



Generisk process för produktion av framtidens fordon med avseende på framtida krav och föreskrifter

Thomas Berg

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Generisk process för produktion av framtidens fordon med avseende på framtida krav och föreskrifter

Thomas Berg

Abstract

Generic process for the production of future vehicles concerning future laws and regulations

This report has been created in the scope of the FFI project FACECAR (FFI = Fordonsstrategisk Forskning och Innovation, FACECAR = Flexible Assembly for Considerable Environmental improvements of CAR's).

The Swedish automotive industry is rapidly changing into producing new environmental friendly drivelines. In order to create efficient production systems all these drivelines has to be assembled in one very flexible assembly line.

Compressed explosive gases and liquids

The rulemaking concerning safe handling of compressed explosive gases and liquids consists of a great number of national laws, regulations and standards as well as directives and standards on a European level.

Even though the Swedish automotive manufacturers already have been selling vehicles with pressurized gas they do not have the experiences to produce them in the normal assembly line. Therefore there is a need of support to understand the rulemaking fully.

This report includes a short summary and overview of the legislative situation concerning the safety aspects in handling pressurized flammable gas and liquids. On EU level it is both the Work environment directive and the directive for equipment intended for explosive environment that are the steering documents. On national Swedish level there are many rules, regulations and directives that are applicable. Many of them have overlapping information which makes it more complicated to fully understand the legal situation. A lot of different authorities are involved which also makes the situation hard to overview. A schematic flow overview is included to support the understanding of the influence from the different requirements.

Electrical hazards

The legislative situation in Europe and in Sweden concerning electrical hazards has been reviewed to identify which legislations that are applicable and useable for the assembly in Sweden of electrical vehicles (EV) and hybrid electrical vehicles (HEV). Several Swedish legislations are specifically addressed to not be applicable for electrical vehicles.



SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 BORÅS

Telefon: 010-516 50 00, Telefax: 033-13 55 02

E-post: info@sp.se, Internet: www.sp.se

www.sp.se

Elektronik

SP Rapport 2012:09

ISBN 978-91-87017-25-4

ISSN 0284-5172

Mer information om SP:s publikationer: www.sp.se/publ

Many of the legislations applicable are very general in their requirements and does not give much help in understanding what specific safety activities that should be implemented in the assembly process.

The Cenelec standard EN 50110-1:2004 with the official Swedish application SS-EN 50110-1 issue 2 (dated 2005-06-15) is the most suitable document to use when establishing the safety routines for the assembly plant producing EV/HEV.

The standard SS-EN 50110-1 issue 2 states that it is applicable also for electrical vehicles. But it is also stated that the standard is not written specifically for electrical vehicles but if there are not written any other specific regulations for electrical vehicles then the basic principles in this standard should be applied.

Since this standard is written for traditional electrical applications and not specifically written for electrical vehicles there are some areas of uncertainty when apply it into the EV/HEV production.

To guide the automotive industry in Sweden when preparing the production facilities located in Sweden, SP has in this report included a proposal of additions and changes to the standard. This should be regarded as recommendation and not to be seen as mandatory.

Key words: Facecar, säkerhet, safety, fordon, vehicles, elsäkerhet, electric safety,

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
SP Technical Research Institute of Sweden

SP Rapport 2012:09
ISBN 978-91-87017-25-4
ISSN 0284-5172
Borås 2012

Innehållsförteckning / Contents

| | |
|---|-----------|
| Abstract | 3 |
| Innehållsförteckning / Contents | 5 |
| Förord / Preface | 7 |
| 1 Lagkravsöversikt trycksatt gas | 11 |
| 1.1 Direktiv 1999/92/EG | 11 |
| 1.1.1 Inledning | 11 |
| 1.1.2 Avdelning I | 11 |
| 1.1.3 Avdelning II | 11 |
| 1.1.4 Avdelning III | 11 |
| 1.2 Handbok till direktivet (guidelines) | 11 |
| 1.2.1 Inledning | 11 |
| 1.2.2 Innehåll | 12 |
| 1.3 Nationella lagar, standarder och bestämmelser | 12 |
| 1.3.1 Inblandade myndigheter och övriga instanser | 12 |
| 1.3.2 De väsentligaste Svenska lagarna, standarderna och bestämmelserna | 12 |
| 2 Lagkravsöversikt elsäkerhet | 13 |
| 2.1 European Commission | 13 |
| 2.1.1 Direktiv (directives) | 13 |
| 2.1.2 Riktlinjer (guidelines) | 13 |
| 2.1.3 Europeiska standarder | 13 |
| 2.1.4 Nationell implementering av direktiven | 14 |
| 2.2 Nationella lagar och regelverk | 14 |
| 2.2.1 Arbetsmiljöverket | 14 |
| 2.2.2 Elsäkerhetsverket | 14 |
| 2.2.3 Svenska Elektriska Kommissionen (SEK) | 14 |
| 2.2.4 Säkerhetskrav på system och komponentnivå | 15 |
| 3 Den framtida monteringsfabriken | 16 |
| 3.1 Grundläggande koncept | 16 |
| 3.1.1 Batteri till elfordon | 16 |
| 3.1.2 Bränsletankar | 16 |
| 3.1.3 Mediafyllning | 16 |
| 3.1.4 Aktivering av drivlinesystem | 16 |
| 3.2 Flödesöversikt | 17 |
| 4 Trycksatt gas samt kondenserad gas i den framtida monteringsfabriken | 18 |
| 4.1 Inledning | 18 |
| 4.2 Lagkravsförteckning | 18 |
| 4.2.1 Lag om brandfarliga och explosiva varor (SFS 2010:1011) | 18 |
| 4.2.2 Förordning om brandfarliga och explosiva varor (SFS 2010:1075) | 19 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.2.3 | Sprängämnesinspektionens föreskrifter om cisterner, gasklockor, bergrum och rörledningar för brandfarlig gas (SÅIFS 2000:4) | 19 |
| 4.2.4 | Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om gaser (AFS 1997:7) | 19 |
| 4.2.5 | Arbete i explosionsfarlig miljö (AFS 2003:3) | 19 |
| 4.2.6 | Arbetskyddsstyrelsens kungörelse med föreskrifter om utrustningar för explosionsfarlig miljö (AFS 1995:5) | 20 |
| 4.2.7 | Svensk standard Explosiv atmosfär – Del 10-1: Klassning av områden med explosiv gasatmosfär (SS-EN 60079-10) | 20 |
| 4.2.8 | Elektriska utrustningar för explosiv miljö (ELSÄK-FS 1995:6) | 20 |
| 4.2.9 | Räddningsverkets handbok om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och väskor | 20 |
| 4.2.10 | Tillstånd vid hantering av brandfarliga varor | 20 |
| 4.2.11 | SEK Handbok 426: utgåva 3 | 20 |
| 4.2.12 | Svensk standard Explosiv atmosfär – Icke elektrisk utrustning avsedd för användning i explosiv atmosfär – Del 1: Grundläggande metoder och krav. (*) | 21 |
| 4.2.13 | Explosiv atmosfär – Tryckavlastning vid explosion. (*) | 21 |
| 4.3 | Flödesöversikt vid tillämpning av kraven | 22 |
| 4.4 | Tillämpning i monteringsfabrik | 22 |
| 4.4.1 | Komprimerad gas | 22 |
| 4.4.2 | Kondenserad gas | 23 |
| 5 | Elsäkerhet i den framtida monteringsfabriken | 24 |
| 5.1 | Regler och krav applicerbara på EV/HEV montering | 24 |
| 5.2 | Tolkning av SS-EN 50110-1 för EV/HEV montering | 24 |
| 5.3 | Rekommenderade tillägg till SS-EN 50110-1:2004 för EV/HEV montering | 26 |
| 5.3.1 | Applicering av SS-EN 50110-1 på en tänkt montering av EV/HEV | 38 |
| 5.4 | Checklista | 42 |
| 5.5 | Krav på kontaktorer som del i elsäkerhetssystem | 42 |
| 6 | De största utmaningarna | 43 |
| 6.1 | Komprimerande gaser | 43 |
| 6.2 | Kondenserade gaser | 44 |
| 6.3 | Elfordon | 44 |
| 6.3.1 | Säkerställa frånskiljning före montering påbörjas | 44 |
| 6.3.2 | Skydd mot tillkoppling vid montering på linan | 45 |
| 6.3.3 | Spänningslöshetskontroll före montering påbörjas | 46 |
| 6.3.4 | Uppmärkning | 46 |
| 6.3.5 | Riskanalyser samt process-FMEA | 47 |
| 6.3.6 | Säkerställa kompetens vad det gäller elsäkerhet | 47 |

Förord / Preface

Svensk fordonsindustri är för närvarande snabbt på väg in i en tillverkning av fordon med nya alternativa miljövänliga drivkällor.

För att säkerställa effektiva produktionssystem så krävs en mycket hög flexibilitet och förmåga att tillverka blandade koncept inom samma tillverkningslina.

Nya drivkällor innebär i många fall också nya utmaningar vad det gäller säkerheten i våra framtida fabriker med nya okända riskområden samt behov av förändringar inom skydd och lagstiftning.

Ett område av nya drivkällor är att använda komprimerad brännbar gas i diverse olika utförande. Våra svenska fordonstillverkare har redan erfarenhet av tillverkning av fordon som drivs med komprimerad gas, men denna tillverkning har enbart bedrivits i speciella fabriker avsedda för enbart låg produktionsvolym. Nu är situationen annorlunda när dessa brännbara gaser skall hanteras inom den ordinarie monteringsfabriken med höga volymer av blandad fordonsproduktion.

Ett annat område är tillverkning av elfordon (EV) samt elhybridfordon (HEV). Med införande av batterier med mycket högre spänningar än man hittills har hanterat och införandet av generatorer med hög spänning så innebär detta helt nya riskområden att hantera i tillverkningsprocessen. Det finns mycket stor osäkerhet hur man skall hantera detta nya riskområde och inom branschen finns det mycket begränsade kunskaper.

Lagstiftningen släpar också efter inom det här området. Anläggningar med farlig el har tidigare alltid varit av typen fasta anläggningar vilket gjort att allt lagstiftningsarbete varit fokuserat på dessa. Lagstiftningen har inte hunnit med när det nu börjar dyka upp EV/HEV fordon som i princip är rullande elanläggningar. Flera av lagkraven inom elsäkerhetsområdet är direkt undantagna från elfordon. Det är därför ett stort behov från fordonsindustrins sida att få hjälp att skapa säkra tillverkningsprocesser för att producera EV/HEV fordon.

Denna rapport har tagits fram inom FFI projektet FACECAR (FFI = Fordonsstrategisk Forskning och Innovation, FACECAR = Flexible Assembly for Considerable Environmental improvements of CAR's).

Syftet med rapporten är att översiktligt och kortfattat summera vilka lagkrav, regler och standarder som huvudsakligen gäller vid arbete med komprimerad brandfarlig eller explosiv gas eller vätska samt att beskriva SP:s syn på lagstiftningen inom elsäkerhet och hur fordonsindustrin ur ett elsäkerhetsperspektiv bör skapa en säker monteringsprocess för elfordon (EV) samt elhybridfordon (HEV).

Sammanfattning / Summary

Hantering av gasdrivna fordon i monteringsfabrik:

Regelverket som styr säkerheten vid hantering av komprimerade brandfarliga gaser och vätskor består av ett stort antal nationella lagar och direktiv samt av det övergripande EU reglementet.

På EU nivå är det både arbetsmiljödirektivet och produktdirektivet som ligger som övergripande styrande dokument.

På nationell svensk nivå så finns det ett stort antal författningar, föreskrifter och direktiv som styr verksamheten. Många av dessa överlappar varandra eller använder sig av korsvisa referenser. Detta gör att det inte är helt enkelt att förstå vad som egentligen gäller för att få bedriva verksamhet.

I rapporten finns ett flödesschema som hjälpmedel för att förstå vilka krav som är kopplade till de olika aktiviteter som krävs vid ny- och ombyggnation i monteringsfabrik.

Hantering av eldrivna fordon i monteringsfabrik:

Även om lagkraven släpar efter den snabba tekniska utvecklingen så finns det idag lagstiftning som på ett relativt bra sätt täcker säkerhetsaspekterna vid montering av EV/HEV i fordonsfabriker i Sverige.

Dock så måste dessa lagkrav kompletteras med instruktioner och rutiner när de skall tillämpas för den egna tillverkningsprocessen för EV/HEV.

Den svenska standarden SS-EN 50110-1:2004 utfärdad av Svenska Elektriska Kommissionen (SEK) är den svenska tolkningen av motsvarande Europa standard. I denna uttrycks det klart att den gäller även för elfordon och all hantering av dessa inklusive tillverkningsfasen. Dock har man i både Europa standarden och i den svenska standarden poängterat att den inte är primärt skriven för dessa fordon och att kraven inte gäller fullt ut för elfordon men att grundprinciperna bör tillämpas.

De väsentligaste grundprinciperna för elsäkerheten vid tillverkning av EV/HEV är följande:

- Att säkerställa spänningsfrihet då fordonet sätts samman i monteringsfabriken. Detta görs genom att frånskilja batteriet innan det levereras till monteringsbanan och dels genom att elektriskt kontrollera att det verkligen är frånskiljt. För en HEV måste även elgeneratoren vara elsäkerhetsmässigt säkrad genom frånskiljning eller kortslutning.
- En tydlig och entydig kommunikation som beskriver när fordonet är elektriskt frånskiljt eller elektriskt aktiverat.
- Att säkerställa spänningsfrihet då detta behövs vid justerings- och reparationsverksamheten.
- Ett tydligt regelverk för tillträden samt för utbildning.

Flera elsäkerhetsmässigt viktiga aspekter måste säkerställas innan en produktion startar. Ett område är avgränsning. Avgränsning av den elektriska anläggningen i ett EV/HEV fordon är de skyddshöljen och kåpor som hindrar att en lekman kan få en elektrisk skada. Dessa kåpor och höljen skall vara tydligt uppmärkta eller omöjliga att lossa med normalt tillgängliga verktyg.

Utbildningen av personalen skall vara anpassad till de elsäkerhetsmässiga roller dessa skall ha. Utbildningen skall vara dokumenterad både vad det gäller grundutbildning och den utbildning som säkrar kontinuerlig kompetens. Det skall finnas en tydlig organisationsstruktur med väldefinierade och dokumenterade roller och arbetsuppgifter.

Det egna produktionssystemet bör systematiskt arbetas igenom vad det gäller elsäkerheten och rutiner mm före produktionen startas upp.

Efterföljande revisioner med hjälp av checklistor där elsäkerhetsmässiga aspekter kontrolleras bör genomföras.

Regelverket både i Europa och Sverige bör kompletteras så att elsäkerhetsaspekterna för de typer av elanläggningar som EV/HEV representerar blir tydligare definierade och kravsatta. Det krävs idag en relativt hög kompetensnivå vad det gäller elsäkerhet för att på ett effektivt sätt skapa en säker hantering av EV/HEV fordon både vid tillverkning och vid övrig hantering. Riskerna för allvarliga misstag på grund av otydlig kravsättning i kombination med okunskap är tyvärr idag alltför hög.

1 Lagkravsöversikt trycksatt gas

1.1 Direktiv 1999/92/EG

1.1.1 Inledning

Detta är direktivet om minimikrav för förbättring av säkerhet och hälsa för arbetstagare som kan utsättas för fara orsakad av explosiv atmosfär (femtonde särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG). Direktivet utfärdades 16 december 1999.

Detta direktiv innehåller 3 avdelningar. Avdelning I beskriver inom vilka områden direktivet är tillämpligt och inom vilka områden det inte är tillämpligt.

Avdelning II, vilken är huvudavdelningen, beskriver arbetsgivarens skyldigheter. Avdelning III innehåller övriga bestämmelser.

1.1.2 Avdelning I

Denna avdelning är mycket kortfattad och listar bland annat upp ett antal verksamheter som inte berörs av direktivet samt innehåller definitionen av explosiv atmosfär.

1.1.3 Avdelning II

Denna avdelning beskriver arbetsgivarens ansvar att förebygga samt att skydda mot explosioner, att bedöma explosionsriskerna, att ha en samordningsskyldighet, att ta fram explosionsskyddsdokument med mera.

1.1.4 Avdelning III

Denna avdelning ställer bland annat krav på att kommissionen skall utfärda en handbok med praktiska riktlinjer. Den ställer också krav på medlemsstaterna att utarbeta en nationell politik som skydd för arbetstagarnas hälsa och säkerhet med beaktande av denna handbok. Den ställer även krav på att medlemsstaterna sätter i kraft lagar och förordningar som behövs för att följa detta direktiv.

1.2 Handbok till direktivet (guidelines)

1.2.1 Inledning

Nuvarande handbok till direktiv 1999/92/EG utfärdades i april 2003. Handboken beskriver god praxis och bör tillämpas tillsammans med direktiv 1999/92/EG, ramdirektivet 89/391/EEG och direktiv 94/9/EG.

Den engelska benämningen på handboken:

Non-binding Guide of Good Practice for implementing of the European Parliament and Council Directive 1999/92/EC on minimum requirements for improving the safety and health protection of workers potentially at risk from explosive atmospheres.

Den svenska benämningen på handboken:

Handbok för god praxis av icke-bindande natur för genomförandet av Europaparlamentets och rådets direktiv 1999/92/EG om minimikrav för förbättring av säkerhet och hälsa för arbetstagare som kan utsättas för fara orsakad av explosiv atmosfär.

1.2.2 Innehåll

Handboken beskriver hur man lämpligen går tillväga vid bedömning av explosionsrisker, de olika tekniska explosionsskyddsåtgärderna samt de olika organisatoriska explosionsskyddsåtgärderna. I handboken beskrivs också ett antal fall som exemplifierar de olika arbetsstegen och de olika explosionsskyddsåtgärderna. Handboken innehåller också en lång förteckning av europeiska standarder som är tillämpliga inom området. Detta gäller både anläggningar och utrustningar. Bilaga A3 innehåller ett antal användbara checklistor.

1.3 Nationella lagar, standarder och bestämmelser

1.3.1 Inblandade myndigheter och övriga instanser

- Riksdagen
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap
- Arbetsmiljöverket
- Elsäkerhetsverket
- Svenska Elektriska Kommissionen SEK
- SIS, Svensk Industri Standard

1.3.2 De väsentligaste Svenska lagarna, standarderna och bestämmelserna

| Numrering | Benämning | Utfärdad |
|---------------|---|--------------|
| SFS 2010:1011 | Lag om brandfarliga och explosiva varor (*) | 1 juli 2010 |
| SFS 2010:1075 | Förordning om brandfarliga och explosiva varor (*) | 15 juli 2010 |
| MSBFS 2010:4 | Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om vilka varor som ska anses utgöra brandfarliga eller explosiva varor. | 10 aug 2010 |
| SÄIFS 1995:3 | Sprängämnesinspektionens föreskrifter om tillstånd till hantering av brandfarliga gaser och vätskor. | 16 feb 1995 |
| SÄIFS 1998:7 | Sprängämnesinspektionens föreskrifter om brandfarlig gas i lös behållare. | 15 dec 1998 |
| SÄIFS 2000:4 | Sprängämnesinspektionens föreskrifter om cisterner, gasklockor, bergrum och rörledningar för brandfarlig gas. (*) | 12 okt 2000 |
| AFS 1997:7 | Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om gaser (*) | 28 aug 1997 |
| AFS 2003:3 | Arbete i explosionsfarlig miljö (*) | 22 maj 2003 |

| | | |
|-----------------|--|-------------|
| AFS 1995:5 | Arbetskyddsstyrelsens kungörelse med föreskrifter om utrustningar för explosionsfarlig miljö. (*) | 24 okt 1995 |
| AFS 2000:40 | Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om ändring i Arbetskyddsstyrelsens kungörelse (AFS 1995:5) med föreskrifter om utrustningar för explosionsfarlig miljö. | 15 dec 2000 |
| AFS 2000:23 | Arbetskyddsstyrelsens föreskrifter om ändring i Arbetskyddsstyrelsens kungörelse (AFS 1995:5) med föreskrifter om utrustningar för explosionsfarlig miljö. | 15 dec 2000 |
| SS-EN 60079-10 | Svensk standard Explosiv atmosfär – Del 10-1: Klassning av områden med explosiv gasatmosfär (*) | 29 jun 2009 |
| ELSÄK-FS 1995:6 | Elektriska utrustningar för explosiv miljö (*) | 15 nov 1995 |
| SS-EN 13463-1 | Svensk standard Explosiv atmosfär – Icke elektrisk utrustning avsedd för användning i explosiv atmosfär – Del 1: Grundläggande metoder och krav. (*) | 2 feb 2009 |
| SS-EN 14797 | Explosiv atmosfär – Tryckavlastning vid explosion. (*) | 18 dec 2006 |

(*) För ytterligare beskrivning se senare kapitel.

2 Lagkravsöversikt elsäkerhet

2.1 European Commission

2.1.1 Direktiv (directives)

Den Europeiska Kommissionens avdelning för näringsliv (Enterprise and Industry) utfärdar direktiv som definierar de väsentliga krav, som ställs för att skydda hälsa och säkerhet, som gods måste uppfylla när det placeras på marknaden.

2.1.2 Riktlinjer (guidelines)

Riktlinjer utfärdas i allmänhet som komplement till direktiven för att öka förståelsen och att fungera som en handbok för alla parter som direkt eller indirekt berörs.

2.1.3 Europeiska standarder

De europeiska standardiseringsorganisationerna har uppdraget att ta fram tillhörande tekniska specifikationer för att möta de väsentliga kraven i direktiven. Dessa benämns ”harmoniserande standarder”.

CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) har detta uppdrag för elektrisk utrustning.

CENELEC har utfärdat bland annat standard EN 50110-1:2004. Denna Europastandard antogs av CENELEC 2004-07-01. CENELEC medlemmarna är förpliktigade att följa fordringarna i CEN/CENELECs Internal Regulations som anger på vilka villkor europastandarden i oförändrat skick skall ges status som nationell standard.

2.1.4 Nationell implementering av direktiven

Respektive EU land är ansvarigt för att stifta lagar och regelverk för implementeringen av direktiven i den nationella lagstiftningen.

2.2 Nationella lagar och regelverk

De grundläggande kraven finns i Arbetsmiljölagen (AML) som är utfärdad av Sveriges Riksdag. Arbetsmiljölagen definierar ramverket för lagstiftningen angående arbetsmiljön.

Arbetsmiljöverket har Regeringens uppdrag att utfärda mer detaljerade regler.

Detta är beskrivet i Förordning (2007:913) med instruktion för Arbetsmiljöverket.

2.2.1 Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljölagen är en ramlag. Detaljerade bestämmelser finns i de föreskrifter som arbetsmiljöverket utfärdar.

Bland Arbetsmiljöverkets föreskrifter kan nämnas:

- AFS 2009:2 Arbetsplatsens utformning

2.2.2 Elsäkerhetsverket

Elsäkerhetsverket lyder under näringsdepartementet. Elsäkerhetsverket arbetar för att förebygga att människor och egendom skadas av el. De arbetar också för att elektriska apparater och elinstallationer är konstruerade och utförda på ett sådant sätt att de inte stör utrustning för radio och telekommunikation och andra apparater.

- Starkströmsförordningen 2009:22
- Elsäk-FS 2006:1
- Elsäk-FS 2007:2
- Elsäk-FS 2008:1,2,3
- SFS 1990:806
- Guide till LVD 2006/95/EG

2.2.3 Svenska Elektriska Kommissionen (SEK)

SEK svarar för standardiseringen på elområdet i Sverige och samordnar svensk medverkan i internationell och europeisk standardisering som medlem i IEC och CENELEC. SEK är en organisation med frivilligt deltagande från svenska myndigheter, företag och organisationer som har ett intresse av att medverka i och

påverka arbetet med tekniska regler inom elektrotekniken. SEK finansieras huvudsakligen med statliga anslag samt avgifter från intressenter som deltar i verksamheten.

SEK fastställer svensk standard på det elektrotekniska området. De flesta standarderna är europeiska standarder som genom överenskommelse inom CENELEC skall fastställas som nationell standard i de europeiska länderna.

- SS-EN 50110-1 utgåva 2 (EN 50110-1:2004)
- SS-EN 50110-2, utgåva 1:1997/C1:2001 (EN 50110-2:1996/C1:2001)

2.2.4 Säkerhetskrav på system och komponentnivå

Det finns en stor mängd konstruktiva krav på de elektriska komponenterna och systemen. Några i dessa sammanhang väsentliga krav är ISO standarden SS-ISO 6469. Den består av 3 delar varav del 3 är den viktigaste i dessa sammanhang.

SS-ISO 6469-1: Eldrivna vägfordon – Säkerhetskrav – Del 1: Laddningsbara energisystem (RESS) i fordon.

SS-ISO 6469-2: Eldrivna vägfordon – Säkerhetskrav – Del 2: Funktionskrav och skydd mot felfunktioner.

SS-ISO 6469-3: Eldrivna vägfordon – Säkerhetskrav – Del 3: Personsäkerhet gentemot elrisker.

ISO 6469-3 håller på att ersättas av en ny utgåva som förväntas bli beslutad mycket snart. Den nya utgåvan har beteckningen:

ISO 6469-3:2011 Electrically propelled road vehicles – Safety specification – Part 3: Protection of persons against electric shock.

ISO 6469-3 är den viktigaste av dessa 3 delar vad det gäller påverkan på säkerheten i monteringsfabriken. Mycket av säkerheten vid hanteringen i bilfabrik bygger på att konstruktionen uppfyller denna standard.

3 Den framtida monteringsfabriken

3.1 Grundläggande koncept

Framtidens monteringsfabriker kännetecknas av en ytterligare höjd produktivitet. Kännetecknande för den framtida fabriken är följande:

- Montering sker på enbart en monteringslina
- Hög grad av automatisering integrerad med manuell montering
- En enhetlig produktarkitektur
- Några få plattformar inom denna arkitektur
- Ett antal modeller inom respektive plattform
- Hög grad av sekvensleveranser från underleverantörer
- Hög grad av förmontering
- Kittning till viss del baserat på lönsamhetskalkyler
- Bred mix av drivlinor som monteras på samma lina

3.1.1 Batteri till elfordon

Sannolikt kommer dessa batterier att monteras relativt tidigt i monteringssekvensen. Anledningen till detta är batteriets storlek samt höga vikt. Lyftverktyg kommer sannolikt att användas och dessa kommer att kräva utrymme inuti fordonet vilket är svårt att skapa om för många övriga detaljer redan är monterade. Vid montering av tunga fordon finns inte samma konflikter vid monteringssekvensen vilket ger en större frihet att montera batteri senare i monteringsflödet.

3.1.2 Bränsletankar

Det kommer att finnas en mix av bränsletankar beroende på typ av bränsle. Konventionella tankar, tankar för trycksatt gas, tankar för kondenserad gas samt tankar för nya typer av flytande bränslen. Material, vikt och storlek kommer att variera kraftigt. Sannolikt kommer man för lätta fordon att montera bränsletank tidigt i flödet medan man för tunga fordon väljer att montera bränsletank sent i flödet.

3.1.3 Mediafyllning

Denna kommer sannolikt att vara koncentrerad till en mer eller mindre traditionell mediabox. Denna kommer att byggas upp enligt gällande ATEX reglemente. Säkerheten kommer att vara anpassad för att hantera de nya faror de nya bränslena innebär.

Ett bränsle som eventuellt kan kräva en annan fyllningsplats än mediaboxen är kondenserad gas. Första fyllningen av denna gas kräver alltid längre tid vilket gör att det sannolikt ej finns tillgänglig tid i mediaboxen. Lösningen kan eventuellt vara att delfylla dessa tankar före de monteras i fordonet.

3.1.4 Aktivering av drivlinesystem

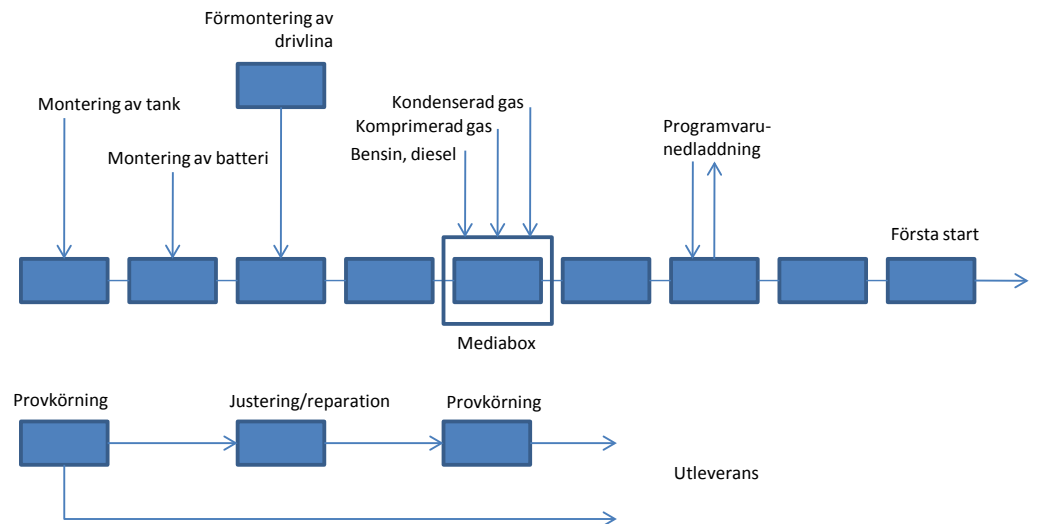
Aktiveringen av fordonets drivlinesystem genomförs i sekvens.

- Kontroll att fordonet är säkert att aktivera.
- Programvara laddas ner i fordonet.
- Lågspänningssystemet aktiveras.
- För elfordon aktiveras HV-systemet.

- Eventuell förbränningsmotor startas.
- Fordon kör för egen maskin från monteringsbanan.

3.2 Flödesöversikt

Generisk processöversikt:



4 Trycksatt gas samt kondenserad gas i den framtida monteringsfabriken

4.1 Inledning

Historiskt har ofta gasdrivna fordon färdigmonterats utanför det ordinarie huvudflödet. Anledningen har varit att man ej velat störa den övriga produktionen med de krav på säkerhetsarrangemang som dessa fordon kräver om de skall tankas vid samma station som de övriga fordonen.

För framtidens monteringsfabrik, där alla olika kombinationer av drivlinor skall färdigställas i samma flöde, måste man tänka om och bygga upp säkerhetssystemen kring monteringsbanan så att även tankning av gasfordon blir möjlig i det ordinarie flödet. Regelverket för detta finns redan så egentligen handlar det enbart om en genomförandeprocess.

I nedanstående kapitel är huvuddelarna av regelverken som berör säkerheten i en monteringsfabrik beskrivna. Tillämpningen av reglerna kommer att variera beroende på val av processupplägg.

Som hjälp vid tolkningar av lagkraven kan följande dokument vara användbara.

| Rubrik | Utfärdad | Kommentarer |
|--|----------|---|
| Räddningsverkets handbok om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och väskor. (*) | Okt 2004 | |
| Tillstånd vid hantering av brandfarliga varor (*) | - | Praktiska instruktioner som hjälp vid ansökan om tillstånd. |
| SEK Handbok 426: utgåva 3 (*) | Sep 2004 | |
| | | |

(*) För ytterligare beskrivning se senare kapitel.

4.2 Lagkravsförteckning

4.2.1 Lag om brandfarliga och explosiva varor (SFS 2010:1011)

En ny utgåva av Lagen om brandfarliga och explosiva varor utfärdades den 1 juli 2010.

Denna nya lag trädde i kraft den 1 september 2010.

Lagen gäller hantering, överföring och import av brandfarliga och explosiva varor samt sådana förberedande åtgärder som behövs med hänsyn till brand- och explosionsrisken samt konsekvenserna av en brand eller en explosion.

Lagen definierar övergripande vilka skyldigheter som gäller vid ovanstående hantering, hur tillståndshanteringen går till samt formen av tillsynsverksamhet.

De i dessa sammanhang väsentligaste avsnitten i denna lag är aktsamhetskrav utredningskrav, kompetenskrav, föreståndarkrav, byggnads-, anläggnings-, och samordningsansvar, förvarings- och förpackningskrav samt godkännandekrav.

4.2.2 Förordning om brandfarliga och explosiva varor (SFS 2010:1075)

Denna förordning informerar om att det är ”Myndigheten för samhällsskydd och beredskap” som har bemyndigande att vara tillsynsmyndighet vad det gäller ovanstående lag och hur denna tillsyn skall tillämpas. Den beskriver också hur den som bedriver dessa verksamheter skall agera vad det gäller tillståndsansökan med mera.

4.2.3 Sprängämnesinspektionens föreskrifter om cisterner, gasklockor, bergtrum och rörledningar för brandfarlig gas (SÄIFS 2000:4)

Denna föreskrift beskriver konstruktionskrav för cisterner, gasklockor, bergtrum, rörledningar samt slangledningar. Den beskriver också krav på intilliggande utrustningar, krav på avstånd, krav på märkningar och på kringliggande hantering och skötsel.

4.2.4 Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter om gaser (AFS 1997:7)

Denna föreskrift beskriver tekniska krav på hur anläggningar för gashantering skall utformas, på hur ventilationen skall dimensioneras och utformas. Den beskriver också hur de övriga skyddsaspekterna skall säkerställas, t ex. täthetskontroller, larmsystem, skyltning, 1:a hjälpen mm. Den beskriver också kortfattat metodiken med riskanalys samt indelningen av gaser i kategorier.

4.2.5 Arbeta i explosionsfarlig miljö (AFS 2003:3)

Detta är Arbetsmiljöverkets övergripande dokument över de krav som gäller där någon i arbetet kan utsättas för fara orsakad av explosionsfarlig miljö i byggnader, lokaler, utrustningar eller andra tekniska anordningar och på arbetsplatser i övrigt där explosionsfarlig miljö kan förekomma.

Denna föreskrift ställer krav på riskbedömning och vad den skall innehålla, på förebyggande skyddsåtgärder, på zonklassificering, på explosionskyddsdocument och vad det skall innehålla och på uppföljning av olycksfall och tillbud.

I detta dokument finns också en stor mängd referenser bland annat till europarådets direktiv.

4.2.6 Arbetarskyddsstyrelsens kungörelse med föreskrifter om utrustningar för explosionsfarlig miljö (AFS 1995:5)

Denna kungörelse beskriver föreskrifter som gäller utrustningar och skyddssystem avsedda för användning i explosionsfarlig miljö samt för komponenter som är avsedda att installeras i sådana utrustningar eller skyddssystem.

Den beskriver detaljerat konstruktions- och verifieringskraven för dessa utrustningar samt även kraven på certifiering och produktionsuppföljning.

4.2.7 Svensk standard Explosiv atmosfär – Del 10-1: Klassning av områden med explosiv gasatmosfär (SS-EN 60079-10)

Denna standard utgiven av Svenska Elektriska Kommissionen (SEK) beskriver tillvägagångssättet vid klassificeringen. Den beskriver detaljerat förutsättningarna för klassningen och hur den skall genomföras. Bland annat finns omfattande beskrivningar kring ventilationsberäkningar. Ett antal klassningsexempel finns med som hjälp för förståelsen.

4.2.8 Elektriska utrustningar för explosiv miljö (ELSÄK-FS 1995:6)

Detta är elsäkerhetsverkets föreskrift om elektriska utrustningar för explosionsfarlig miljö. Denna föreskrift beskriver övergripande de kravsättningar som ställs på elektriska utrustningar i explosiv miljö. Kraven gäller konstruktion, underhåll, skötsel samt godkännande och kontrollprocedurer.

Det finns även ett flertal underliggande föreskrifter kopplade till denna.

4.2.9 Räddningsverkets handbok om explosionsfarlig miljö vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor

Denna handbok är inte tvingande utan skall ses som ett stöd vid tillämpning av kraven vid hantering av brandfarliga gaser och vätskor. Det första avsnittet innehåller en kortfattad allmän del. Nästa avsnitt innehåller kommentarer till enskilda paragrafer i föreskrifterna. Det avslutande avsnittet innehåller hänvisningar till direktiv, standarder, författningar mm.

4.2.10 Tillstånd vid hantering av brandfarliga varor

Detta är en kort sammanfattad beskrivning av den praktiska ansökningshanteringen och vad som behöver ingå. Här finns också ett flertal referenser till föreskrifter den tillståndssökande kan vara berörd av.

4.2.11 SEK Handbok 426: utgåva 3

Detta är egentligen SS-EN 60079-10 omarbetad till ett handboksformat med ett antal kompletterande bilagor samt exempel. Syftet med handboken är att underlätta genomförandet av klassificering.

Handboken beskriver tillvägagångssättet vid genomförandet av klassningen. I detta arbete ingår riskanalys, beräkning av zonutbredning, påverkan av ventilation mm. Dokumentationskrav i samband med klassningen är också beskrivna.

4.2.12 Svensk standard Explosiv atmosfär – Icke elektrisk utrustning avsedd för användning i explosiv atmosfär – Del 1: Grundläggande metoder och krav. (*)

Detta är SIS (Svensk Industri Standard) föreskrift om mekaniska utrustningar för explosiv miljö. Denna föreskrift beskriver övergripande de kravsättningar som ställs på mekaniska utrustningar i explosiv miljö. Kraven gäller konstruktion, underhåll, skötsel samt godkännande och kontrollprocedurer.

Det finns även ett flertal underliggande föreskrifter kopplade till denna.

4.2.13 Explosiv atmosfär – Tryckavlastning vid explosion. (*)

Detta är en av SIS föreskrifter om skyddssystem för explosiv miljö. Den beskriver övergripande de kravsättningar som ställs på utrustningar som skall användas för tryckavlastning vid en inträffad explosion. Kraven gäller konstruktion, underhåll, skötsel samt godkännande och kontrollprocedurer.

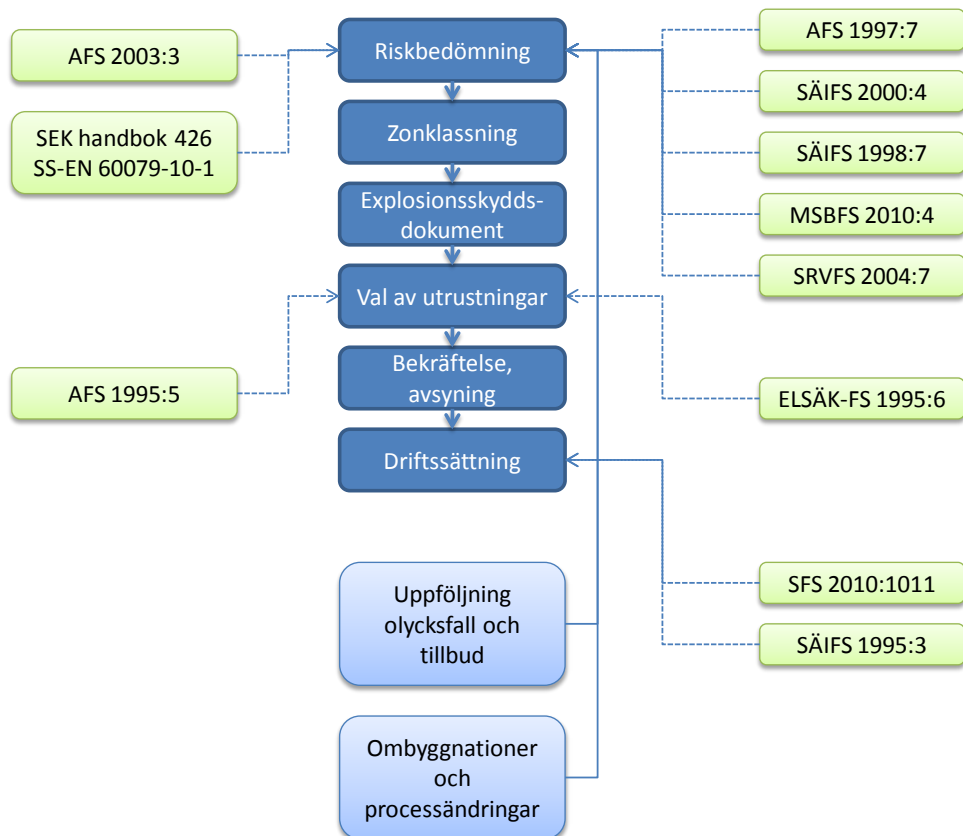
Det finns även ett antal andra standarder för skyddssystem beroende på aktuell skyddsprincip. Dock är denna den som normalt är av intresse för en monteringsfabrik.

4.3 Flödesöversikt vid tillämpning av kraven

Nedanstående figur beskriver det huvudsakliga aktivitetsflödet vid nybyggnation av en anläggning som kan omfattas av dessa regelverk.

Mörkblå rutor är de huvudaktiviteter som gäller fram till driftsättningen. Ljusblå rutor är aktiviteter efter driftsättningen.

De ljusa rutorna till vänster är de övergripande instruktionerna för aktiviteterna och de ljusa rutorna till höger är de detaljerade instruktionerna.



4.4 Tillämpning i monteringsfabrik

4.4.1 Komprimerad gas

Komprimerad gas kommer med största sannolikhet att fyllas på fordonet i samma mediabox som dagens drivmedel fylls på. Dagens mediabox är konstruerad för att uppfylla krav som gäller hantering av diesel samt bensin. Mediaboxen behöver kompletteras så att säkerhetskraven för hantering av aktuell gas också uppfylls.

Tunga gaser respektive lätta gaser kommer att ställa olika krav på anläggningen samt också påverka den aktuella zonklassificeringen.

4.4.2 Kondenserad gas

Kondenserad gas ställer sannolikt andra krav på mediaboxen. Säkerhetssystemen behöver troligtvis hantera både tunga och lätta gaser samt den aktuella vätskan innan den går över till gasform.

På grund av tiden som går åt att fylla på kondenserad gas i fordonets tank första gången är en lösning att i förväg fylla på en viss mängd bränsle i tankarna innan montering i fordonet. Detta innebär kraftigt utökade områden i fabriken som behöver vara zonklassade. Utbredningen samt klassificeringen av detta område beror på var i banflödet dessa tankar monteras, hur stort läckage som skulle kunna ske, var läckagen skulle kunna inträffa samt ventilationsgrad och ventilationstillgänglighet.

5 Elsäkerhet i den framtida monteringsfabriken

5.1 Regler och krav applicerbara på EV/HEV montering

Många av de regler och standarder som finns idag vad det gäller elsäkerhet är uttryckligen ej gällande för EV/HEV. Detta gäller t ex Elsäk-FS 2008:1, Elsäk-FS 2008:2, Elsäk-FS 2007:2.

Söker man efter regler eller standarder som gäller specifikt för säkerheten vid tillverkning av EV/HEV så inser man att det inte finns någon som är direkt skapad för detta område.

Dock finns det en standard som tydligt adresserar att den är tillämpbar vid tillverkning av EV/HEV. Det är en standard som är uppdelad i 2 separata delar, SS-EN 50110-1 samt SS-EN 50110-2. SS-EN 50110-1 är den generella EU standarden medan 50110-2 är den som beskriver de nationella tilläggen vilka inte påverkar EV/HEV tillverkningen.

Följande kapitel fokuserar därför enbart SS-EN 50110-1.

5.2 Tolkning av SS-EN 50110-1 för EV/HEV montering

Den svenska standarden SS-EN 50110-1:2004 är inte primärt skriven för den typ av elanläggningar som EV/HEV är. Dock så är den gällande även för dessa typer av elanläggningar så länge det inte finns särskilda regler eller metoder skrivna för dem. Det står också att denna standards grundprinciper bör användas för elfordon (EV/HEV).

Att standarden inte är primärt skriven för EV/HEV gör att det krävs en viss omarbeting av den när den skall tillämpas vid nytillverkning och montering av EV/HEV.

Nedanstående är SP:s syn på hur standarden SS-EN 50110-1 bör tillämpas vid nytillverkning av EV/HEV fordon i en monteringsfabrik i Sverige. Detta gäller hela kedjan från godsmottagningen fram till utleverans av de färdigbyggda fordonen.

Notera att standarden egentligen består av 2 delar EN 50110-1 samt 50110-2. Den första delen innehåller minimikrav som gäller för alla CENELEC-länder och den andra delen innehåller nationella tillägg till minimikraven.

Denna standard är primärt riktad mot klassiska elanläggningar såsom ställverk, distributionsanläggningar i hus eller tillfälliga distributionsanläggningar vid byggarbetsplatser. Det finns en långt gången tradition när det gäller roller och ansvarsfördelning vid uppbyggnad, service och reparation av dessa anläggningar. Även konstruktionen av dessa anläggningar har en lång tradition.

Vid tillämpningen av denna standard på montering av EV/HEV så krävs omtolkningar från den klassiska elanläggningens värld inom ett antal nyckelområden.

Avgränsning av elanläggningen

Avgränsningarna vid den klassiska elanläggningen är i allmänhet mycket tydliga. Det kan t ex vara en transformatorstation som är avgränsad via sina ytterväggar och låsta dörr.

Avgränsningen för elanläggningen i en EV/HEV är av helt annan art och inte lika tydlig för den oinvidde. I kapitel 4 finns avgränsningen beskriven i kapitlet ”omfattning” med följande definition ”Avgränsningen av en elektrisk anläggning för ett EV/HEV fordon är de kåpor och övriga skyddshöljen som hindrar att en lekman kan få en elektrisk skada.”

Spänningsnivå

SS-EN 50110 täcker både klenspänning (50V växelström eller 120V likström, lågspänning (max 1000V växelström eller 1500V likström) och högspänning (över 1000V växelström eller över 1500V likström).

De tillägg till SS-EN 50110-1 som är beskrivna i kapitel 4 gäller enbart EV/HEV med lågspänning, alltså max 1000V växelström eller 1500V likström. Om EV/HEV kommer att ha högre spänningar så måste kompletteringar göras.

Roller och ansvar

En väsentlig del av innehållet i denna standard handlar om roller och ansvar. Det är inte helt enkelt att översätta dessa roller till en montering av EV/HEV.

Eldriftansvarig

Definition: person som har fått arbetsuppgiften att direkt ansvara för den elektriska anläggningens skötsel.

Översätter man definitionen av elektrisk anläggning till EV/HEV under montering så bör rimligen det aktuella fordonet betraktas som en elektrisk anläggning så snart batteriet eller högspänningsgeneratoren har monterats på. Det känns orimligt att varje EV/HEV som befinner sig på monteringsbanan eller efter denna inför utleverans skulle få en egen eldriftansvarig under hela tiden som den finns inom tillverkningsprocessen.

Eldriftansvarig ansvarar övergripande för tillträdesregler till platser där det finns elektriska riskkällor samt för hur tillträdet kontrolleras. I standarden så är eldriftansvarig dessutom operativt inblandad i flera aktiviteter. Exempelvis är det eldriftansvarig som skall lämna tillstånd till att arbete får utföras. I ett produktionssystem för EV/HEV är detta inte praktiskt genomförbart.

Min slutsats är att rollen eldriftansvarig ej är möjlig att översätta till montering av EV/HEV. Arbetsuppgifterna måste delas av flera olika roller inom fabriksorganisationen.

Elarbetsansvarig

Definition: Person som har fått arbetsuppgiften att direkt ansvara för ett arbetes genomförande (detta gäller också skyddsåtgärder för berört arbete).

I en produktionsorganisation är det i allmänhet montör eller justeringspersonal som kommer att genomföra själva arbetsuppgiften. Därför är det lämpligt att produktionsledaren för denna person innehar rollen som elarbetsansvarig.

Fackkunnig person

Definition: Person som har lämplig utbildning, kunskap, och erfarenhet för att kunna analysera risker och undvika riskkällor som elektricitet kan medföra.

Denna roll behöver ej översättas. De som berörs av denna rolldefinition är t ex vissa montörer på banan, viss justeringspersonal mm.

Instruerad person

Definition: Person som har instruerats tillräckligt av fackkunnig person för att undvika faror som elektricitet kan medföra.

Denna roll behöver ej översättas. De som berörs av denna rolldefinition är t ex vissa montörer på banan, viss justeringspersonal mm.

Lekman

Definition: Person som inte är fackkunnig eller instruerad.

Denna roll behöver ej översättas. De som berörs av denna rolldefinition är alla övriga som befinner sig i närheten. Detta är t ex övrig produktionspersonal, övriga chefer, besökare mm.

5.3 Rekommenderade tillägg till SS-EN 50110-1:2004 för EV/HEV montering

Inledning

Detta kapitel är SP:s syn på standarden SS-EN 50110-1:2004 anpassad till en tänkt montering av EV/HEV i en fordonsfabrik i Sverige.

Tolkningstexten är inte en heltäckande text utan måste läsas tillsammans med den kompletta SS-EN 50110-1 utgåva 2 (EN 50110-1:2004) samt även med de nationella tilläggen SS-EN 50110-2, utg 1:1997/C1:2001 (EN 50110-2:1996/C1:2001).

Tillägg till texterna i standardens olika kapitel har gjorts där det har bedömts finnas ett behov och korta kommentarer har gjorts om aktuell text är tillämpbar eller inte tillämpbar.

Tillägg till standard SS-EN 50110-1

Kapitel 1: Omfattning

Standarden gäller all skötsel av och allt arbete på eller nära elektriska anläggningar med spänningsnivåer från och med klenspanning till och med högspänning.

En elektrisk anläggning är en anordning som är konstruerad för att generera, överföra, omvandla, distribuera och nyttja elektrisk energi. Anläggningarna kan vara både stationära och mobila. Exempel på mobila är eldrivna grävmaskiner.

Avgränsningen av en elektrisk anläggning för ett EV/HEV fordon är de kåpor och övriga skyddshöljen som hindrar att en lekman kan få en elektrisk skada. Dessa kåpor och skyddshöljen skall vara tydligt uppmärkta angående elfaran eller så fastsatta att de ej går att lossa med normalt tillgängliga verktyg.

Standarden är tillämpbar för alla slag av elarbeten och på andra arbeten där elfara kan vara för handen.

Standarden gäller inte för lekmän som använder anläggningar och utrustningar, om dessa uppfyller fordringarna i tillämpliga standarder och är konstruerade och installerade för att användas av lekmän.

Standarden är inte utarbetad speciellt för att tillämpas på EV och HEV. Dock gäller att om det inte finns särskilda regler utarbetade för dessa anläggningar bör grundprinciperna i denna standard tillämpas.

Kapitel 2: Normativa hänvisningar

I förteckningen över nödvändiga standarder vid tillämpningen av denna standard är för EV/HEV följande standarder viktigast:

| | | |
|---------------|------|--|
| EN 50191 | 2000 | Uppställning och skötsel av elektrisk provningsutrustning |
| IEC 60050-151 | 2001 | International Electrotechnical Vocabulary Chapter 151: Electrical and magnetic devices |
| IEC 60050-601 | 1985 | Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity-General |

Kapitel 3: Definitioner

Kapitel 3.1 Allmänt

Elektrisk anläggning

Anläggning med elektrisk utrustning för generering, överföring, omvandling, distribution och nyttjande av elektrisk energi.

Avgränsningen av en elektrisk anläggning för ett EV/HEV fordon är de kåpor och övriga skyddshöljen som hindrar att en lekman kan få en elektrisk skada. Dessa kåpor och skyddshöljen skall vara tydligt uppmärkta angående elfaran eller så fastsatta att de ej går att lossa med normalt tillgängliga verktyg.

Skötsel

All verksamhet inklusive arbete som behövs för att den elektriska anläggningen skall fungera. Detta innefattar kopplingsarbete, styrning, övervakning och underhåll liksom både elektriskt och icke-elektriskt arbete. Tillverkning av EV/HEV ingår rimligtvis i detta begrepp.

Risk

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

Elektrisk riskkälla

Anledning till att en personskada eller ohälsa orsakad av elektrisk energi i en elektrisk anläggning kan inträffa.

Elektrisk fara

Risk för en kroppsskada orsakad av en elektrisk anläggning.

Elektrisk skada, elskada

Dödsfall eller personskada på grund av elchock, elektrisk brännskada, ljusbåge, eller av brand eller explosion som initierats av elektrisk energi som uppkommit vid skötsel av en elektrisk anläggning.

Elfordon (Electric Vehicle) (EV)

Fordon som framdrives enbart med hjälp av elektricitet

Elhybridfordon (Hybrid Electrical Vehicle) (HEV)

Fordon som framdrives av elmotor i någon form av kombination med förbränningsmotor.

Kapitel 3.2 Personal, organisation och kommunikation**Elarbetsansvarig**

Person som har fått arbetsuppgiften att direkt ansvara för ett arbetes genomförande (inklusive skyddsåtgärder).

Eldriftsansvarig

Person som har fått arbetsuppgiften att direkt ansvara för den elektriska anläggningens skötsel.

Fackkunnig person

Person som har lämplig utbildning, kunskap och erfarenhet för att analysera risker och undvika riskkällor som elektricitet kan medföra.

Instruerad person

Person som har instruerats tillräckligt av fackkunnig person för att kunna undvika faror som elektricitet kan medföra.

Lekman

Person som inte är fackkunnig eller instruerad.

Anmälan

Meddelande eller anvisning som är muntlig eller skriftlig och förknippad med skötseln av en elektrisk anläggning.

Kapitel 3.3 Arbetsområde**Arbetsplats**

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

Riskområde

Avgränsningen av riskområdet för ett EV/HEV fordon är de kåpor och övriga skyddshöljen som hindrar att en lekman kan få en elektrisk skada.

Närområde

Ej applicerbar för tillverkning av EV/HEV

Kapitel 3.4 Arbete**Arbete**

Varje form av elektriskt eller icke elektriskt arbete där det kan finnas en elektrisk riskkälla.

Elektriskt arbete

Arbete på eller nära en elektrisk anläggning, såsom provning, mätning, reparation, utbyte, ändring, utvidgning, uppförande, underhåll och besiktning.

Icke-elektriskt arbete

Arbete i närheten av en elektrisk anläggning, såsom byggnadsarbete, grävarbete, rengöring, målning

Arbete med spänning

Arbetsmetod vid vilken en arbetare medvetet kommer i kontakt med spänningsförande delar eller kommer inom riskområdet med kroppsdel eller med verktyg, utrustning eller anordning.

Arbete nära spänning

Arbetsmetod vid vilken en arbetare kommer in i närområdet utan att nå med kroppsdel eller med verktyg eller något annat föremål. För en EV/HEV förutsätter detta att de skyddande höljena är demonterade för att detta fall skall kunna inträffa.

Frånskilja

Helt avskilja en anordning eller krets från andra anordningen eller kretsar genom att skapa en fysisk separation som kan stå emot förutsägbara spänningsskillnader mellan anordningen eller krets och andra kretsar.

Spänningslös

Med spänning lika med eller nära noll, dvs utan spänning och/eller uppladdning.

Arbete utan spänning

Arbetsmetod på elektrisk anläggning som varken är spänningsförande eller uppladdad och som utförs efter det att alla åtgärder vidtagits för att förebygga elektrisk fasa.

Kapitel 3.5 Skyddsanordningar**Avskärmning**

Isolerad eller isolerande anordning, som används för att förhindra närmande till utrustning eller del av elektrisk anläggning där det finns en elektrisk fara.

Skärm

Del som ger skydd mot direkt beröring från alla håll varifrån tillträde normalt sker.

Isolerande hölje

Ett styvt eller flexibelt hölje av isolermaterial som används för att täcka spänningsförande delar, spänningslösa delar för att förhindra oavsiktlig beröring.

Kapsling

Del som skyddar utrustning mot viss yttre påverkan och mot direkt beröring från alla håll.

Kapitel 3.6 Nominella spänningar

Lågspänning (LV)

Spänning som normalt inte överstiger 1000 V vs eller 1500 V ls.

Kapitel 4: Allmänna grundregler

Kapitel 4.1 Säker skötsel

Lämpligtvis genomförs i förväg riskanalys med avseende på elrisker på varje gruppering av arbetsmoment som kan förutses innan serieproduktion av EV/HEV. Riskanalyserna ligger sedan till grund för instruktioner för dessa arbetsmoment. Om ett helt nytt arbetsmoment skall införas så måste riskanalys genomföras innan arbetet tillåts påbörjas.

Kapitel 4.2 Personal

När ett arbete fordrar 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.

För en EV/HEV bör följande kriterier användas:

- Kunskap om elektricitet
- Erfarenhet av elarbete
- Kännedom om den aktuella EV/HEV på vilken arbete skall utföras och praktisk erfarenhet av det aktuella arbetet
- 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

Innan ett arbete påbörjas skall dess svårighetsgrad fastställas så att lämpligt val av fackkunnig person, instruerad person eller lekman görs för arbetet. Detta skall framgå av skrivna instruktioner.

Kapitel 4.3 Organisation

Eldriftansvarig

För varje elektrisk anläggning skall det finnas en ansvarig person, nämligen den eldriftansvarige.

Dock går denna roll inte att applicera rakt av när det gäller tillverkning av EV/HEV. Lämpligtvis är det platschefen för tillverkningsanläggningen som övergripande har denna roll och som via delegeringsdokument delegerar vissa av arbetsuppgifterna. Tillträde till alla platser där det finns elektriska riskkällor som lekmän kan utsättas för skall vara reglerat. Den eldriftansvarige skall svara för detta och för hur tillträdet kontrolleras.

Elarbetsansvarig

För varje arbete skall det finnas en utsedd ansvarig person, nämligen den elarbetsansvarige.

Eftersom elarbetsansvarig är direkt ansvarig för arbetets genomförande så är det lämpligt att arbetsledaren för fackkunnig person samt för instruerad person har denna roll.

Vid tillverkning av EV/HEV på en större tillverkningsanläggning kommer det att finnas flera elarbetsansvariga verksamma samtidigt på olika monterings- och justeringsavsnitt.

Genomförande av arbete

Det skall finnas skrivna instruktioner som beskriver vilka åtgärder som fordras för att arbetet skall kunna genomföras samt en beskrivning av arbetet för alla arbeten inom den elektriska anläggningen (innanför skyddskåpor och andra skyddshöljen). Den elarbetsansvarige (arbetsledaren) ansvarar för att dessa finns.

Den som av säkerhetsskäl vill invända mot att utföra en order eller ett arbete skall ha möjlighet att omedelbart meddela detta till den elarbetsansvarige. Denne skall undersöka saken och vid behov rådfråga en högre chef innan ett beslut fattas.

Kapitel 4.4 Kommunikation (överföring av information)

Tillverkningen av EV/HEV i en modern fordonsfabrik ställer mycket stora krav på, ur ett elsäkerhetsperspektiv, en helt entydig kommunikation.

Fastställda skriftliga instruktioner som beskriver hur den elsäkerhetskritiska informationen skall kommuniceras skall finnas tillgänglig och tillämpas utan några undantag.

Kapitel 4.5 Arbetsplats

Arbetsplatser för EV/HEV justerings- och kontrollarbete skall vara entydigt fastställda och markerade. Det skall finnas tillräckligt utrymme för arbetet, ändamålsenlig tillträdesväg och tillräcklig belysning. Där så behövs skall tillträdesvägen vara tydligt markerad. Regler kring tillträde till dessa arbetsplatser samt varningsmarkeringar skall vara fastställda.

Kapitel 4.6 Verktyg, utrustningar och anordningar

Verktyg, utrustningar och anordningar skall uppfylla fordringarna i tillämpliga europeiska, nationella eller internationella standarder där sådana finns.

Verktyg aktuella för EV/HEV:

- isolerade och isolerande verktyg
- lås anslag och skyltar
- spänningsprovare och spänningsindikeringssystem
- utrustning för kortslutning
- avskärmningar

Kapitel 4.6 Ritningar och dokument

Ritningar och dokument som gäller den elektriska anläggningen skall finnas tillgängliga och hållas aktuella.

Vid tillverkning av EV/HEV skall det finnas nödvändiga byggspecifikationer och övriga instruktioner tillgängliga vid arbetsplatsen i den omfattning som behövs för att arbetet skall kunna genomföras säkert.

Kapitel 4.8 Skyltar

Då arbete utförs eller skötselåtgärder vidtas skall vid behov lämpliga skyltar sättas upp för att rikta uppmärksamheten på förekommande riskkällor. Skyltarna skall vara utförda i överensstämmelse med tillämpliga europeiska, nationella eller internationella standarder där sådana finns.

Kapitel 5: Normala skötselåtgärder

Kapitel 5.1 Allmänt

Det skall finnas fastställda rutiner kring skötsel och eventuell kalibrering av verktyg och utrustning. Arbetsledaren ansvarar för att verktyg och utrustningar finns, sköts och kalibreras enligt dessa rutiner.

Kapitel 5.2 Kopplingar

Kopplingar är ämnade att förändra en anläggnings elektriska kopplingsläge.

Det finns två typer av kopplingar:

- Driftmässiga till- och frånkopplingar av anläggningar, samt start och stopp av utrustningar med anordningar konstruerade så, att de inte innebär någon fara om de används på avsett sätt.
- Från- och tillkoppling av anläggning för arbete.

De aktuella kopplingarna för EV/HEV behöver klassificeras i någon av dessa typer och säkerhetsmässigt bedömas.

Från- och tillkoppling i samband med arbete utan spänning skall utföras av fackkunnig eller instruerad person enligt avsnitt 4.6.2.

Kapitel 5.2.3 är ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Kapitel 5.2.4 är ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Kapitel 5.2.5 är ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Kapitel 5.3 Funktionskontroll

Mätning

Kapitel 5.3.1.1:

För EV/HEV gäller detta alla typer av mätningar innanför avgränsningarna enligt definition av elektrisk anläggning (se kapitel 4.3.1).

Kapitel 5.3.1.2:

Tillämpbar fullt ut för EV/HEV.

Kapitel 5.3.1.3:

Tillämpbar fullt ut för EV/HEV.

Kapitel 5.3.1.4:

Tillämpbar fullt ut för EV/HEV.

Provning

Kapitel 5.3.2.1:

Tillämpbar fullt ut för EV/HEV.

Kapitel 5.3.2.2:

Tillämpbar fullt ut för EV/HEV.

Kapitel 5.3.2.3:

Ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Kapitel 5.3.2.4:

Ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Kapitel 5.3.2.5:

Kan i vissa fall vara tillämpbart för EV/HEV.

Besiktning

Ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Kapitel 6: Arbetsmetoder

Kapitel 6.1 Allmänt

Varje arbete skall vara planerat innan det påbörjas. Detta innebär att detaljerade instruktioner skall finnas tillgängliga för de arbetare som skall arbeta med den elektriska anläggningen (se definition av elektrisk anläggning).

Skriftliga instruktioner skall finnas tillgängliga som beskriver förfarandet kring uppstartning av arbete.

Inget arbete får påbörjas på EV/HEV innan alla förberedelser enligt de skriftliga instruktionerna är avslutade.

Det finns tre olika arbetsmetoder: arbete utan spänning, arbete med spänning och arbete nära spänning. Alla tre metoderna förutsätter att skyddsåtgärder vidtas mot elchock och effekterna av kortslutning och ljusbåge.

Induktion

Ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Väderförhållanden

Ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Kapitel 6.2 Arbete utan spänning

Grundläggande fordringar för att säkerställa att den elektriska anläggningen (se definition kapitel 4.3.1) är spänningslös och säker så länge arbete pågår gäller även för EV/HEV.

Följande fem grundläggande åtgärder vidtas i angiven ordning om det inte föreligger väsentliga skäl att göra på annat sätt:

- Frånskiljning
- Skydd mot tillkoppling
- Spänningslöshetskontroll
- Kortslutning (enbart HEV)
- Skydd mot närbelägna spänningsförande delar (normalt ej applicerbart för EV/HEV)

Frånskiljning

Frånskiljningen skall bestå av ett luftgap eller av likvärdig isolation som skall säkerställa att frånskiljningspunkten inte kan överbryggas elektriskt.

Frånskiljning gäller både batteriet och den elektriska generatoren (HEV). Som alternativ till frånskiljning av generatoren kan kortslutning tillämpas enligt kapitel 4.6.2.4

Skydd mot tillkoppling (blockering)

Det skall finnas fastställda instruktioner som beskriver hur skydd mot tillkoppling säkerställs på EV/HEV. Om det inte finns låsanordning som förhindrar tillkoppling så skall annan likvärdig åtgärd för att blockera vidtas.

Skydd mot tillkoppling är en av de viktigaste säkerhetsåtgärderna vid tillverkning av EV/HEV. Därför rekommenderas att en separat riskanalys ligger till grund för rutinerna kring från- och tillkoppling.

Spänningslöshetskontroll

För EV/HEV skall spänningslöshetskontroll utföras allpoligt. Bärbar utrustning skall kontrolleras omedelbart före användning och om möjligt efter användning.

Delar som fortfarande är spänningsförande efter frångiljningen, t ex kondensatorer och kablar, skall urladdas med lämplig anordning före spänningslöshetskontrollen.

Jordning och kortslutning

Allmänt

EV/HEV är konstruerade som elektriskt helt frångiljda från jord. Jordning av en av ledarna ger inte något ökat skydd mot elskada utan innebär tvärtom en ökad risk för elskada. Därför skall ej denna anläggning jordas!

Fordringar gällande anläggningar för klenspänning (ELV) och lågspänning (LV)

Kortslutning skall göras när det finns risk för att anläggningen kan bli strömförande pga en reservkraftgenerator. Detta är fallet med hybridfordon (HEV).

Kapitel 6.2.4.3:

Ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Skydd mot närbelägna spänningsförande delar

Tillämpbar fullt ut för EV/HEV.

Tillstånd att påbörja arbetet

För tillverkning av EV/HEV kan som alternativ gälla att skriftliga instruktioner skall finnas tillgängliga som beskriver förfarandet kring uppstartning av arbete. Inget arbete får påbörjas på EV/HEV innan alla förberedelser enligt de skriftliga instruktionerna är avslutade.

Tillkoppling efter arbete

Tillämpbar för EV/HEV till stora delar.

Det skall finnas fastställda instruktioner som beskriver hur tillkoppling efter arbete genomförs på EV/HEV.

Skydd mot tillkoppling är en av de viktigaste säkerhetsåtgärderna vid tillverkning av EV/HEV. Detta innebär att även rutinerna för hur den korrekta tillkopplingen skall genomföras är mycket viktiga. Därför rekommenderas att en separat riskanalys ligger till grund för rutinerna kring från- och tillkoppling.

Kapitel 6.3 Arbete med spänning

Tillämpbar för EV/HEV. Exempelvis vid spänningslöshetskontroll samt vid vissa mätningar vid felsökning.

Allmänt

Kapitel 6.3.1.1:

Tillämpbar för EV/HEV till stora delar.

Kapitel 6.3.1.2:

Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 6.3.1.3:

Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 6.3.1.4:
Tillämpbar för EV/HEV.

Utbildning och kvalifikationer
Tillämpbar för EV/HEV.

Upprätthållande av kompetens
Tillämpbar för EV/HEV.

Metoder
Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 6.3.4.1:
Ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Kapitel 6.3.4.2 Isolerhandskmetoden:
Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 6.3.4.3:
Ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Instruktioner för arbetet
Beroende på arbetets art och omfattning skall instruktionerna för arbetet innehålla förhållningsregler för hur arbetet enligt avsnitt 6.3.4 skall utföras. De skall ange förhållningssättet för arbetet med hänsyn såväl till förberedelser som till de särskilda verktyg och utrustningar som skall användas.

Verktyg, utrustning och anordningar
Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 6.3.7 Miljöförhållanden:
Ej tillämpbar för tillverkning av EV/HEV.

Arbetets organisation

Förberedelser för arbetet
Vid tillverkning av EV/HEV definieras lämpligen arbetsmetoderna i monteringsinstruktioner som prövas på förhand under de olika förseriebyggnationerna vad det gäller alla aspekter i 6.3.8.1.

Åtgärder som skall utföras av den eldriftsansvarige

Vid tillverkning av EV/HEV är lämpligtvis detta uppdrag tydligt delegerat till ansvariga personer att genomföra. Förberedelsen för en EV/HEV innebär lämpligtvis att säkringsbrytare bortkopplas, åtgärd genomförs att förhindra oavsiktlig inkoppling av säkerhetsbrytare, spänningslöshet kontrolleras, samt för HEV fränkopplas generatoren eller kortsluts generatorns utgångsanslutningar och slutligen uppmärkning av EV/HEV fordonet med skylt som är signerad av utförande ansvarig person.

Åtgärder som skall utföras av den elarbetsansvarige

Vid tillverkning av EV/HEV är det lämpligt att arbetsledaren för den som skall utföra ett arbete innanför avgränsningen av den elektriska anläggningen (se definitioner kapitel 4.3.1) har rollen som elarbetsansvarig.

Den elarbetsansvarige skall säkerställa att det finns instruktioner för alla aktuella arbetsuppgifter innanför avgränsningen av den elektriska anläggningen.

Instruktionerna skall innehålla information om hur arbetet skall genomföras på ett ur elsäkerhetsmässigt säkert sätt. Om arbetsuppgift avviker från instruktioner skall den elarbetsansvarige fastställa säkerhetsåtgärdernas omfattning.

Särskilda fordringar gällande klenspänningsanläggning

Ej aktuellt

Särskilda fordringar gällande lågspänningsanläggningar

Tillämpbar för EV/HEV.

Särskilda fordringar gällande högspänningsanläggningar

Ej aktuellt

Särskilda arbeten med spänning

Ej aktuellt

Kapitel 6.4 Arbeta nära spänning

Ej aktuellt

Kapitel 7: Underhåll

Kapitel 7.1 Allmänt

Kapitel 7.1.1:

Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 7.1.2:

Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 7.1.3:

Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 7.2 Personal

Kapitel 7.2.1:

Ej aktuell

Kapitel 7.2.2:

Definition av berörd anläggningsdel:

När det gäller arbete på EV/HEV så är det hela systemet innanför avgränsningarna som betraktas som berörd elektrisk anläggning (se definitioner kapitel 4.3.1).

Ansvarig för underhållsarbetet:

Organisationsplan samt instruktioner skall definiera vilka personer som är utsedda att ansvara för dessa underhållsarbeten. Normalt bör det vara arbetsledarna för de berörda juster- och reparationsavdelningarna som får detta ansvar.

Kapitel 7.2.3:
Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 7.2.4:
Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 7.3 Reparationsarbete

Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 7.3.1:
Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 7.3.2:
Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 7.3.3:
Tillämpbar för EV/HEV.

Kapitel 7.4 Utbyten

Byte av säkringar

Tillämpbar för EV/HEV.

Byte av lampor och tillbehör

Tillämpbar för EV/HEV.

Tillfälligt avbrott i underhållsarbetet

Vid tillverkning av EV/HEV skall den elarbetsansvarige säkerställa detta genom uppmärkning av fordonet under hela tiden från det fordonet är klargjort för underhållsarbete fram till dess fordonet är återställt enligt kraven i kapitel 7.6.

Avslutning av underhållsarbetet

Vid tillverkning av EV/HEV skall den som ansvarat för underhållsarbetet återställa fordonet enligt instruktion beskriven i kapitel 4.6.2.7 Tillkoppling efter arbete.

5.3.1 Applicering av SS-EN 50110-1 på en tänkt montering av EV/HEV

Utgår man från syftet och andemeningen med SS-EN 50110-1 så kan man tydligt identifiera ett antal kärnområden vad det gäller elsäkerhet vid hantering av elektriska anläggningar. Utifrån dessa kärnområden är det inte heller så komplicerat att applicera dem på de ytterst speciella elektriska anläggningar som EV/HEV är.

Nedanstående visar kraven applicerade på en generell monteringsprocess.

Säkerställa att batteri är frånskiljt och skyddat mot tillkoppling vid transport till fabriken.

| | |
|-------------|--|
| Ansvarig: | Chef inom egna organisationen inom produktionsplatsen (lämpligtvis inom logistik eller inköp) |
| Aktivitet: | Ansvara för och säkerställa att underleverantören frånskiljer batteriet samt skyddar det mot tillkoppling innan transport påbörjas så att det är säkert att ta emot vid godsmottagningen. |
| Utbildning: | Denna person skall ha grundutbildning i elsäkerhet. |
| Utrustning: | N/A |
| Kommentar: | Det går ej att ålägga underleverantören hela ansvaret. Det måste alltid finnas någon ansvarig inom egna organisationen för alla kravsättningar gentemot underleverantören inklusive uppföljning. Är detta inte delegerat så blir fabrikschefen ansvarig. |

Säkerställa att batteri är frånskiljt och skyddat mot tillkoppling innan det släpps in på monteringsbanan

| | |
|-------------|--|
| Ansvarig: | Närmaste chef till utförande person |
| Aktivitet: | Kontrollera frånskiljning och skydd mot tillkoppling, genomför spänningslöshetskontroll och kvittera genom att märka upp batteriet att detta är spänningslöst och säkert. |
| Utbildning: | Person som utför detta skall ha fullgod utbildning i elsäkerhet och produktkunskap. |
| Utrustning: | Spänningsprovare och personligt skydd enligt standard. |
| Kommentar: | Fram till dess spänningslöshet är kontrollerad så är batteriet att betrakta som potentiellt mycket farligt. Denna arbetsuppgift är därför mycket väsentlig för säkerheten under hela monteringsprocessen fram till dess batteriet kopplas in. Arbetet som sådant är av sådan art att det riskerar att vara arbete under spänning vilket gör att det ur säkerhetsperspektiv bör likställas med arbete under spänning. |

Montering av ej elsäkerhetsrelaterade detaljer

| | |
|-------------|--|
| Ansvarig: | Närmaste chef till utförande person |
| Aktivitet: | Blandad montering t ex kabeldragningar, konsoler, plastdetaljer, diverse fastsättningar. |
| Utbildning: | Utförande person kan vara ”lekman” ur elsäkerhetsperspektiv. |
| Utrustning: | N/A |
| Kommentar: | Detta gäller de monteringar som rimligtvis inte kan leda till elrelaterade risker om monteringarna blir felaktigt utförda. Det är lämpligt att genomföra riskanalyser för att avgöra om vissa arbetsmoment skall betraktas som elsäkerhetsrelaterade eller ej. |

Montering av elsäkerhetsrelaterade detaljer

| | |
|------------|---|
| Ansvarig: | Närmaste chef till utförande person |
| Aktivitet: | Montering av elsäkerhetskritisk art. Detta är alltså alla monteringar som om de görs fel kan leda till elektrisk riskkälla. Riskanalys skall ligga till grund för att fastställa dessa monteringar. |

- Utbildning: Person som utför detta skall ha fullgod utbildning i elsäkerhet och produktkunskap.
- Utrustning: Inga krav ur elsäkerhetsperspektiv.
- Kommentar: Det är väsentligt att de som utför dessa arbeten är väl medvetna om riskerna som kan uppstå om arbetet blir felaktigt utfört. Den medvetenheten måste skapas via utbildning. Fasta rutiner och instruktioner måste finnas som beskriver dessa arbeten.

Tillkoppling efter montering är avslutad

- Ansvarig: Närmaste chef till utförande person
- Aktivitet: Kontrollera att monteringsarbetet är slutfört och att inga otillåtna avvikelser finns på EV/HEV. Ta bort märkning angående elektrisk status på fordonet eller batteriet. Kontrollera att eventuell kortslutning av HEV elgeneratorn är borttagen. Återställ säkerhetsbrytaren så att batteriet är aktiverat. Dokumentera enligt ordinarie rutiner.
- Utbildning: Person som utför detta skall ha fullgod utbildning i elsäkerhet och produktkunskap.
- Utrustning: Markeringsskyltar.
- Kommentar: Fasta rutiner och instruktioner måste finnas som beskriver tillvägagångssätt vid aktivering av EV/HEV fordonet.

Säkerställa att batteri är fränskiljt och skyddat mot tillkoppling innan justering/felsökning startas

- Ansvarig: Närmaste chef till utförande person
- Aktivitet: Fränskilj batteri och skydda mot tillkoppling, fränskilj eller kortslut elgenerator om det är HEV, genomför spänningslöshetskontroll, märk upp fordonet, kvittera till arbetsledaren (elarbetsansvarig) för den person som skall utföra justeringen/felsökningen att bilen är spänningslös och säker.
- Utbildning: Person som utför detta skall ha fullgod utbildning i elsäkerhet och produktkunskap.
- Utrustning: Spänningsprovare och personligt skydd enligt standard.
- Kommentar: Detta gäller för inför allt arbete som skall utföras inom avgränsningarna som är definierade i kapitel 4.1 Omfattning. Fram till dess spänningslöshet är kontrollerad så är fordonet att betrakta som potentiellt farligt om man kommer innanför avgränsningen för elanläggningen (se definitionen av elanläggning kapitel 4.1). Denna arbetsuppgift är därför mycket väsentlig för säkerheten under hela monteringsprocessen fram till dess batteriet kopplas in. Arbetet som sådant är av sådan art att det riskerar att vara arbete under spänning vilket gör att det ur säkerhetsperspektiv bör likställas med arbete under spänning.

Justering/reparation av ej elsäkerhetsrelaterade detaljer

- Ansvarig: Närmaste chef till utförande person
- Aktivitet: Erhåll tillstånd från arbetsledaren (elarbetsansvarig) att påbörja felsökning/reparation av ej elrelaterade fel inom riskområdet.
- Utbildning: Utförande person skall ha grundutbildning i elsäkerhet.

Utrustning: Inga krav ur elsäkerhetsperspektiv.
 Kommentar: Fasta rutiner och instruktioner måste finnas som beskriver tillvägagångssätt när detta monteringsarbete är avslutat och EV/HEV fordonet är klart att återställas och aktiveras enligt punkt nedan.

Justering/reparation av elsäkerhetsrelaterade detaljer

Ansvarig: Närmaste chef till utförande person
 Aktivitet: Erhåll tillstånd från arbetsledaren (elarbetsansvarig) att påbörja felsökning/reparation av elrelaterade fel inom riskområdet. Detta kan vara byte av elkomponenter, justering av kablage, mm.
 Utbildning: Person som utför detta skall ha fullgod utbildning i elsäkerhet och produktkunskap.
 Utrustning: Om arbete under spänning skall genomföras: spänningsprovare och personligt skydd enligt standard.
 Kommentar: Fasta rutiner och instruktioner måste finnas som beskriver tillvägagångssätt när detta monteringsarbete är avslutat och EV/HEV fordonet är klart att återställas och aktiveras enligt punkt nedan.

Tillkoppling efter justering/reparation är avslutad

Ansvarig: Närmaste chef till utförande person
 Aktivitet: Kontrollera att justerings- eller reparationsarbetet är slutfört och att inga otillåtna avvikelser finns på EV/HEV. Ta bort märkning angående elektrisk status på fordonet eller batteriet. Frånkoppla kortslutningen av HEV elgeneratorn. Återställ säkerhetsbrytaren så att batteriet är aktiverat. Dokumentera enligt ordinarie rutiner.
 Utbildning: Person som utför detta skall ha fullgod utbildning i elsäkerhet och produktkunskap.
 Utrustning: Inga krav ur elsäkerhetsperspektiv.
 Kommentar: Fasta rutiner och instruktioner måste finnas som beskriver tillvägagångssätt vid återställning av EV/HEV fordonet.

5.4 Checklista

Denna checklista kan användas som hjälp vid revision och genomgång av den egna produktionsprocessen. Utförligare beskrivningar återfinns i kapitel 5.

| Rubrik (refererar till beskrivningar i kapitel 5) | Chef | Utförare | Risikanalys | Instruktion | Utbildning fastställd | Repetitions utbildning finns | Genomförd utbildning dokumenterad | Verktyg | Personligt skydd | Skyltar mm finns |
|--|------|----------|-------------|-------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------|------------------|------------------|
| 5.1 Säkerställa att batteri är frånskiljt och skyddat mot tillkoppling vid transport till fabriken. | X | X | X | X | X | X | X | - | - | - |
| 5.2 Säkerställa att batteri är frånskiljt, spänningslöst och skyddat mot tillkoppling innan det släpps in på monteringsbanan | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 5.3 Montering av ej elsäkerhetsrelaterade detaljer | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5.4 Montering av elsäkerhetsrelaterade detaljer | X | X | X | X | X | X | X | - | - | - |
| 5.5 Tillkoppling efter montering är avslutad | X | X | X | X | X | X | X | - | - | X |
| 5.6 Säkerställa att batteri är frånskiljt, spänningslöst och skyddat mot tillkoppling innan justering/felsökning påbörjas | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 5.7 Justering/reparation av ej elsäkerhetsrelaterade detaljer | X | X | X | X | X | X | X | - | - | - |
| 5.8 Justering/reparation av elsäkerhetsrelaterade detaljer | X | X | X | X | X | X | X | X | X | - |
| 5.9 Tillkoppling efter justering/reparation är avslutad | X | X | X | X | X | X | X | - | - | X |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

5.5 Krav på kontaktorer som del i elsäkerhetssystem

De första serieproducerade elfordonen, exempelvis Toyota Prius, var försedda med en extra mekanisk brytare som fysiskt demonteras från bilen så fort något arbete skall genomföras på den elektriska anläggningen. Syftet med denna brytare är helt och hållet att vara en säkerhetsbrytare för att säkerställa frånskiljning.

Kravet på frånskiljning enligt SS-EN 50110-1 utgåva 2 är följande:

”Helt avskilja en anordning eller krets från andra anordningen eller kretsar genom att skapa en fysisk separation som kan stå emot förutsägbara spänningsskillnader mellan anordningen eller krets och andra kretsar.”

I syfte att minska kostnader samt vikt på fordonen börjar nu kontaktorer att användas för att säkerställa frånskiljning. Kontaktorerna aktiveras elektriskt via fordonets programvara.

Den allmänna standarden är att använda 2 separata kontaktorer som båda behöver vara aktiverade för att sluta högspänningskretsen.

Kontaktorerna styrs av en BCM (Battery Control Module) som i sin tur är programvarustyrd.

Dessa system skall vara konstruerade så att de uppfyller den kommande uppdateringen av standarden ISO/FDIS 6469-3.

Det är väsentligt att inse att dessa kontaktorer samt den mjukvara som styr dem används som ett säkerhetssystem för att säkerställa att fordonet när det befinner sig på monteringsbanan är spänningsfritt och är säkert att beröra på alla ställen. Det måste finnas en tydlighet i vem inom det egna företaget som ansvarar för att batteriets utgående poler verkligen är spänningsfria när batteriet hanteras på monteringsbanan. Standarden SS-EN 50110-1 är väldigt tydlig med att spänningsfrihet både skall säkerställas samt kontrollmätas. Att blunda för detta ansvar och säga att leverantören genomför och ansvarar för detta är sannolikt ej tillräckligt vid en eventuell juridisk process efter en olycka.

6 De största utmaningarna

Nedan följer några synpunkter kring de största utmaningarna kring säkerheten vid hantering i en typisk framtida monteringsfabrik.

6.1 Komprimerade gaser

Mediaboxen är normalt placerad på monteringsbanan ganska nära slutet på banan. I allmänhet är mediaboxarna konstruerade för säker hantering av bensin. Tunga gaser samt gaser som har en densitet nära densiteten för bensinånga kommer att uppföra sig ungefär som bensinånga. De väsentligaste säkerhetsåtgärderna är att systemmässigt begränsa möjliga utsläppsmängder av läckande gas.

Lätta gaser, det vill säga gaser som är lättare än luft, innebär nya utmaningar. Ett gasmoln som bildas från ett läckage kommer att röra sig uppåt. Gasmolnet kommer att ansamlas under taket och sprida sig i sidled. Det är väsentligt att genomföra en korrekt zonklassificering som inkluderar detta beteende.

En lätt gas som sannolikt kommer att användas är vätgas. Vätgas klassas i explosionsgrupp IIC vilket är den värsta. Vätgas har också ett mycket brett intervall

för explosionsgränserna. Den undre gränsen ligger på 4 volym% och den övre på 77 volym%. Detta gör att vätgas måste bedömas med största försiktighet.

Tunga gaser tyngre än luft har en förmåga att leta sig ner i kulvertar och liknande. Korrekt zonklassificering är nödvändig.

6.2 Kondenserade gaser

Kondenserad gas är besvärlig att hantera ur säkerhetssynpunkt. Så länge den är i sin kondenserade form så utbreder den sig relativt likt en tung gas, men allteftersom den övergår till gasform så förändras dess beteende till att uppföra sig som den gör i sin fria gasform. Hänsyn till detta måste tas när zonklassificeringen genomförs.

En annan besvärande faktor är att ett till synes litet vätskeläckage kan ge ett mycket stort gasmoln när all vätska har övergått till gasform. Det är lätt att förledas i falsk trygghet eftersom den kondenserade gasen inte är speciellt farlig vad det gäller explosion så länge den är kvar i sin kondenserade form eller när den har förgasats och blandats med luft fortfarande befinner sig över den övre explosionsgränsen. De riktigt stora riskerna inträffar först när den kondenserade gasen har spåtts ut med den omgivande luften så mycket att blandningen har blivit explosiv.

6.3 Elfordon

Det finns ett flertal utmaningar vad det gäller tillämpningen av standarden SS-EN 50110-1 i en modern monteringsfabrik. Standarden är antagen som en nationell standard och gäller alltså i Sverige.

Det är i denna standard väldigt tydligt deklarerat att den gäller för elfordon men att den inte är specifikt framtagen för dessa. Den säger också att det bara är tillämpliga delar som gäller samt också att man istället för att använda denna standard kan använda andra metoder förutsatt att dessa ger minst lika bra skydd.

Det finns en risk att man på grund av dessa formuleringar tar för lätt på vissa krav i standarden utan att ha tänkt igenom konsekvenserna tillräckligt.

Om man följer flödet i monteringsfabriken så är de största utmaningarna följande:

6.3.1 Säkerställa frånskiljning före montering påbörjas

Krav enligt standarden:

”Den anläggningsdel på vilken arbete skall utföras skall frånskiljas från alla matningskällor. Frånskiljningen skall bestå av ett luftgap eller av en likvärdig isolation som skall säkerställa att frånskiljningspunkten inte kan överbryggas elektriskt.”

Tekniska förutsättningar:

I moderna batterier idag så finns inga mekaniska brytare kvar. Luftgapet säkerställs via 2 stycken seriekopplade kontakter inbyggda i batteripaketet. Leverantören av

batteripaketet förväntas ha tillverkat och konstruerat batteriet och alla ingående komponenter enligt gällande krav.

Tillämpning:

Det går ej att ålägga underleverantören hela det juridiska ansvaret för batteriets säkerhet. Det måste alltid finnas någon ansvarig inom den egna organisationen för alla kravsättningar gentemot underleverantören inklusive uppföljning. Finns det brister i delegeringen eller om den saknas så blir fabrikschefen (platschef) ansvarig.

Utmaning:

- Att säkerställa att leverantören av det kompletta batteriet har konstruerat detta enligt rätt regelverk och standarder.
- Att säkerställa att leverantören levererar kompletta batterier som uppfyller rätt regelverk och standarder och att de är spänningsfria (näbara delar) när arbete med dem skall påbörjas.

6.3.2 Skydd mot tillkoppling vid montering på linan

Krav enligt standarden:

”Alla elkopplare som har använts för att frånskilja den elektriska anläggningsdelen för arbetet skall blockeras, företrädesvis genom att manövermekanismen låses. Om låsanordning saknas skall likvärdig åtgärd för att blockera vidtas enligt etablerad praxis. Om en hjälpkraftkälla erfordras för manövrering av elkopplaren, skall kraftkällan blockeras eller tas ur drift. Anslag som förbjuder obehörig manöver skall sättas upp. Om blockering åstadkoms genom fjärrmanöver skall lokal manöver vara förhindrad.

Överförings- och förreglingssystem som används för detta ändamål skall vara tillförlitliga.”

Tekniska förutsättningar:

För att kunna manövrera kontaktorerna så krävs det 12-volts manöverspänning. Dessutom krävs aktivering via det mjukvarustyrda BMS-systemet (Battery Management System).

Tillämpning:

Det går ej att ålägga underleverantören hela ansvaret. Det måste alltid finnas någon ansvarig inom egna organisationen för alla kravsättningar gentemot underleverantören inklusive uppföljning. Är detta inte delegerat så blir fabrikschefen ansvarig.

Utmaning:

- Att säkerställa att leverantören av det kompletta batteriet har konstruerat BMS:en samt tillhörande mjukvara enligt rätt regelverk och standarder.
- Att säkerställa att leverantören levererar kompletta batterier som uppfyller rätt regelverk och standarder.
- Att säkerställa att 12-volts manöverspänning ej kan kopplas in av misstag.

6.3.3 Spänningslöshetskontroll före montering påbörjas

Krav enligt standarden:

”Spänningslöshetskontroll skall utföras allpoligt så nära arbetsplatsen som möjligt på den del av den elektriska anläggningen som frånskiljts enligt praxis fastställd i lokala instruktioner. För spänningslöshetskontroll kan t ex inbyggd eller bärbar utrustning användas. Bärbar utrustning skall kontrolleras omedelbart före användning och om möjligt efter användning.”

Tekniska förutsättningar:

Utgående anslutningar sitter försänkta i ett kontaktstycke med en negativ och en positiv anslutning. I vissa fall genomför leverantören spänningsmätning som sista steg i sin kontroll.

Tillämpning:

Det går ej att ålägga underleverantören hela ansvaret. Det måste alltid finnas någon ansvarig inom egna organisationen för alla kravsättningar gentemot underleverantören inklusive uppföljning. Är detta inte delegerat så blir fabrikschefen ansvarig.

Utmaning om leverantören utför detta:

- Att säkerställa metoden för spänningslöshetskontroll.
- Att säkerställa att leverantören genomför spänningslöshetsmätning enligt överenskommen metod samt att resultaten dokumenteras och hålls tillgängliga.

Utmaning om detta genomförs i egen regi:

- Att säkerställa metoden för spänningslöshetskontroll.
- Att säkerställa att spänningslöshetsmätning genomförs enligt fastställd metod samt att resultaten dokumenteras.

6.3.4 Uppmärkning

Krav enligt standarden:

”Då arbete utförs eller skötselåtgärder vidtas skall vid behov lämpliga skyltar sättas upp för att rikta uppmärksamheten på förekommande riskkällor. Skyltarna skall vara utförda i överensstämmelse med tillämpliga europeiska, nationella eller internationella standarder där sådana finns.”

Tillämpning:

På justeravdelningen kommer det att finnas en blandning av elfordon (både spänningssatta och spänning fria) och övriga fordon. Det kommer även att finnas en blandning av personal, både sådana som har elbehörighet och de som saknar denna behörighet. Det är viktigt att kunna veta vilka fordon som är spänningssatta och vilka som ej är spänningssatta.

Utmaning:

- Skapa ett entydigt uppmärkningssystem så att det inte är någon tvekan om vilka fordon som är spänningssatta och vilka som ej är det.

6.3.5 Riskanalyser samt process-FMEA

Krav enligt standarden:

”Innan någon skötsel utförs på en elektrisk anläggning skall man bedöma vilka elrisker som finns.

Bedömningen skall omfatta hur skötseln skall utföras samt vilka säkerhets- och försiktighetsåtgärder som skall vidtas för att skötseln ska kunna utföras på ett säkert sätt.”

Tillämpning:

Ett elfordon är en komplex produkt. Det är svårt att avgöra vilka monteringsmoment som är elsäkerhetsrelaterade och vilka som ej är det. Det kommer att krävas en god kunskap om produkten, om monteringsprocessen och en god kunskap om elsäkerhet för att göra dessa bedömningar.

Utmaning:

- Genomföra riskanalyser eller process-FMEA med kvalificerade kompetenser deltagande.
- Framtagning av instruktioner samt fastställa kompetenskrav för dessa arbetsmoment så att arbetet kan genomföras utan att medföra elsäkerhetsrisker.

6.3.6 Säkerställa kompetens vad det gäller elsäkerhet

Krav enligt standarden:

De väsentligaste kraven beskrivna i SS-EN 50110-1:2004 när det gäller utbildning är att när ett arbete fordrar teknisk kunskap eller erfarenhet för att förebygga elektrisk fara eller skada så måste den som utför arbetet ha denna kunskap eller erfarenhet eller övervakas.

Tillämpning:

I en stor produktionsorganisation är det inte rimligt att alla har denna kunskap eller erfarenhet. Därför är det väsentligt att ha ordning på vilka personer i organisationen som skall ha specialistkompetens i sina olika roller. Det bör finnas några väl definierade kompetensnivåer som stämmer överens med de olika arbetsuppgifternas komplexitet och risk.

Utmaning:

- En väl fungerande utbildningsplan krävs och det behövs bra uppföljning över vilka personer som har vilken kompetens samt också en fortlöpande vidareutbildning för att var och en skall upprätthålla sin kompetens.
- Kompetensnivån behöver vara bekräftad och dokumenterad så att man har full kontroll över att det enbart är utbildade personer som utför de elsäkerhetskritiska arbetsuppgifterna.

För mer detaljerad information kring kompetenskrav se SP Rapport nr 2010:56.

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Vi arbetar med innovation och värdeskapande teknikutveckling. Genom att vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling har vi stor betydelse för näringslivets konkurrenskraft och hållbara utveckling. Vår forskning sker i nära samarbete med universitet och högskolor och bland våra cirka 9000 kunder finns allt från nytänkande småföretag till internationella koncerner.

