon eller dess högvoltskomponent på vilken arbete skall utföras, skall som förberedelse försättas och bibehållas i en fastställd status (frånskilt eller tillkopplat) under hela arbetets gång. Vid behov av statusförändring skall *arbetsledare elfordon* informeras.

## 7.17 Mätning

När mätningar utförs i ett högvoltssystem skall ändamålsenliga och typgodkända mätinstrument och mätprober användas.

Om det finns risk för beröring av oisolerade spänningsförande delar skall den som utför mätning använda rätt nivå av personlig skyddsutrustning och vidta skyddsåtgärder mot strömgenomgång och konsekvenser av ljusbåge.

## 7.18 Besiktning

Utfört arbete skall besiktas av *arbetsledare elfordon* innan tillkoppling av högvoltssystemet utförs.

Vid omfattande arbete (till exempel större karosserireparationer, påbyggnationer med mera) där *arbetsledare elfordon* inte kan se hela arbetsmomentet vid ett tillfälle för att kunna utföra en besiktning efter avslutat arbete, kan löpande besiktning under arbetets gång behövas. Dokumentation, foto med mera kan också utgöra underlag i besiktningen.

En besiktning kan omfatta okulär kontroll samt mätning. Besiktningens omfattning skall anpassas till det utförda arbetet. Till exempel bör en isolationsmätning utföras efter byte av komponent i högvoltssystemet. Besiktning skall utföras med stöd av tillverkarens anvisningar.

Brister som utgör en omedelbar fara skall avhjälpas utan dröjsmål. Om så inte sker skall felbehäftade delar omedelbart fränkopplas och skyddas mot tillkoppling.

# 8 Arbetsmetoder vid högvoltarbete

Högvoltarbete delas in enligt följande:

- frånskilja och tillkoppla (se avsnitt 8.1)
- arbete på tillkopplat högvoltssystem (se avsnitt 8.2)
- arbete nära tillkopplat högvoltssystem där riskidentifiering inte utesluter elektrisk fara och riskanalys därav måste genomföras (se avsnitt 8.2)
- arbete på elektriska energilagringssystem (se avsnitt 8.3)

## 8.1 Frånskilja och tillkoppla

Arbetsmomentet frånskiljning och tillkoppling av högvoltsspänningskällor skall ske i enlighet med tillverkarens anvisning och som minimikrav skall nedan arbetsmoment genomföras i angiven ordning, om det inte föreligger väsentliga skäl att göra på annat sätt.

Frånskiljning och tillkoppling får endast utföras av *fackkunnig elfordon* eller *fackkunnig elfordon med högre kompetens* samt endast med isolerade verktyg och/eller isolerade handskar.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

### 8.1.1 Frånskiljning

En frånskiljning innebär att elfordonets samtliga högvoltsspänningskällor frånskiljs från övriga högvoltssystemet, samt att systemet säkras från oavsiktlig tillkoppling.

#### Frånkoppla från externa spänningskällor

Elfordonet skall frånskiljas från alla externa spänningskällor (extern laddare, nätanslutning eller dylikt) om inte annat anges i tillverkarens anvisning.

#### Försätt fordonet i avstängt läge

På samma sätt som tändningen slås av på ett konventionellt fordon skall även elfordonet försättas i avstängt läge. Detta kan exempelvis utföras genom att trycka på knappen "START-STOP" samt avlägsna eventuella startnycklar/-kort.

#### Kontrollera att högvoltssystemet är spänningslöst

Kontroll av spänningsfrihet skall göras genom mätning, enligt tillverkarens anvisning. Mätutrustning för spänningskontroll skall kontrolleras omedelbart före användning och, om möjligt, efter användning. Utrustningen skall vara avsedd för ändamålet.

Detta steg utförs i syfte att kontrollera om fordonet försatts i avstängt läge samt upptäcka eventuella fel i högvoltssystemet.

Om spänningsprovare eller spänningsindikeringsystem används måste dessa uppfylla kraven i SS-EN 61243.

#### Frånskilja interna högvoltsspänningskällor

Elfordonet på vilket arbete skall utföras skall frånskiljas från alla interna spänningskällor, enligt tillverkarens anvisningar. Frånskiljningen kan bestå av ett luftgap (servicekontakt) eller motsvarande frånskiljningssystem (till exempel pilotledning) som skall säkerställa att frånskiljningspunkten inte kan överbryggas elektriskt. Frånskiljningen skall vara visuellt eller diagnostiskt verifierbar.

#### Skydda mot tillkoppling (blockering)

Metoden för att blockera tillkoppling av de interna högvoltsspänningskällorna skall säkerställa att oavsiktlig tillkoppling ej är möjlig, exempelvis via lås. Om låsanordning saknas skall annan lämplig metod användas.

Skylt som förbjuder obehörig manöver skall sättas upp. Skylten skall innehålla uppgifter om vem som låst/blockerat anläggningen samt upplysa om att arbete pågår.

#### Kontrollera att högvoltssystemet är spänningslöst

Kontrollera och bekräfta återigen spänningslöshet, innan arbetet i elfordonet påbörjas.

Detta steg utförs i syfte att kontrollera att frånskiljning lyckats samt upptäcka eventuella fel i högvoltssystemet.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

## Tillstånd att påbörja arbetet efter fränskiljning genomförs

Det är nödvändigt att ha ett skriftligt eller muntligt godkännande från *arbetsledare elfordon* innan arbetet får påbörjas efter fränskiljning.

Ett arbete i ett fränskilt högvoltssystem innebär arbetsmoment på eller nära ett högvoltssystem efter att en fränskiljning skett och där arbete kan utföras utan risk för elektrisk skada.

### 8.1.2 Tillkoppling

Tillkoppling innebär att elfordonets högvoltssystem återansluts till dess högvoltsspänningskällor efter avslutat arbete.

Efter att arbetet avslutats skall utfört arbete besiktas av *arbetsledare elfordon*. Inblandade personer skall informeras om att arbetet har slutförts och att tillkoppling av högvoltssystemet kommer att ske. Arbetsmomentet tillkoppling av högvoltsspänningskällor skall ske i enlighet med tillverkarens anvisning. Som minimikrav bör nedan arbetsmoment genomföras, i angiven ordning, om det inte föreligger väsentliga skäl att göra på annat sätt:

- kontrollera att samtliga inkopplingar är korrekta och isolerade (om de har isolering)
- genomför och dokumentera isolationsmätning. Mätvärdet får ej understiga av tillverkaren anvisat värde
- ta bort tillkopplingsskydd (blockering)
- tillkoppla interna högvoltsspänningskällor
- radera eventuella felkoder och utför ny diagnoskontroll

Den fullständiga proceduren för att tillkoppla måste utföras av *fackkunnig elfordon*.

## 8.2 Arbete på eller nära tillkopplat högvoltssystem



Arbete på eller nära tillkopplat högvoltssystem innebär arbete där beröring med oisolerade spänningsförande delar kan förekomma eller nås inom riskområdet.

Arbete på eller nära tillkopplat högvoltssystem får:

- utföras då arbetets art kräver detta, exempelvis vid mätning eller testning av högvoltssystemet
- endast utföras efter särskilt tillstånd från *säkerhetsansvarig elfordon*
- endast utföras av *fackkunnig elfordon med högre kompetens*
- endast utföras med isolerade verktyg och/eller isolerade handskar
- endast utföras med rätt skyddsnivå av skyddsklädsel, om riskanalysen kräver detta

Arbete på eller nära tillkopplat högvoltssystem får även utföras om fränskiljning inte är möjligt, exempelvis på grund av tekniskt fel i fordonet.

Arbete på eller nära tillkopplat högvoltssystem är inte tillåtet om fränskiljning ej genomförs på grund av exempelvis avsaknad av utrustning eller kunskap.

Vid arbete på eller nära tillkopplat högvoltssystem där beröring med oisolerade spänningsförande delar kan förekomma eller fysiskt nås inom riskområdet med kroppsdel, verktyg, utrustningar eller andra skyddsanordningar skall en stabil arbetsställning säkerställas så att båda händer är fria.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

### 8.3 Arbete på elektriska energilagringssystem

Arbete på elektriska energilagringssystem innebär arbete på eller i högvoltbatteri. Utgångspunkten vid ett sådant arbete är att batteriet alltid är spänningssatt oavsett laddningsstatus.



Arbete i högvoltbatteri innebär stor risk för beröring med oisolerade spänningsförande delar. Högsta möjliga skyddsåtgärder skall vidtas, exempelvis avskärmning eller isolering av spänningsförande poler i batteriet.

Arbete på eller i högvoltbatteri får endast utföras:

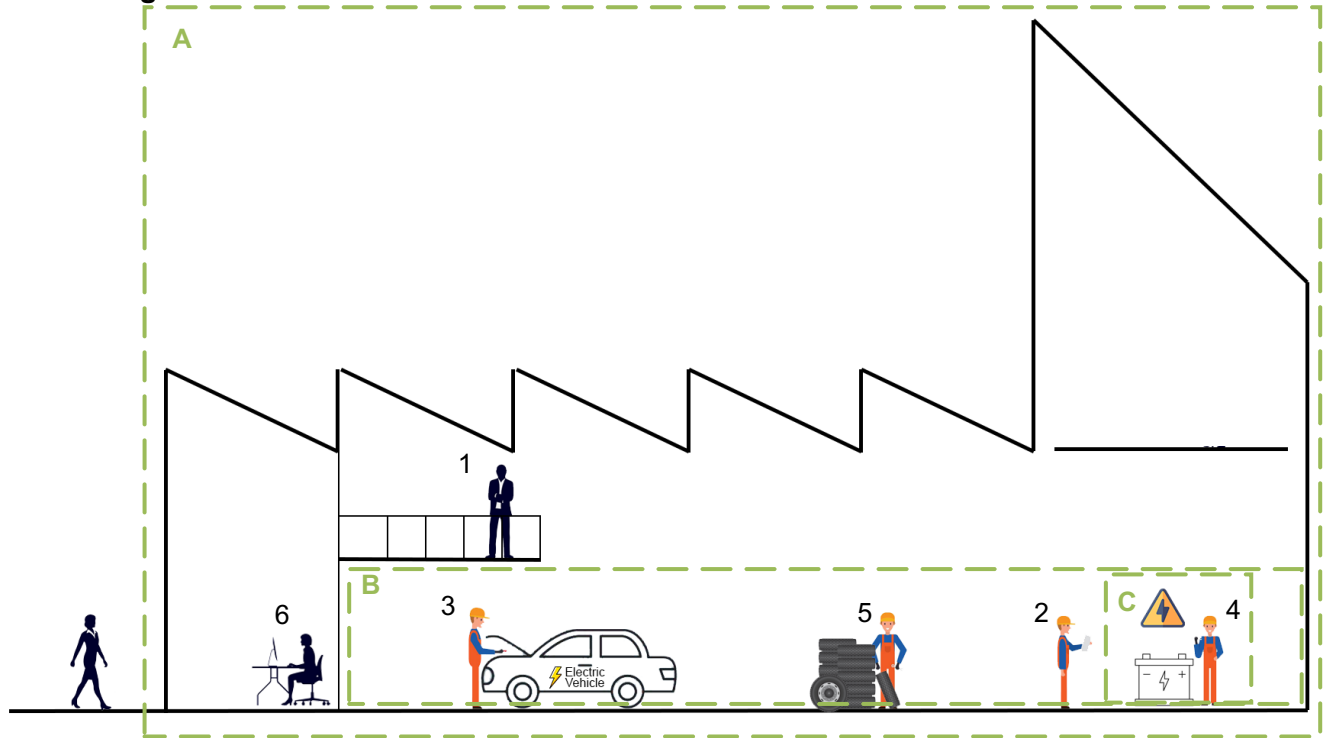
- efter särskilt tillstånd från *säkerhetsansvarig elfordon*
- av *fackkunnig elfordon med högre kompetens*
- med stabil arbetsställning där båda händer är fria
- med isolerande handskar och isolerade verktyg
- med rätt skydds nivå av skyddsutrustning för att förhindra elektrisk skada vid ljusbåge som ögon- eller ansiktsskydd, hörselskydd samt ändamålsenlig skyddsklädsel

Observera att ovan krav och riktlinjer gäller både för ett batteri som är monterat i fordon och för demonterat batteri.

© Copyright BIL Sweden, Motorbranschens Riksförbund, Svenska Fordonsverkstäders Förening. All form av reproduktion av denna branschstandard utan tillstånd är förbjuden.

## 9 Bilagor

### 9.1 Bilaga 1



1. Säkerhetsansvarig elfordon
2. Arbetsledare elfordon
3. Fackkunnig elfordon
4. Fackkunnig elfordon med högre kompetens
5. Instruerad tekniker elfordon
6. Informerad person elfordon
- A. Verksamhetsplats
- B. Arbetsplats
- C. Riskområde