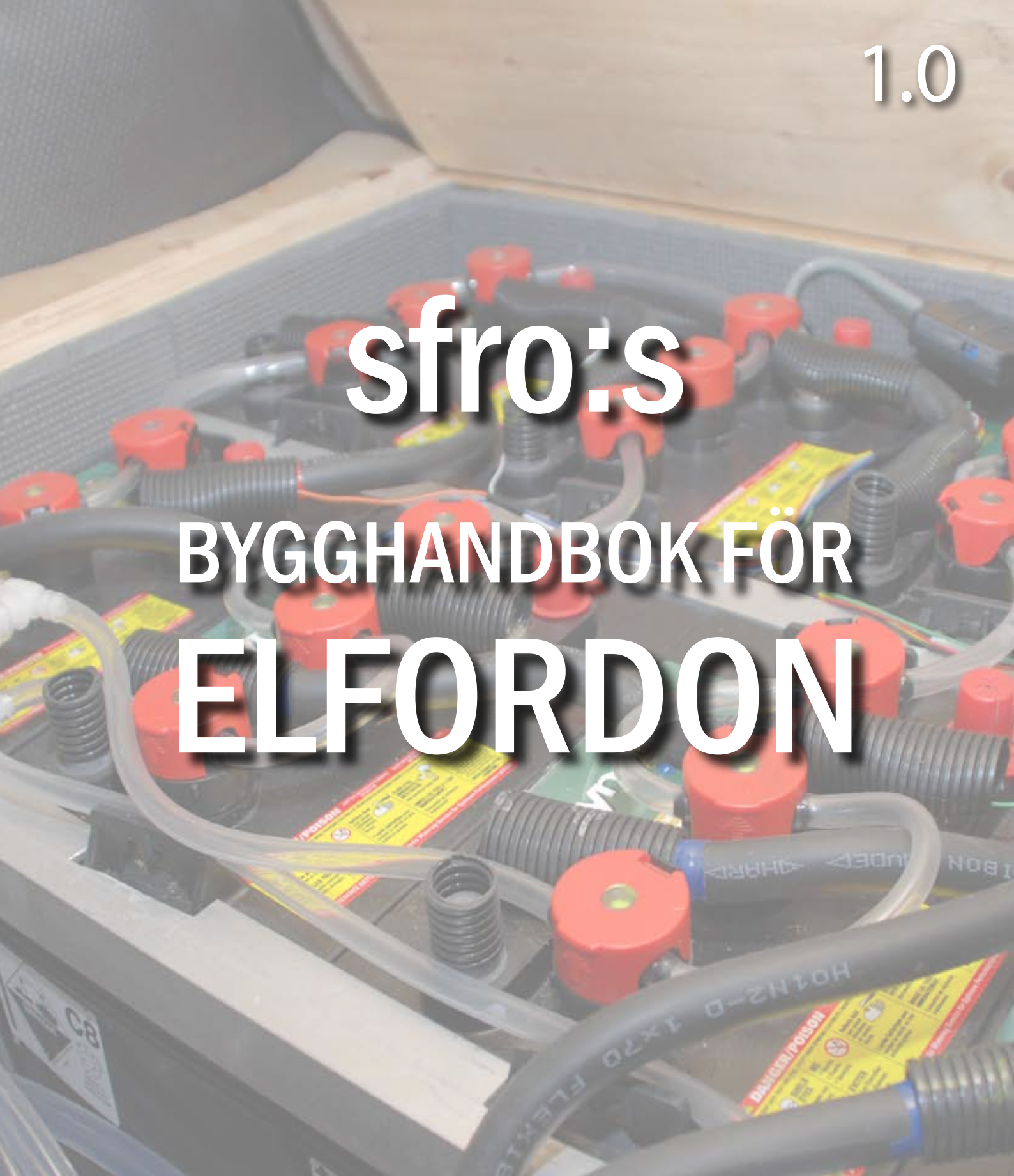


1.0



sfro:s

BYGGHANDBOK FÖR ELFORDON

sfro - SVERIGES FORDONSBYGGARES RIKSORGANISATION



INNEHÅLL – ELFORDON

INLEDNING.....	4
DEFINITIONER.....	5
EL- OCH HYBRIDFORDON, VAD ÄR DET?.....	6
SPÄNNINGSNIVÅER OCH ENERGIINNEHÅLL.....	7
SÄKERHETSSYSTEM.....	8
ELEKTROKEMISK ENERGILAGRING.....	9
PERSONSKYDD VID ARBETE MED ELFORDON.....	11
ATT BYGGA ELFORDON.....	12
FORDONSBYGGNAD - ELPERSPEKTIVET.....	13
FORDONSBYGGNAD - GRUNDFORDONET.....	18
GRUNDERNA I BESIKTNING.....	20

Inledning

Av Gustaf Ulander

När detta skrivs finns det inga specifika regler för fordon konverterade till eldrift, eller amatörbyggda elfordon. "Bara" konvertering till eldrift gör inte heller att fordonet klassas som ombyggt fordon och därför är det inte säkert att det alls blir en fråga för SFRO. Det beror på hur mycket som byggs om.

Trots det har vi ansett att det är viktigt att lämna rekommendationer för vad man bör tänka på om man bygger ett elfordon. Om ditt fordon besiktas av SFRO (som ombyggt eller amatörbyggt fordon) så är det dessa rekommendationer som SFRO besiktningsmän kommer att följa och således blir detta kraven när du skall bygga. De är framtagna av en av Sveriges främsta elfordonsexperten, tillsammans med SFRO. Vi har också tittat på de regler som finns i Nya Zeeland för elkonvertering.

Syftet med detta dokument är att ge råd om hur elfordon kan byggas, vad man ska tänka på och att ge underlag för enhetliga bedömningskriterier för elfordon.

De riktlinjer och instruktioner som beskrivs gäller både för bedömning av fordon som konverterats till eldrift, och nybyggda fordon med eldrift.

Med eldrift menas fordon som på något sätt kan drivas av en elmotor ensam, eller en elmotor i kombination med en förbränningsmotor (hybriddrift). Spänningsnivåerna för drivningen är normalt sett mellan 60 V och 1500 V likström (DC) eller mellan 30 V och 1000 V växelström (AC).

Bränslecells-bilar behandlas inte i detta dokument.

Definitioner

Av Lars Hoffman

HV	Hazardous Voltage eller skadlig spänning
EMC	Electro Magnetic Compatibility eller elektromagnetisk kompatibilitet
RESS	Rechargeable Energy Storage System eller energilagringssystem
KERS	Kinetic Energy Recovery System
HF	Vätefluorider
CAT II	Säkerhetsklass på elektriska mätinstrument
VRLA	Valve Regulated Lead Acid Battery
AGM	Absorbed Glass Matt
UN ECE	Rxx Gå till följande länk: http://live.unece.org/trans/main/wp29/wp29regs.html

El- och hybridfordon, vad är det?

Av Lars Hoffman och Gustaf Ulander

Till att börja med ska vi göra klart vad vi menar när vi säger "elfordon" eller "hybridfordon", i denna bok. Skillnaden ligger inte bara i vilken typ av motor som finns, utan också i om det är flera motortyper som kombineras.

Med elfordon menar vi ett fordon som har en elmotor (motor) som drivkälla, och med batterier eller liknande som energilagring, och där detta är fordonets enda drivsystem

Hybridfordon har mer än ett drivsystem, vanligast är en förbränningsmotor ihop med en elmotor som kan leverera ett drivande moment för framdrift av fordonet.

Idag finns tre huvudalternativ:

- Seriehybrid, t.ex GM Volt eller Opel Ampera
- Parallellhybrid, t.ex Honda Civic
- Power split-hybrid, t.ex. Toyota Prius

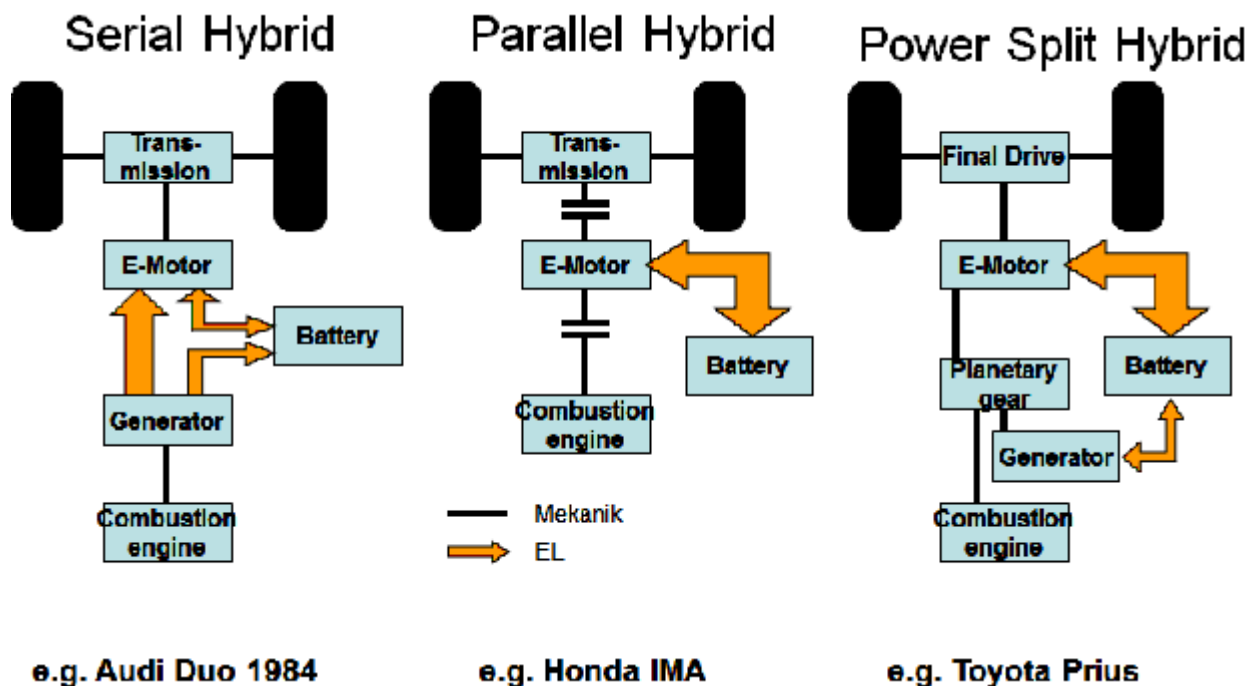
En seriehybrid är ett fordon där förbränningsmotorn driver en generator, elenergin ifrån generatoren driver i sin tur en elmotor. Kablaget mellan dessa kan ses som en elektrisk "kardan"

En parallellhybrid är ett fordon där man använder förbränningsmotorn parallellt med en elmotor, elmotorn har till uppgift

att ge momenttillskott vid de tillfällen då förbränningsmotorn inte kan eller har svårt att ge moment, t.ex. vid låga varv. Elmotorn kan gå i såväl motordrift (acceleration) som generator-drift (inbromsning).

En power split-hybrid har en förbränningsmotor som samarbetar med två elmotorer. Dessa två elmotorer är sammankopplade på ett sinnrikt sätt. Tänk dig en differential där vi har inkommande kardan, vänster drivhjul och höger drivhjul. Låt nu förbränningsmotorn vara kopplad till vänster drivhjul, en elmotor (generatoren) kopplad till kardanen samt höger drivhjul är kopplad till utgående axel ihop (parallellt) med den andra elmotorn.

En fördel med power split-hybrid är att man kan använda en mindre och mer effektiv förbränningsmotor..



SYSTEMEXEMPEL

Spänningsnivåer och energiinnehåll

Av Lars Hoffman och Gustaf Ulander

Batterier innehåller en stor mängd energi, något som kan vara lätt att glömma - de är ju "bara batterier". Men moderna batterier innehåller ofta också kemisk energi, sådant som kan brinna. Utöver det måste man också ta hänsyn till spänningsnivåerna.

Betänk att en liter bensin eller diesel innehåller ungefär 10 kWh.

Hundra kilogram blybatterier (cirka fyra 60 Ah startbatterier) innehåller cirka 1 kWh.

Ett NiMH-batteri (Nickel-Metallhydrid) från t.ex. Toyota Prius har dubbla energiinnehållet per viktenhet, 2 kWh/100 kg batterier.

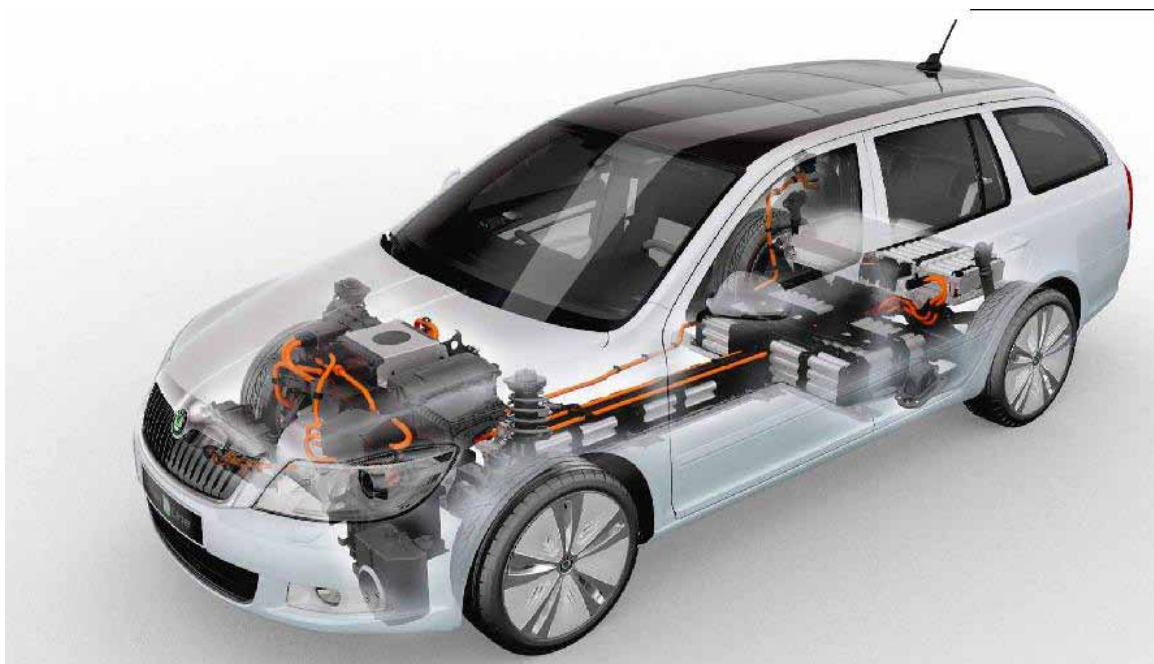
Dagens litiumbatterier innehåller fyra till sex gånger mer energi än ett blybatteri, 4 – 6 kWh/100 kg.

Men, det kemiska energiinnehållet är mellan fyra till fem gånger mer än det elektriska energiinnehållet i dagens batterier. Det betyder att batterierna brinner bra!

Spänningsnivåerna är idag mellan 150 till 250 VDC i de personbilar som finns på marknaden. Toyota Prius har ca 200 V nominell batterispänning.

Lastbilar däremot har i stort sett dubbelt så höga spänningsnivåer.

Fordonstillverkarna har idag olika sätt att förlänga elmaskinernas varvtalsområde och en lösning för detta är att höja spänningen med hjälp av en spänningsbooster. Toyota Prius höjer batterispänningen från 200 V till 650 V DC, detta för att få ett bredare varvtalsområde med bibehållen momentkaraktäristik över hela varvtalsområdet.



EXEMPEL PÅ ETT ELFORDON, SKODA OCTAVIA GREEN LINE PROTOTYP

Säkerhetssystem

Av Lars Hoffman och Gustaf Ulander

Säkerheten är mycket viktig i ett elfordon. Den stora mängden energi som finns lagrad gör att spänningsförande delar kan vara livsfarliga vid direkt beröring och en kortslutning medför stor brandrisk.

Alla typer av elfordon har någon typ av frånskiljare där man kan få ett öppet brytställe för att t.ex. göra service.

De serieproducerade fordonen har dessutom en systemfunktion som möjliggör att huvudkontakterna öppnar om t.ex. en krocksensor skulle påverkas.

Hybridsystemet är ett flytande system som med andra ord inte har eller ska ha någon galvanisk kontakt med chassiet.

Alla serieproducerade hybridfordon och elfordon har idag möjlighet att manuellt koppla ifrån batteriet, antingen med en servicebrytare eller med en handske/kontakt don. Vid en olycka ska man normalt inte behöva manövrera dessa.

En "battery management unit" (BMU) ska finnas om man har litiumbatterier eller Nickel-metallhydrid (NiMH). Det är ett övervakningssystem som håller koll på att ingen enskild cell överladdas, eller överbelastas.

Ett "nödstopp" som bryter kretsen till energilagringen bör också finnas, det är speciellt viktigt under byggtiden. Men man ska också minnas att om man använder nödstoppet när fordonet är i drift, så kan styrelektroniken skadas.

KONDENSATORER HÅLLER KVAR SPÄNNING

I kraftelektroniken finns en kondensatorbank. Det betyder att även om man kopplar ifrån spänningskällan (batterierna), så har kondensatorerna lagrat spänning som kan vara skadlig!

Kraftelektroniken ska vara byggd på så sätt att kondensatorerna laddas ur av sig själva (passivt), på högst 5 minuter. Om möjligt är det en fördel om systemet har en aktiv urladdning som av sig själv sänker spänningen inom två sekunder.

Med "ladda ur" menas att få ned spänningen under 60V DC, då anses den inte längre skadlig.



Elektrokemisk energilagring

Av Lars Hoffman och Gustaf Ulander

Med elektrokemisk energilagring menas det vi i vardagligt tal kallar batterier. Det finns en mängd olika typer av batterier som har olika egenskaper. I detta kapitel ska vi beskriva de vanligaste typerna översiktligt.

BLY/SYRACELLER

Denna är väl förmodligen den mest kända, cellspänningen är 2 VDC och därmed har ett 12 Volts batteri sex celler.

Det finns idag ett antal olika utföranden:

- Flytande syra, öppet kärl
- Flytande syra, slutet kärl s.k. VRLA batteri
- Flytande syra men bunden i en glasfibermatta mellan cellerna, s.k. AGM batteri (Absorbent Glass Mat)
- Syra bunden i geléform

NICKEL-METALLHYDRIDCELLER (NiMH)

Dessa celler med denna kemi har funnits sedan mitten av 1970-talet. Dessa har med framgång använts i Toyota Prius, Lexus hybrider och Honda Civic. Dessa celler har en nominell spänning av 1,2V per cell. Elektrolyten som används i dessa celler består av kaliumhydroxid vilken har extremt frätande egenskaper på vävnad som hud och slemhinnor.

LITIUMCELLER

De första fordonen på väg i seriemässigt utförande är t.ex. GM Volt/Opel Ampera, BMW 7-serie samt Mercedes S-klass med hybridsystem.

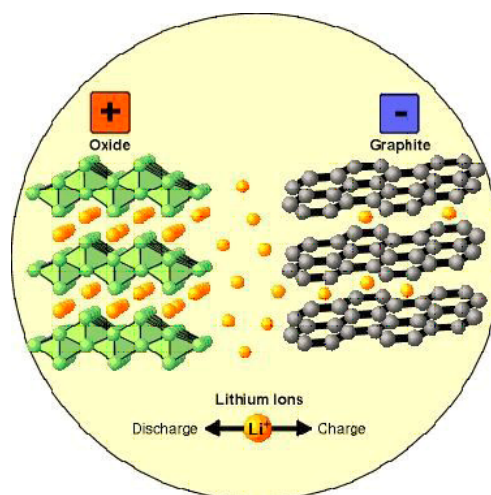
Litiumteknologin är baserad på ett antal olika blandningar och nästan ingen av dessa celler levererade av olika tillverkare har lika kemisk blandning och därmed har de olika cellspänningar. Man kan säga att ju mer reaktivt material de är byggda av dess högre blir dess nominella spänning. Kemin som historiskt används är först och främst en katod av koppar belagd med en blandning av t.ex. kobolt, mangan, järnfosfat, nickel och/eller blandningar av dessa som t.ex. NiCoAl. Anoden är av aluminium. Däremellan har man ett kol/grafit lager, detta lager är bärare av litiumjoner.

En egenskap som vissa litiumceller har är att de kan komma till ett läge där de hamnar i ett tillstånd kallat "thermal run away". För att de ska hamna i detta tillstånd måste de komma upp i temperaturer större än 120 grader C och ibland t.o.m. högre. Det som då händer är att temperaturen fortsätter att stiga av sig själv tills cellerna förstörs, brinner upp eller exploderar.

Elektrolyten är i de flesta fall baserad på karbonater, och en elektrolytläcka upptäcks genom att det luktar nästan som "Plastic Padding".

Viktigt att veta är att denna elektrolyt är brandfarlig och att en

litiumcell som blir så kraftigt uppvärmd också bildar HF (Vätefluorider).



EXEMPEL PÅ KEMISK REAKTION I EN LITIUMCELL

Däremot vill vi ta död på myten att det skulle vara farligt att vattenbegjuta dessa celler vid t.ex. brand, detta är fel. Vid brand eller överhettning ska batteriet kylas med vatten.

SUPERKONDENSATORER

Superkondensatorer eller ultrakondensatorer som de också kallas är en teknologi som ännu så länge inte finns i seriemässigt utförande. Denna teknologi lämpar sig till extrema hybrider där effektbehov går före energibehovet. Inom Formel 1 används s.k. KERS (Kinetic Energy Recovery System), i dessa system används kondensatorer för att mer eller mindre sparka iväg dessa fordon med mycket effekt under en kort tid.

	BATTERITYP	Anod	Katod	Elektrolyt	Cellreaktion	V	TEORETISKT		VERKLIGT BATTERI	
							Ah/kg	Wh/kg	Wh/kg	Wh/L
Icke laddningsbara celler	Alkalisk MnO ₂	Zn	MnO ₂	Alkalisk vattenlösning	Li + 2MnO ₂ -> 1,5ZnO + Mn ₂ O ₃	1,5	224	358	145	400
	Li/MnO ₂	Li	MnO ₂	Vattenfri saltlösning	Li + MnO ₂ -> MnO ₂ (Li+)	3,5	286	1000	230	535
Laddningsbara celler	Bly/syra	Pb	PbO ₂	Sur vattenlösning	Pb + PbO ₂ + 2H ₂ SO ₄ -> 2PbSO ₄ + 2H ₂ O	2,1	120	252	35	70
	Nickel-metallhydrid (NiMH)	MH	Ni-oxid	Alkalisk vattenlösning	MH + NiOO -> M + Ni(OH) ₂	1,35	178	240	75	240
	Litium-jon	Li _x C ₆	Li _(1-x) MO ₂	Vattenfri saltlösning	Li _x C ₆ + Li _(1-x) MO ₂ -> LiMO ₂ + C ₆	4,0	100	400	140	400
	ZEBRA	Na	NiCl ₂	Salt-smälta och ledande keram	2Na + NiCl ₂ -> 2NaCl + Ni	2,58	305	787	115	190

EXEMPEL PÅ OLIKA CELLTYPER OCH DESS KEMI

SÄKERHET

Oavsett vilken celltyp som är inblandad i en olycka skall största försiktighet iakttas om celler läcker flytande elektrolyt eller gasar.

Elektrolyten kan vara frätande, bly/syra innehåller flytande koncentrerad svavelsyra, nickelmetallhydridceller (NiMh) innehåller en starkt basisk lösning av kaliumhydroxid och litiumceller innehåller i vanliga fall en typ av polykarbonater samt salter, dessa celler kan också avge vätefluorider vid gasning. Nästan alltid kan man förutsätta att dessa gaser är brännbara och giftiga.

OLIKA RISKER FÖR ENERGILAGRINGEN

Vätske-elektrolyter (organiska lösningsmedel):

- brandfarliga
- instabila kemiskt vid höga potentialer
- läckage

Överladdning:

- salter instabila elektrokemiskt
- ytterligare sidoreaktioner

Överhettning: vad produceras?

- gaser -> ökar trycket i cellen
- organiska fosforföreningar -> giftiga gaser

Personskydd vid arbete med elfordon

Av Lars Hoffman och Gustaf Ulander

Arbete med elfordon medför andra typer av risker än de man kanske är van vid från att hantera fordon med förbränningsmotor.

Vid all form av arbete (mekaniskt arbete, kontroll och besiktning) på elfordon är det viktigt att tänka på personskydd, framförallt med tanke på elsäkerhet.

Bedömningar och tester av elfordon ska bara utföras av personer som har instruerats om sådant. Man måste iaktta särskilda försiktighetsåtgärder samt att förebygga olycksfall genom inverkan av el (stöt, kortslutning, ljusbåge som bör undvikas).

För att utesluta faror i det elektriska systemet med spänningar över 60V likström (DC) eller 30V växelström (AC), ska man tänka på nedanstående.

GENERELLA SÄKERHETSREGLER:

Systemet ska vara bortkopplat från HV-systemet:

- Stäng av tändningen
- Ta ur startnyckeln och placera denna på en säker plats, så ingen obehörig kommer åt den
- Ta bort servicebrytaren eller koppla bort batteriet eller genom att ta bort (huvud) säkring/kontakt, därmed skapas ett öppet brytställe

Se till att säkra HV-systemet ifrån att starta om:

- Placera även servicebrytaren eller huvudsäkringen på en säker plats, och säkerställ att systemet inte kan starta om

Kontrollera att systemet är spänningslöst genom att:

- Kontrollera med lämplig spänningsprovare (minst CAT II) att alla elektriska ledande delar som normalt är under spänning är spänningslösa

ÖVRIGA FÖRSIKTIGHETSÅTGÄRDER

Tänk på att om möjligt använda isolerade verktyg, som minskar risken för att du orsakar kortslutningar om du trots allt skulle komma i kontakt med spänningsförande delar. Det är förstås speciellt viktigt om du arbetar direkt med batterierna.

Undvik att arbeta ensam, eller be i alla fall någon titta till dig emellanåt.

Att bygga elfordon Av Lars Hoffman och Gustaf Ulander

Att bygga ett elfordon från grunden, eller att bygga om ett fordon för eldrift, följer egentligen samma grundprinciper som att bygga ett fordon med förbränningsmotor. I SFROs Bygghandbok finns tips, råd och regler som gäller generellt – du gör klokt i att läsa även den.

I den här texten behandlar vi bara sådant som är specifikt för elfordon. Vi har valt att dela in det i två huvudbitar – den ena biten rör sådant som har direkt med eldriften att göra, alltså el-säkerhet, montering av batterier och liknande. Den andra biten rör den påverkan på själva grundfordonet som eldriften ger, saker som skiljer sig från ett fordon med förbränningsmotor – bromsar, styrning och viktbelastning.



Fordonsbyggnad - elperspektivet

Av Lars Hoffman och Gustaf Ulander

Den största skillnaden mellan att bygga ett fordon med förbränningsmotor, och ett med eldrift, är förstås själva elsystemet. Detta kapitel beskriver det som är viktigast att tänka på när det gäller fordonets elsystem för framdrivning.

Energiförsörjningen av fordonets normala elektriska system bör ske genom ett separat 12V (eller 24V) system med egen energilagring (batteri). Anledningen är att grundläggande funktioner som blinkers/varningsblinkers, bromsljus, parkeringsljus etc. ska fungera även när drivsystemet (HV-systemet) är spänningslöst.

KRAV PÅ DRIFTSÄKERHET

Det ska finnas skydd mot obehörig användning av fordonet, och mot aktivering av drivsystemet. Normalt sett är det fordons "tändningslås" som används.

KÖRNING OCH STOPP

Oavsiktlig acceleration, inbromsning och retardation av fordonet måste uteslutas. Det ska helt enkelt gå att reglera hastigheten, och den funktionen får inte störas av annan elektronik eller elektromagnetiska fält (EMC).

BACKNING

Backfunktion måste finnas på bil. För att aktivera backen krävs antingen:

- en elektronisk omkoppling eller
- en elektrisk brytare när backväxeln läggs i

Backen får bara kunna läggas i när fordonet står still eller rör sig med en fart framåt som inte är större än 5 km/h.

EFFEKTMINSKNING VID ÖVERBELASTNING

Om fordonet körs så överlast uppstår (t.ex. överhettning av en komponent) måste styrsystemet genom en tydlig signal visa en varning.

INSTALLERAD EFFEKT

Motoreffekten och effektöverföringen i fordonet skall vara utförd så att det klarar en sluttning på 18% under 1 km eller 12% under 1,5 km, vid en konstant hastighet av 62 km/h. För fordon som inte kommer att köra på motorväg är 50 km/h tillräckligt.

Dessutom bör fordonets lastas till dess totalvikt (om fordonet har en dragkapacitet ska totala lasten vara inklusive denna släpvagnsvikt) i en lutning på 12% och under 1,5 km.

MINSTA LADDNING AV ENERGILAGRINGEN

Om laddningstillståndet i energilagringen är lägre än det av tillverkaren minsta uppgivna värdet, måste föraren uppmärks-

sammans på detta, så att man hinner köra fordonet till laddningsplats med egen motor. Det ska alltså finnas en varning för låg batterispänning, som säger ifrån i tid, så att man kan köra åtminstone ett par kilometer till en laddningsplats.

FAIL SAFE ELLER FELHANTERING

All styrelektronik och liknande ska vara konstruerad så att allvarliga fel medför att motorn stannar. Det är speciellt viktigt i styrelektronik, vissa industriella eller enkla motorregleringssystem gör att motorn rusar med full effekt om komponenter i systemet går sönder. Sådana system kan man förstås inte använda i en bil!

LADDARE

För elfordon som kopplas till 250 VAC eller 400 VAC för laddning är det viktigt att se till att installationen är säker.

Några saker att tänka på är:

- laddaren bör utformas så att den före avlägsnande av laddkontakt gör kontakten strömlös, så att skador undviks på kontaktbleck
- de delar av systemet, som kan vara strömförande bör i alla driftsförhållanden skyddas mot direkt beröring
- alla utsatta ledande delar (t.ex. metallhölje, chassi och annan konduktivt ledande materiel) måste anslutas med en skyddsledare (jordning) och vara elektriskt ansluten till matande elnät (elektriskt ledande förbindelse mellan fordon och externa nätverket vid t.ex. laddning).

Anläggningarna för extern laddning bör uppfylla kraven i IEC 61851:e

ELSÄKERHET

Strömförande delar ska skyddas mot direkt och indirekt kontakt enligt ECE-R 100-reglementet. Det betyder kapslingsklass IPXXD (trådsäkert) i passagerar- och lastutrymme. IPXXB (fingersäkert) gäller på övriga platser. IPXXD betyder att en tråd med diametern 1 mm och längden 100 mm inte kan komma i kontakt med strömförande delar. IPXXB är motsvarande för ett "finger" med diameter 12 mm och längd 80 mm.

För motorcykel är det dock IPXXB som gäller - där finns ju normalt sett inget kapslat motorrum. Men IPXXD rekommenderas där det är möjligt!



ORDENTLIGA KABELGENOMFÖRINGAR MÅSTE ANVÄNDAS FÖR ALLT KABLAGE

Det finns förstås många saker att tänka på när det gäller elsäkerhet. De viktigaste sakerna är:

Enheter bör endast kunna öppnas med ett lämpligt verktyg

Det gäller även för öppna/separata kontakter, såvida inte:

- Kontakterna har ytterligare en låsmekanism och är placerade på utsidan av fordonet.
- Kontakterna har ytterligare låsmekanism som endast kan låsas upp genom att ta bort andra delar. För demontering av andra delar kan användning av verktyg vara nödvändig.

Efter att ha kopplat bort kontakterna på inkommande spänning ska spänningen i systemet ha sjunkit till en spänningsnivå under 30 VAC/60 VDC inom en viss tid. Detta kan lösas på två sätt;

- ett aktivt urladdningssystem som laddar ur kraftelektronikens kapacitans på mindre än två sekunder, eller
- ett passivt urladdningssystem som laddar ur kraftelektronikens kapacitans på mindre än fem minuter

Oavsett ovanstående krav måste också öppna solid state komponenter alltid möta kapslingsklass IPXXB.

Alla luckor och/eller höljen ska ha en kontakt som efter avlägsnande bryter bort energilagringssystemet och strömförande komponenter.

Alla högspänningskablar som tillhör drivsystemet ska ha orange (61 V och över) eller ljusblå (14-60 V) färg

Om man inte får tag på färgad kabel kan man använda en krympslang med rätt färg.

Kablarna bör vara placerade i fordonets mitt för att minska risken för skada vid en olycka. Var noga med genomföringar och nötningskydd!

Ett isolationsfel mellan en enda ledare och kåpa/hölje eller karossen, ska inte i direkt kontakt med person ge en elektrisk stöt

Alla högspänningskretsar ska utföras som isolerat system (liknande industriellt IT-system). Detta innebär att de positiva och negativa polerna kopplas på separata rader och inte genom att den negativa po-

len kopplas till fordonets massa (karossen).

Här ska kraven på isolationsresistans och bindning enl. ECE-R100 (Rev 01) följas.

Resistansmätning skall göras och dokumenteras. Isolationsresistansen ska vara högre än 500 ohm/volt på DC sidan (från batteri till kraftelektronik) och större än 100 ohm/volt (mellan kraftelektronik och elmaskin).

Alla skydd måste vara en kombination av skydd och en av följande åtgärder:

- isolationsresistansdetektering
- energi/strömbegränsning (säkring)

Bevis på lämplighet för isoleringsmaterial och kontakter bör finnas

T.ex. IEC 60664, EN 60309, EN 62 196, EN 60.811, ISO 6722 (tecken på certifikat/datablad och namnskyltar/etiketter.)

Materialen ska, beroende på läge, möta följande kriterier:

- temperaturstabilitet även under belastning
- flamtålighet
- miljötålighet
- elektrisk och mekanisk konstruktion
- flexibilitet (böjningsradie)

Det elektriska högspänningsnätet måste byggas så att det under normala driftförhållanden och under förutsägbara belastningar (temperatur, vibrationer / stötar, fukt) motsvarar fordons förväntade livslängd.

Detta gäller särskilt kontakter, fästen för kabel och överföringar samt komponenter och deras anslutningar.

Laddningskontakt ska ha säker jord

Om fordonet har en laddningskontakt, så se till att jordanslutningen är fullgod och att isolationsresistans mellan chassit och högspänningssystemet upprätthålls. Med andra ord ska jordanslutning vara utförd på ett sådant sätt att den inte tappar sin fasta kontakt med fordonets chassi jord.

Detta kan t.ex. göras genom att använda ett mekaniskt säkert skruvförband som är säkrad mot oxidation t.ex. genom ett syrafritt fett eller liknande.

SÄKERHET FÖR ENERGILAGRING

Energilagring, i de flesta fall batterier, kräver eftertanke vid montering och placering. Det handlar då om elsäkerhet, om kemisk säkerhet och mekanisk säkerhet – alltså hur väl batterierna sitter fast.

När man arbetar med elektrokemisk energilagring baserad på och energilagring av olika kemier bör du alltid se till att ha ordentlig ventilation. Ämnena i energilagringen (batterier), eller biprodukter som skapas vid laddning/urladdning, kan vara farliga för hälsan. Läckande material kan beroende på typ av energilagring vara frätande eller på annat sätt farligt för hälsan. Därför ska alltid gasevakuering genom en slang ledas utanför passagerarutrymmet.

Att tänka på: om du får mer än 4% vätgaskoncentration med luft är det en uppenbar explosionsrisk!

Märk ut vilken typ av batterikemi du installerat och vilken systemspänning ditt fordon har. Om du delat upp traktionsbatteriet till olika placeringar i ditt fordon bör du göra en enkel och varaktig skiss som placeras vid de olika batteripacken. Skissen ska innehålla information om polernas polaritet och var de kopplas till.

Ventilation (DIN VDE 0510)

De flesta batterier kan avge gaser vid både laddning och urladdning, och det finns risk att de når passagerarutrymmet. Det måste undvikas, och därför behövs ett ventilationssystem som fungerar under alla driftsförhållanden.

Det finns normalt i varje cellkropp en brytpunkt ("säkerhetsventil") som kan reducera ett övertryck i cellen, genom att gas släpps ut. Gasen ska då via en slang ledas ut ifrån kupé utrymmet om batterier är placerade där. Trycket kan uppstå på grund av överbelastning som leder till att cellen överhettas.

Krav på installation/placering av energilagring (batterier)

Olika energilagringssystem (batterityper, eventuella kondensatorer) kan medföra speciella krav. Detta är främst kopplat till dess arbetstemperatur men också risken för läckage av vätska eller gas.

Energilagringen måste vara tillräckligt säkrad för de accelera-

tioner och retardationer som uppstår. Den måste installeras så att den inte kan lossna vid en olycka, och så att inga delar av batterier okontrollerat kan röra sig genom kupén. Se till att frätande elektrolyt inte kan komma in i kupéutrymmet vid en olycka, t.ex. vid vältning eller rullning. Man måste också tänka på vad som händer vid sidokollision.

En riktlinje är att infästningarna ska tåla minst en belastning på 2,5 G om batteriet sitter utanför passagerarutrymmet. Sitter det i passagerarutrymmet, bör infästningarna klara 20G horisontellt och 4,5G vertikalt.



Huvudbrytare (ISO 6469)

Det måste finnas en brytare som kan separera energilagringen ifrån kraftelektroniken, detta bör utföras så att ett öppet brytställe kan fås.

Denna huvudbrytare ska vara så placerad att ingen under färd kan manövrera denna.

Huvudbrytaren ska vara placerad så nära energilagret som möjligt och helst vara färgkodad orange

Effektbrytare (ISO 6469-2)

Effektbrytare kan vara en kontaktor som styrs av "tändning till", denna effektbrytare kan klara att bryta kraften ifrån energilagret under drift, dock bör nämnas att vid manövrering av denna under drift kan leda till skada på kraftelektroniken.

Överbelastningskydd och skydd mot isolationsfel

Det ska finnas en funktion som bryter spänningen vid överbelastning eller isolationsfel ("kortslutning"). Det kan vara:

- högspänningskydd (brytare, strömbrytare) och/eller
- säkring

OBS: Brytaren är främst ett relä (elektromagnetisk strömställare) som bryter strömkretsen (högspänningskretsen) enligt förutbestämda parametrar (gränser) och elektriskt separerar och är i närheten av energilagret (batterierna). Överbelastningskontroll är vanligen integrerat med batteriövervaknings enheten.

MILJÖSKYDD OCH MILJÖ

Även elfordon måste uppfylla vissa miljökrav. Här är det viktigt att minnas att även magnetfält är en form av miljöpåverkan.

Elektromagnetisk kompatibilitet, EMC

Hemmabyggda fordon har inga formella krav på EMC-test men de bör vara så konstruerade att de inte stör andra maskiner (eller radio och TV). Ingående komponenter (styrelektronik etc.) bör vara EMC-godkända enligt europeisk standard, och i övrigt ska man se till att skärma av ledningar för att minska risken för störningar.

Avgasutsläpp

Om förbränningsmotor finns så ska den uppfylla de krav som gäller för fordonet, beroende på årsmodell. I korthet betyder det att nyare ombyggda bilar ska ha en produktionsmotor i originalskick, med avgasrening etc. intakt. Amatörbyggda fordon har inga katalysatorkrav. Läs mer om dessa krav i SFROs bygghandbok.

Buller

Precis som för ett "vanligt" amatörbyggt fordon krävs bullerprov, se SFROs bygghandbok för beskrivning av det. Ombyggt fordon kan också behöva bullerprov, om motor och/eller avgasystem har ändrats.

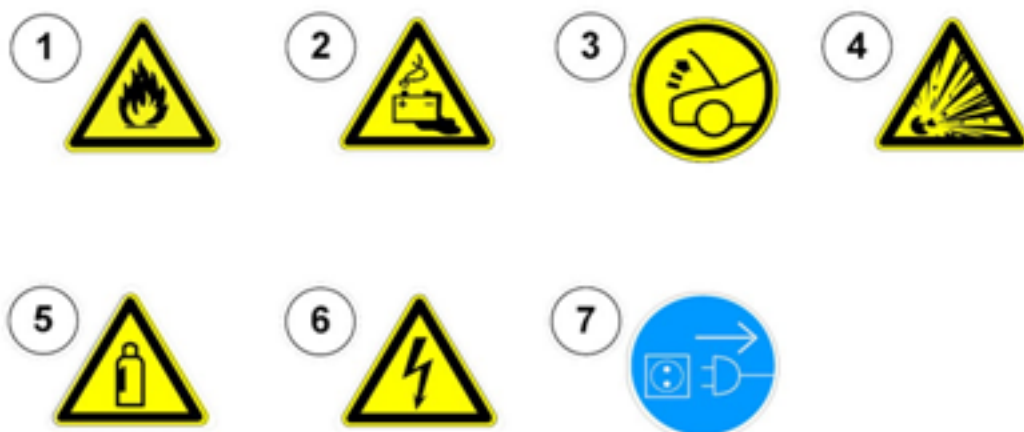
VARNINGSDEKALER

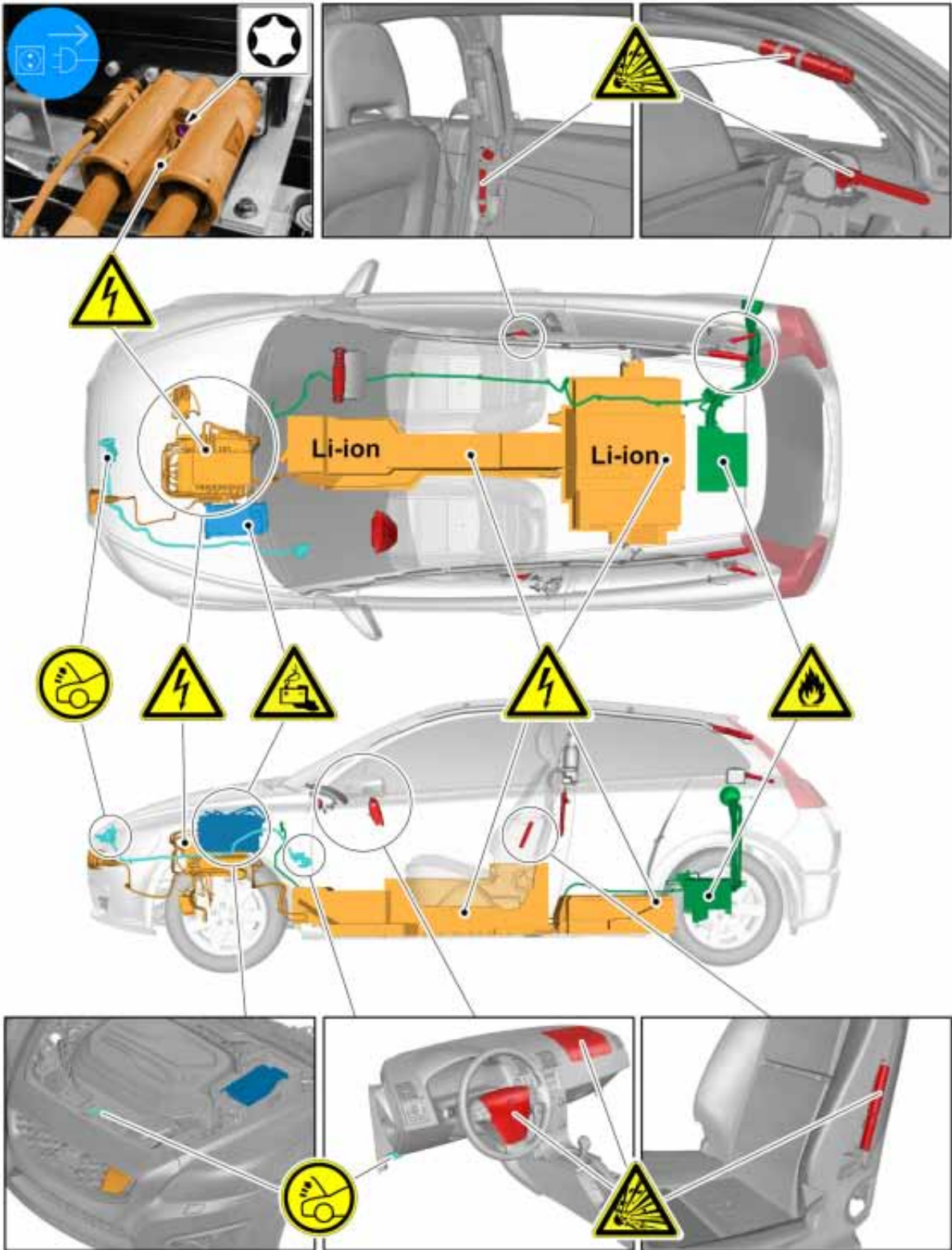
För att skydda tredje man är det viktigt att dessa fordon förses med varningsdekalerna. Tänk på att sätta dekalerna där faran finns, samla inte alla dekalerna på kylarbalken eller liknande.

Tänk på dekalerna ska vara läsliga även när fordonet får några år på nacken. De måste tåla vanliga tvättmedel, solens UV-ljus och liknande. Sitter de så att det finns risk att man spiller spolarvätska, bensin eller diesel på dem bör de även tåla det.

EXEMPEL PÅ VARNINGSDEKALER

1. Symbol: Varning för brandfara.
2. Varning för batteri.
3. Huvlås.
4. Varning för explosionsrisk.
5. Varning för gastank.
6. Farlig elektrisk spänning.
7. Frånkoppling





EXEMPEL PÅ PLACERING AV VARNINGSDEKALER

Fordonsbyggnad - grundfordonet

Av Lars Hoffman och Gustaf Ulander

När man bygger ett elfordon, eller bygger om ett fordon från drift med förbränningsmotor till eldrift, är det viktigt att tänka på vilka andra system som påverkas. Speciellt för fordon som byggs om så brukar det vara dessa saker besiktningssorganen har anmärkningar kring eller synpunkter på.

Förbränningsmotorn förser ofta andra saker med någon form av kraft, det vanligaste är undertryck till ett vakuumbromsservo och kanske hydraultryck till styrservo. Men även överskottsvärme till defroster och kupévärmare är något att ta hänsyn till.

Dessutom ändras ofta fordonets vikt och viktfordelning.

BROMSAR

När du bygger om eller konverterar till eldrift finns risken till omfattande viktfordelningsskillnader samt ökade eller minskade vikter på respektive axel. Detta innebär inte sällan att fordonets originalbromsar är fullständigt feldimensionerade och bör bytas till för ändamålet bättre anpassade bromsdelar (normalt skivor och ok).

Skillnaderna i viktfordelning kräver också att du kan beräkna och komplettera bromssystemet så att bromskraftfordelningen blir korrekt. Detta är då tvunget att göras elektroniskt med kalibreringar i ABS systemet eller på mekanisk väg via bromscylindrars storlekar och/eller bromsreduceringsventiler.

För fordon som har vakuumbromsservo och konverterats till eldrift (från drift med förbränningsmotor) kan vacuum till bromssystemet ersättas med en eldriven vakuumpump. Den elektriska vakuumpumpen måste åtminstone ha en kapacitet som motsvarar förbränningsmotorns förmåga att ge vacuum till servot.



ELKONVERTERAD FORD FIESTA MED ELEKTRISK VAKUUMPUMP FÖR BROMSSERVOT (INRINGAD)

Riktlinjer för dimensionering av elektriska vakuumpumpar för vakuumbromsservo med 10 tums (254 mm) diameter är:

- vakuumbromsservo bör vara under -0,5 bar
- avstängning av pumpen bör ske när undertrycket underskrider -0,8 bar
- att minska undertrycket från -0,5 till -0,8 bar bör ske på mindre än 8 sek

Funktionen kan kontrolleras med följande test:

- Trampa ned bromsen så många gånger i följd att bromsservot töms på "vakuumbromsservo"
- Trampa ned bromspedalen hårt
- Vid aktivering av vakuumpumpen, ska vakuumbromsstärkningen kännas i pedalen (normalt sett sjunker den en aning för att sedan åter bli fast), som på en bil med förbränningsmotor

Alternativt kan man ta bort vakuumbromsservot helt, och istället ändra utväxling på bromspedalen, eller välja en annan huvudbromscylinder. Det viktiga är att pedaltrycket fortfarande blir rimligt.

Om bilen har ett elektriskt bromssystem med en extra energitvinnning s.k. regenerering så måste bromssystemet fortfarande uppfylla de krav som normalt sett ställs på ett ombyggt eller amatörbyggt fordon. Dessutom finns några ytterligare saker att ta hänsyn till:

- För fordon med ABS/ESP ska regenereringen integreras med eller samverka med ABS/ESP-systemet (regenereringen får inte ge hjullåsning eller sätta ABS/ESP ur spel).
- Även för fordon utan ABS/ESP, där regenerering regleras via gaspedalen (vid uppsläppning av gaspedal), krävs en funktion för att se till att regenereringen inte ger hjullåsning.
- Vid inbromsningar på mer än $1,3 \text{ m/s}^2$, bör bromsljus aktiveras automatiskt (även när bara regenerering används).
- Bromsen får inte påverkas genom urkoppling av motorn eller genom ett byte av växel.

STYRNING

Elfonden måste också uppfylla kraven för styrning. På bilar som byggs om till eldrift med servostyrning, där servopumpen ursprungligen drevs av förbränningsmotorn, så kan den mekaniska pumpen ersättas av en elektrisk pump. Dock gäller att

fordonet ändå ska gå att kontrollera om pumpen skulle sluta fungera. Helst bör pumparnas kapacitet jämföras, så man är säker på att den nya elpumpen räcker till. För att kontrollera kapaciteten kan man också manövrera styrningen genom fulla utslag hastigt flera gånger. Styrningen ska fortfarande fungera tillfredsställande.

Tänk på att fordonets främre axeltryck kan ha ökat vid konverteringen (beroende på vilken drivkälla som används, var batterier placeras etc.). En bil utan servostyrning riskerar att bli för tungstyrd!

DEFROSTER OCH KUPÉVÄRME

Täckt fordon med framruta ska ha defroster, som kan hålla framrutan fri från is och imma. Kupévärmare är inget krav men en klar rekommendation.

I fordon med ren eldrift kan det vara svårt att få fram tillräckligt med varmluft, därför är det ofta klokt att komplettera med en tillsatsvärmare (diesel- eller bensinvärmare).

VIKT OCH VIKTFÖRDELNING

Ett elfordon bär ofta med sig relativt stor vikt i form av batterier. Förutom att de måste förankras ordentligt måste man också se till att fordonets konstruktion kan hantera vikten, och att hjulupphängningar och däck klarar belastningen. Bygger man om ett fordon till eldrift kan det krävas kraftigare fjädrar och stötdämpare, i vissa fall kan också förstärkning av chassit behövas.

Serietillverkade bilar har maximala axeltryck angivna från tillverkaren, om man behöver överskrida dem krävs modifieringar som gör att bilen klarar den nya vikten. Det kan till exempel vara spindlar eller axlar från tyngre modeller eller andra former av förstärkningar.

Glöm inte att kontrollera att däcken har tillräckligt högt belastningsindex.

Normalt sett påverkas inte fordonets totalvikt men eftersom tjänstevikten ofta ökar, minskar maxlasten i motsvarande grad. Det kan betyda att antal passagerare man kan ta med minskar.



DEN HÄR GOLFEN KRÄVDE BÅDE KRAFTIGARE FJÄDRAR/STÖTDÄMPARE OCH DÄCK FÖR ATT KLARA AV DEN ÖKADE VIKTEN VID ELKONVERTERINGEN

Grunderna i besiktning

Av Lars Hoffman och Gustaf Ulander

Detta är riktlinjer som vi tagit fram för besiktning och kontroll av elfordon. De används av SFRO när vi besiktar ditt elfordon, men använd dem gärna själv också för din egenkontroll före SFRO-besiktningen.

Innan du börjar själva besiktningen, börja först med en översyn av de elektriska delarna som ingår i drivsystemet. Bedöm säkerhetskonceptet i HV-systemet. Det måste finnas en tillräckligt detaljerad systemdokumentation för den elektriska installationen och en översikt av det installerade systemet och dess systemkomponenter - högspänning och lågspänning - och deras samspel ingår självklart i detta dokument.

Viktigt vid bedömningen är att se om systemen utesluter eller minimerar risken för en olycka (stötar, kortslutning, ljusbåge).

När det gäller definitionen av den nödvändiga bedömningen finns följande grunder:

- nybyggnation eller ombyggnad av elfordon
- el-eller hybridfordon (mikro, mild, medium, full)
- standardkonvertering utförd av fordonstillverkare, genom ombyggnad utförd av fordonsverkstad eller av en privatperson
- kraftöverföring jämfört med konventionella drivlinan eller differential/slutväxel
- påverkan av komponenter eller system som är relevanta för säkerheten

BESIKTNINGSPUNKTER

ENERGILAGRET (BATTERIET)

- Vilken celltyp?
- Finns det en elektronisk övervakning?
- Skyddat mot oavsiktlig beröring?
- Finns övervakning av isolationsnivå och kortslutningsskydd?
- Tekniska data för kontinuerlig drift som spänning, ström, energi och "C-rate"

KRAFTELEKTRONIKEN

- Passiv urladdning av kommuterings kapacitans, ner till lågspänning (<60 Vdc) snabbare än 5 min.
- Tekniska data för kontinuerlig drift som spänning och ström, finns strömbegränsning?

ELMASKINEN

- Tekniska data för kontinuerlig drift som märkvarvtal, märkström, märkeffekt och märkspänning
- Finns temperaturövervakning?

KABLAGE

- Rätt dimensionerat
- Rätt färg på kablage som tillhör elektriskt traktionssystem
- Väl mekaniskt förankrat så att inte utmattningsbrott kan uppstå
- Kablage får inte ligga förlagt över skarpa kanter

VARNINGSSKYLTAR/VARNINGSTEXTER

- Ska finnas där fara finns

DOKUMENTATION

- Finns ett lättöverskådligt blockschema, detaljerat elschema samt en enkel systembeskrivning som t.ex. räddningstjänsten kan använda för att koppla ner fordonet?

BROMSSYSTEM

- Mätning av undertryck (om vakuumservo finns), kontroll av servoverkan
- Märning av prestanda (bromsprov)

STYRNING

- Funktionskontroll av styrservo (om tillämpligt)



SFROS BESIKTNING AV ETT ELFORDON INNEBÄR BÅDE PROVKÖRNING OCH MÄTNINGAR

