

Sikker håndtering av kjøretøy med system for høy spenning

For eksempel helt eller delvis elektrisk fremdriftssystem og andre høyvoltsystem



Kilde: Renault Nordic AB



Bil Sweden, Box 26173 (Storgatan 19), 100 41 Stockholm,
telefor 08 700 41, Fax 08-791 23 11
Org.nr. 556077-4886, Bil@bilsweden.se www.bilsweden.se
Kontaktperson: Tommy Hultberg tlf. : 08-7004105,
E-mail: tommy. hultberg@bilsweden.se

Oversatt til norsk og redigert av: Sigbjørn Holtmoen, Kongsvinger E-mail:
siholtm@online.no

Denne bransjestandarden er tatt frem av Bil Sweden i samarbeid med disse medlemmene, samt berørte myndigheter, bransjeorganisasjoner, fag- og arbeidsgiverforeninger.

Denne bransjestandarden er for å arbeide med el-hybrid og el-kjøretøy samt andre høyyvoltige systemer som f.eks. klimaanlegg.

Hensikten er å gi en beskrivelse av en bransjestandard, og en grunnleggende informasjon om det å ta hånd om kjøretøy med helt eller delvis elektrisk fremdriftssystem etter svenske bestemmelser.

Forord

Kjøretøy med helt eller delvis elektrisk fremdriftssystem (drivlinje) blir mere og mer vanlig og krever både ny kunnskap og innsikt i hvordan dette fungerer. Dette gjelder også andre høyyvoltkomponenter som inngår i et kjøretøy.

Reparasjon og service av kjøretøy som har komponenter med høy volt skal utføres etter produsentens anvisninger. Det finnes spesielle forskrifter fra myndighetene som er tillempet arbeid på elektriske komponenter med høy spenning som batteri, kondensatorer og liknende. Vilkåret innebærer at arbeid må utføres etter disse forskriftene.

Denne bransjestandarden er knyttet til [Elsäkerhetsverkets föreskrifter ock allmänna råd \(ELSÄK-FS 2006:1\)](#), samt tilpassede deler av svensk standard SS-EN 59110-1 angående arbeid på elektriske system med høy spenning. Forskriften er først og fremst utarbeidet for verkstedarbeideren som vil ha en samlet presentasjon av regelverkets tilpasning, men kan med fordel også anvendes av myndighetene.

Årsaken til bransjestandarden er disse tekstene om forskrifter med allmente råd. Om det skulle forekomme avvik er det alltid gjeldende forskrift, forordninger og lover som gjelder.

Sikker håndtering av kjøretøy med hel eller delvis elektrisk fremdriftssystem

Denne bransjestandarden henvender seg til den som arbeider med kjøretøy med hel eller delvis elektrisk system for fremdrift med informasjon om:

- Hvordan kjøretøy identifiseres
- Generell beskrivelse av ulike elektriske systemer
- Ulike typer elektriske energier (batterier, kondensatorer etc)
- Ansvarsspørsmål på en arbeidsplass
- Kompetansespørsmål
- Håndtering av risikoer

Innholdsfortegnelse

1. Allmenn informasjon	5
2. Allment teknisk informasjon	6
3. Beskrivelse av forskjellige biler med el- eller el-hybrid	8
Allment	13
Spenning og høyt energiinnhold	15
4. Forskjellige typer elektriske energilagre som batterier, kondensatorer etc.	15
Blybatteri	15
Nikkel-metallhybrid batterier	16
Litium-ion batterier	16
Superkondensatorer	16
Brann i batteripakken, montert eller demontert	17
5. Ansvarsspørsmål	17
Arbeidsgiverens arbeidsmiljøansvar	18
Ansvar for elektrisk arbeid på kjøretøy med el- og el-hybrid	19
6. Kompetansekrav	20
7. Arbeidsplass, verktøy og lokaler	21
Lading og lagring	22
8. Håndtering av risikoer	21
Allment	21
Arbeid	22
Elektrisk fare	22
Personfare	22
Beskyttelse mot termisk virkning, som brann	23
Risikovurdering	23
Avsluttende arbeid	23
9. Punkter å tenke på	24
10. Lover, forordninger og terminologi	24
Lovgivning	24
Terminologi	25
11. Kildehenvisninger	25
Bilag 1: Hjelpemiddel til ansvarlig av elektrisk arbeid	

1. Allmenn informasjon

Et arbeid skal alltid utføres fagmessig. Dette betyr at personen skal ha dokumentet kompetanse, tilstrekkelig kunnskap, tilgang til bilprodusentens anvisninger for aktuelt kjøretøy, samt rett teknisk utstyr for å kunne utføre arbeidet. Arbeidsplassen skal minst oppfylle de krav som finnes angitt i bransjens standard.

Identifisering av kjøretøy

Det finnes ingen standard eller bransjeoverenskomst om hvordan symboler skal brukes for å identifisere elektriske- eller el-hybridiske kjøretøy, eller hvordan de skal merkes. Hvert bilmerke har sin merking. Ved usikkerhet kontakt bilprodusenten eller deres representant.

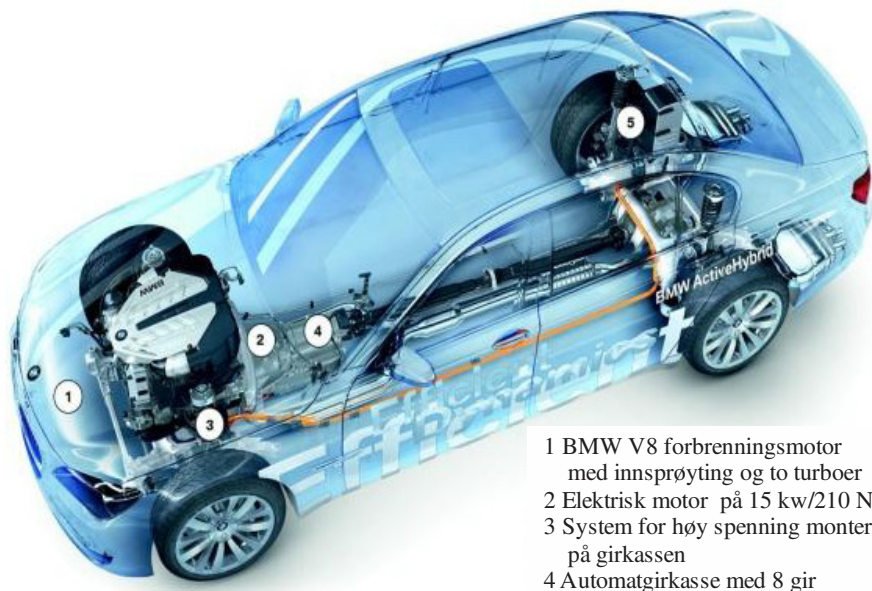
De to hovedgruppene av el-hybrid og elektriske kjøretøy beskrevet i denne bransjestandarden skiller seg ut fra kjøretøyet elektriske drift. Elektriske kjøretøy drives bare av en eller flere elektriske motorer, mens en el-hybrid enten drives av en eller flere elektriske motorer og/eller en forbrenningsmotor eller begge på samme tid. Felles for de to kategoriene er at kjøretøyet er utrustet med en for høy spenning. Dette systemet kalles et "HV-system" for å drive den elektriske motoren eller motorene.

OBS! Denne bransjestandarden gjelder også andre komponenter med høy spenning slik som kompressoren i klimaanlegg, vakuumpumper etc.

2. Allmenn teknisk informasjon

Hybridteknikkens hovedprinsipper

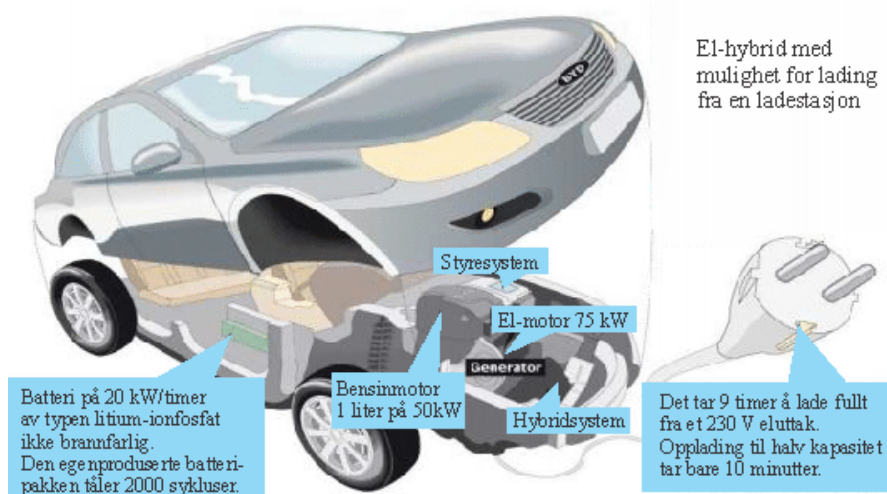
Hybridbiler finnes og kommer i flere forskjellige utførelser. Grunnen til at det kalles et hybridkjøretøy er at kjøretøyet har dobbelt drivsystem. Ofte finnes en elektrisk motor i kombinasjon med en forbrenningsmotor. Bildene nedenfor viser eksempler på tekniske løsninger som finnes på markedet.



- 1 BMW V8 forbrenningsmotor med innsprøyting og to turboer
- 2 Elektrisk motor på 15 kw/210 Nm
- 3 System for høy spenning montert på girkassen
- 4 Automatgirkasse med 8 gir
- 5 Litium-ion batteri på 120 volt

Elektrisk motor mellom forbrenningsmotor og girkasse

Kilde: BMW



E1-hybrid med mulighet for lading fra en ladestasjon

Batteri på 20 kW/timer av typen litium-ionfosfat ikke brannfarlig. Den egenproduserte batteripakken tåler 2000 sykluser.

Bensinmotor 1 liter på 50kW

Hybridsystem

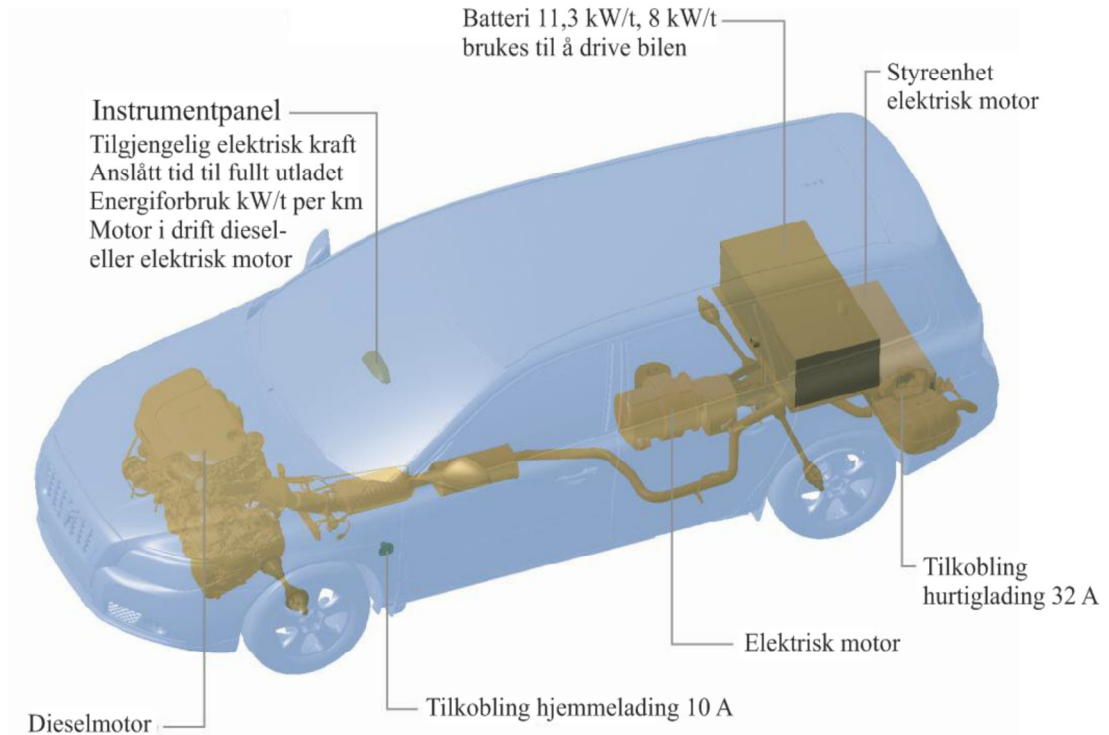
Generator

El-motor 75 kW

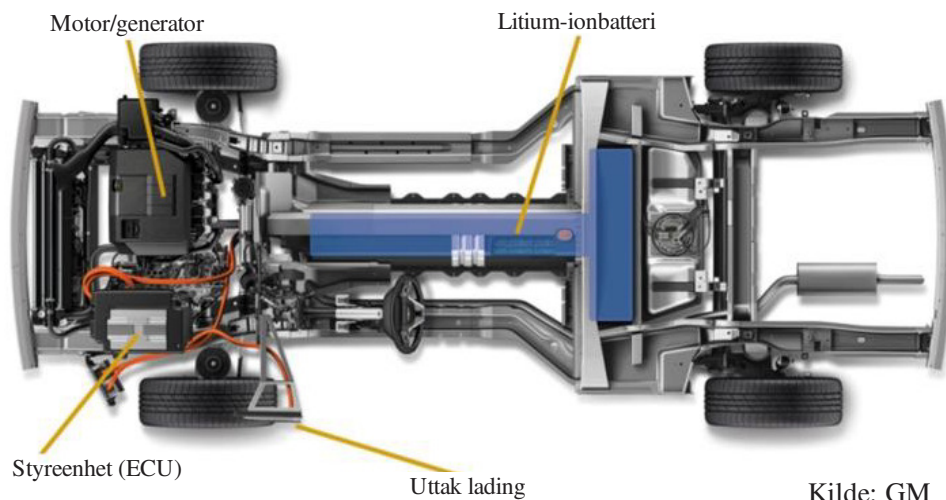
Styresystem

Det tar 9 timer å lade fullt fra et 230 V eluttak. Opplading til halv kapasitet tar bare 10 minutter.

Kan drives samtidig med en el-motor og over girkassen med en forbrenningsmotor



Kilde: Volvo PV



Kilde: GM

Forbrenningsmotoren lader bare batteriene.
Også mulig å lade fra ladestasjon

3. Beskrivelse av forskjellige biler; el- eller el-hybrid

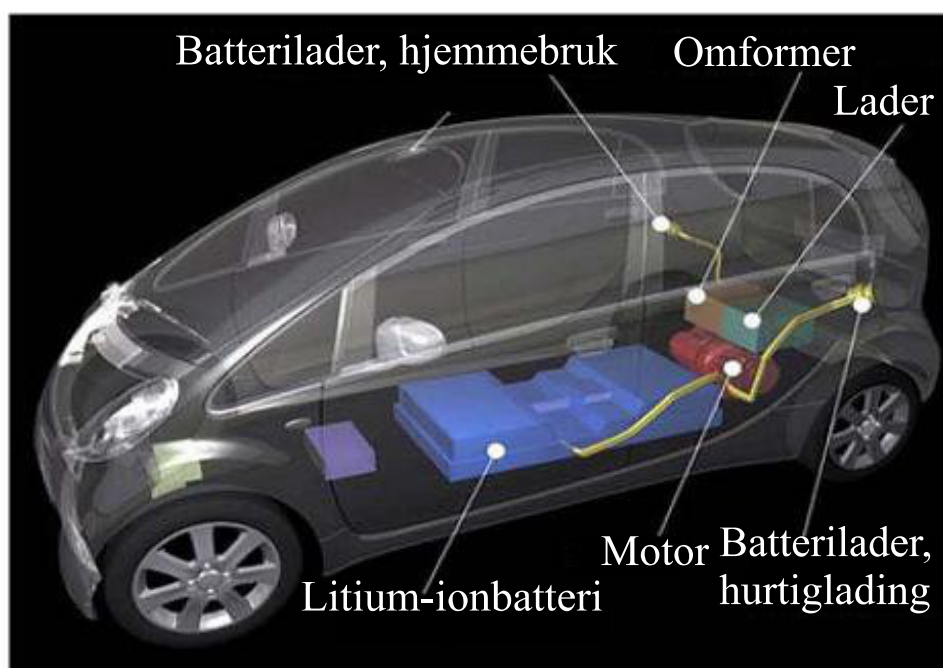
Eksempler på generelle beskrivelser på forekommende biler med el- eller el-hybrid

El-bil

EN EL-BIL ER EN BIL UTEN FORBRENNINGSMOTOR. DEN DRIVES BARE AV EN ELEKTRISK MOTOR SOM FÅR SIN HØYE SPENNING (HV-ENERGI) FRA FOR EKSEMPEL ET BATTERI SOM LADES FRA ET ELEKTRISK UTTAK.

I FIGUREN NEDENFOR VISES EL-BILENS KOMPONENTER FOR FRAMDRIFT:

LADER, BATTERI, BATTERIOVERVÅKNING, MOTORSTYRING OG ELEKTRISKE MOTOR.



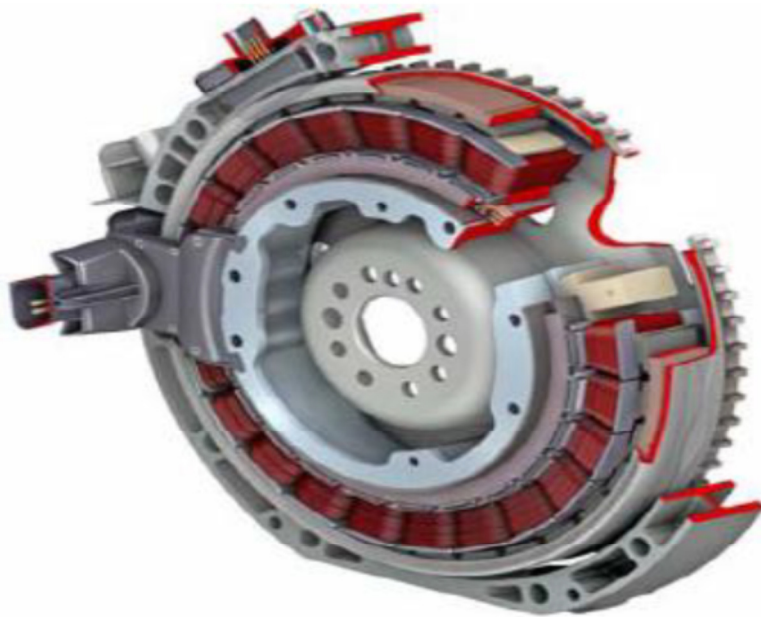
Batterilader kobles til et elektrisk uttak og gjør om vekselstrøm fra uttaket til likestrøm som lader opp batteriet. Batteriladeren passer også på at likestrømmens spenning passer batteriet, da forskjellige batterityper har ulik spenning avhengig av kjøretøyets konstruksjon. Et batterilader med feil spenning kan ødelegge batteriet, slik at det er viktig at det er riktig lader til riktig kjøretøy. I elektriske biler er batteriladeren ofte bygget inn i bilen slik at alt som vises på yttersiden er et uttak for batterilading er en stikkontakt eller tilkoblingsenhet. Noen ganger er det to forskjellige ladeuttak. Et for lading fra elektrisk uttak på 230 volt og et for hurtiglading.

Batteriet er el-bilens "drivstofftank" hvor den elektriske energien lageret kjemisk. Det finnes mange forskjellige typer batterier, men utgangspunktet er at to stoff reagerer med hverandre og dermed danner elektrisk energi. I avsnittet om batterier finnes beskrivelser av forskjellige typer batterier som er vanlige i el-biler.

Batteriets overvåkningssystem påser at batteriet ikke overbelastes eller lades ut for mye. De forskjellige batteritypene har ulik følsomhet for over- eller underlading, men ofte forkorter over- eller underlading batteriets levetid. Ved hjelp av overvåkingssystemet unngås dette problemet. Systemet varsler også ved for lang lading av batteriet og at sjåføren må komme til en ladestasjon.

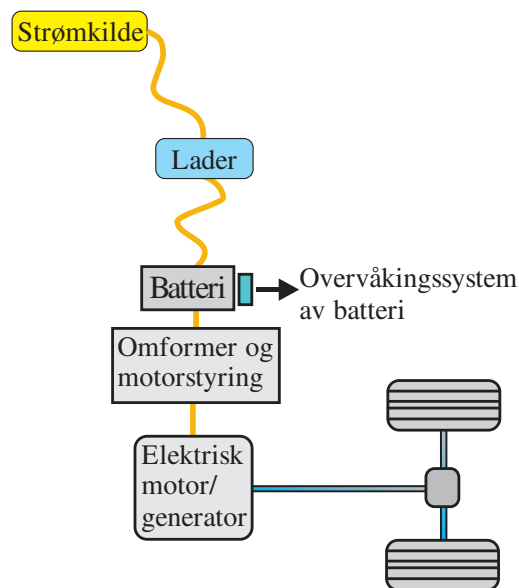
Motorstyringen regulerer strømmen som går mellom batteriet og motoren. Når føreren trykker på gasspedalen gir motorstyringen motoren riktig mengde strøm. Når føreren slipper opp gassen eller bremses vil motorstyringen gjøre at elektromotoren bremses kjøretøyet. Ved kraftig innbremsing trengs i tillegg en vanlig driftsbrems.

Elektromotoren driver kjøretøyet. Det finnes forskjellige typer elektromotorer som kan anvendes i en elektrisk bil. De forskjellige typene elektromotorer har fordeler og ulemper. De kan for eksempel ha forskjellig effekt, virkningsgrad og størrelse. Alle gjør om elektrisk energi til roterende energi for drift av kjøretøyet. Elektromotorene kan også gjøre om bevegelsesenergi til elektrisk energi. En elektromotor med et roterende anker genererer en så høy spenning og at den er farlig. De fleste elektriske bilene fungerer slik at når de bremses ved hjelp av motoren så genereres elektrisk energi til å lade opp batteriet slik at bremseenergien kan nyttiggjøres.



Kilde: Toyota Sweden AB

El-biler



Hybridbil

Grunntanken i et hybridsystem er at forbrenningsmotoren er en forlengelse av rekken som driver en generator eller en brenselcelle som lader opp et batteri. Dette driver så en elektrisk motor som er koblet til drivakslingene. Det finnes ulike typer slik som seriehybrid og parallellhybrid.

I en hybridbil arbeider en forbrenningsmotor, samt en eller flere elektriske motorer sammen for bl.a. å oppnå et lavere forbruk av drivstoff på bilen. Dette samarbeidet fører til de store fordelene at forbrenningsmotoren kan arbeide ved sitt mest effektive turtall. Samtidig kan energien gjenvinnes ved innbremsinger. En får en såkalt regenerativ bremsing. På denne måten reduseres drivstofforbruket.

Hybridbilene har alltid et elektrisk energilager, som f.eks. et batteri eller en superkondensator, elektromotor/elektromotorer og en elektrisk kraftomformer imellom der. På samme måte som for en elektrisk bil så har hybridkomponentene elektromotorene, elektrisk energilager og elektriske kraftomformere oftest mye høyere spenning enn hva som forekommer i et konvensjonelt kjøretøy. Disse høye spenningene kan på samme måte som et vanlig vegguttak på 230 volt være farlig.

Nedenfor beskrives løsninger for hybriddrift:

Seriehybrid

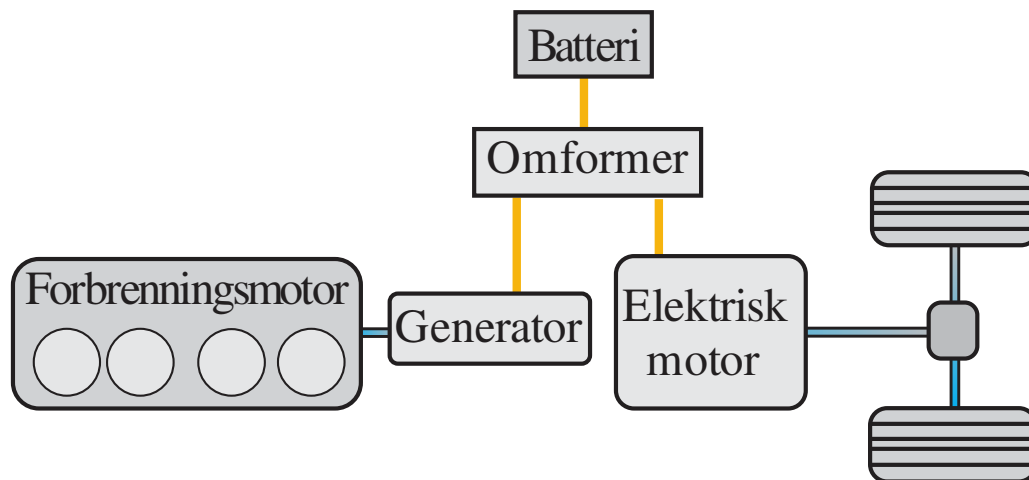
Parallellhybrid

Serie- parallellsystem - såkalt kombinert hybrid

Ladehybridsystem

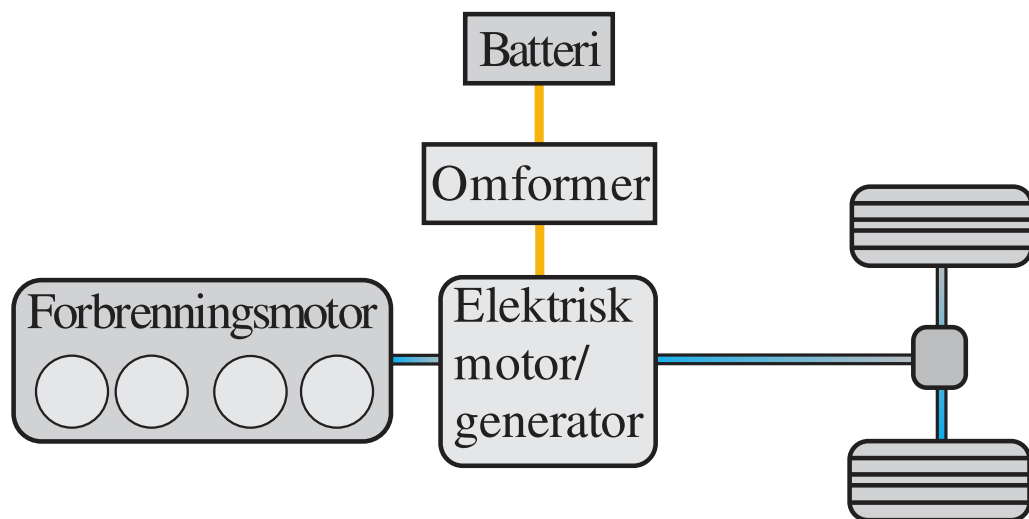
Brenselcellebil

Seriehybridsystem



I en seriehybrid er forbrenningsmotoren koblet til generatoren som lader batteriene til elektromotoren. Bilen drives av den elektriske motoren. Seriehybrid kan enkelt beskrives som en bil som drives elektrisk og som får nesten all sin elektriske energi fra forbrenningsmotoren.

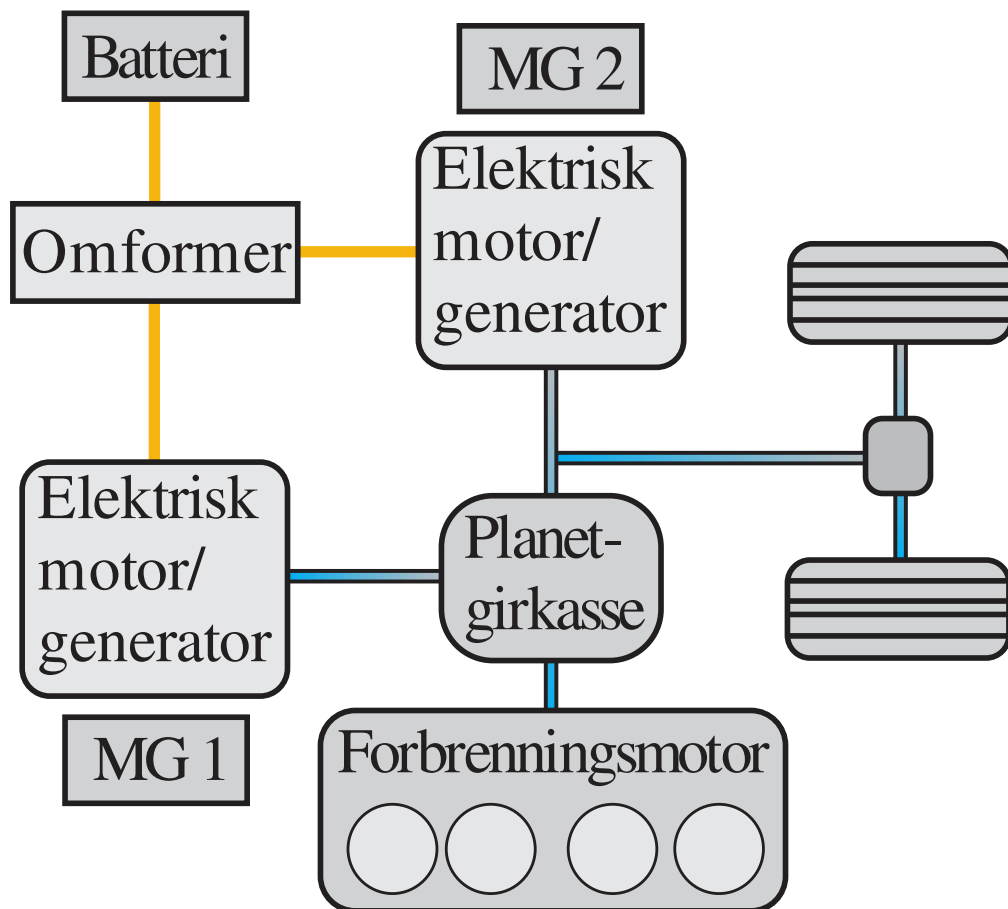
Parallelt hybridsystem



I en parallellhybrid kan forbrenningsmotoren ved hjelp av generatoren lade batteriene til elektromotoren og også være koblet gjennom en girkasse til drivhjulene. Det innebærer at forbrenningsmotoren kan drive hjulene og når ikke all energi fra forbrenningsmotoren trengs til hjulene kan elektromotoren fungere som en generator og lade batteriene.

Mange parallellhybrider kan kjøres på ren elektrisk drift med avslått forbrenningsmotor.

Serie-parallell hybridsystem

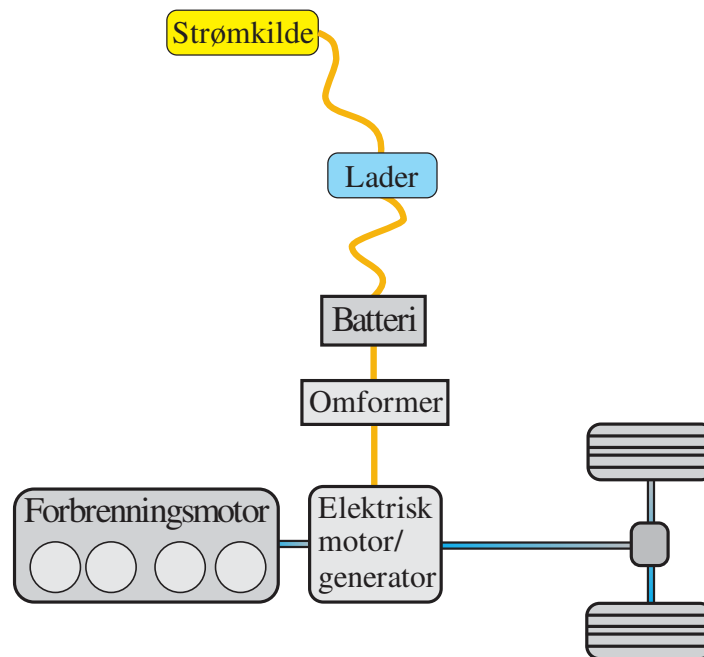


En serie-parallellhybrid kan fungerer både som en seriekoblet og en parallellkoblet hybrid avhengig av hva som er mest lønnsomt i øyeblikket. Den første elektromotoren MG1 fungerer som generator, og tar opp overflødig energi fra forbrenningsmotoren for å lade batteriet. Den andre elektromotoren MG 2 fungerer som motor og driver hjulene med energi fra batteriet. Mellom driften fra motoren og driften av hjulene sitter det et planetgir som gjør det mulig å kombinere de ulike kombinasjonene av forbrenningsmotoren og elektromotorene.

Alle hybridene kan lade batteriene når bilen bremses. Ved å la elektromotoren fungere som en generator som bremses bilen kan energien gjenvinnes og brukes til å lade batteriet. Ettersom elektromotorene/ generatorene MG1 og MG 2 drives av vekselstrøm fra generatorene mens batteriene bare håndterer likestrøm må det finnes en omformer mellom disse.

I tillegg til at en hybridbil har både en elektrisk motor og en forbrenningsmotor er forskjellen mellom en elektrisk bil og en hybridbil at batteriet ikke kan lades fra et uttak, men bare av bilens egen forbrenningsmotor eller fra bremsekraften.

Ladehybridsystem- kalt en Plugg-in-Hybrid



En ladehybridbil er en hybridbil som i tillegg kan lades fra et elektrisk uttak, altså en kombinasjon av en hybridbil og en batteribil. På grunn av det elektriske uttaket kan batteriene lades uten hjelp fra forbrenningsmotoren. På denne måten spares drivstoff. Forbrenningsmotoren finnes fortsatt i bilen og startes når batteriet er utladet eller når ekstra drivkraft eller rekkevidde trengs.

En ladehybrid kan på samme måten som en hybridbil samle bremseenergien ved innbremsing.

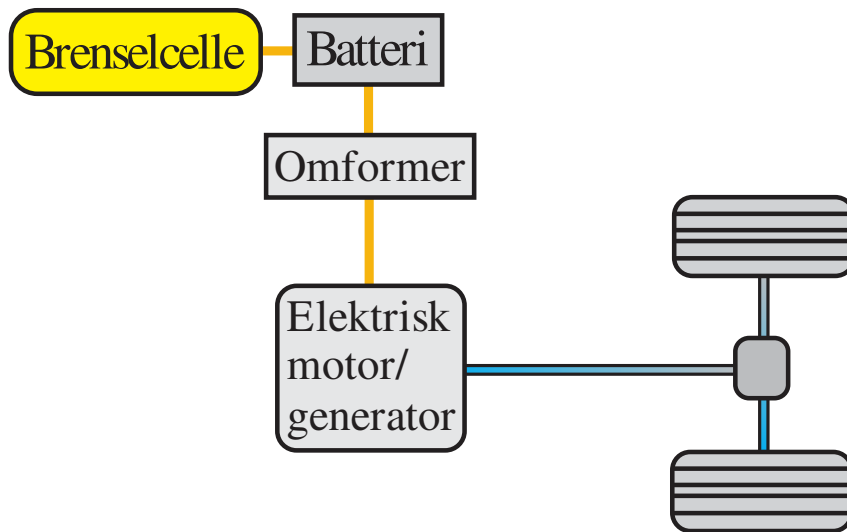
Allment

Det finnes mange forskjellige varianter og tekniske løsninger i forbindelse med hybridkjøretøy. F.eks. finnes hybridkjøretøy som ved hjelp av flere elektromotorer, utvekslinger og koblinger kan fungere både som en seriehybrid og en parallellhybrid avhengig av hva som er best for situasjonen.

Parallellhybrider kan også se forskjellige ut ved å variere hvor elektromotoren sitter i forhold til forbrenningsmotoren, friksjonskoblingen og girkassen. For eksempel kan elektromotoren sitte direkte tilkoblet på forbrenningsmotoren og ha en friksjonskobling til girkassen. Men det går også å ha en elektromotor koblet direkte til girkassen og en friksjonskobling mellom elektromotoren og forbrenningsmotoren.

OBS! Derfor er det viktig å ha rett kunnskap om kjøretøyet og systemene der.

Bil med brenselceller



En bil med brenselceller kan drives av brenselcellene som produserer strømmen til elektromotorene. Konseptet er svært likt en hybridbil, men med en forskjell at det er en brenselcelle som leverer strømmen isteden for en forbrenningsmotor.

En brenselcelle bygger på en kjemisk reaksjon og hydrogenatomer deles opp i protoner og elektroner ved en katode. For å sammenlikne igjen får protonene ta en vei gjennom elektrolytten til anoden, mens elektronene tvinges til å ta en omvei og på den måten skape strøm. Ved anoden dannes vann ved hjelp av hydrogen fra katoden og oksygen fra område rundt anoden. Valget av elektrolytt er viktig da den bare kan slippe igjennom protoner og ikke elektroner for at brenselcellen skal fungere.

Selve prosessen i en brenselcelle innbefatter ingen forbrenning og gir derfor ingen andre utslipp fra kjøretøyet en det vann som dannes. Ettersom hydrogen ikke finnes i ren form må en brenselcelle også utrustes for å utskille vann fra for eksempel naturgass, metanol eller bensin. Fordelen med en brenselcelle er at virkningsgraden er ganske høy, og at det ikke avgis noen farlige avgasser.

En brenselcelle skaper ganske lav spenning, så for å drive en bil kreves det flere brenselceller samlet i en såkalt "stack". Avhengig av hvilke type materiale brenselcellens anode og katode er produsert av, og avhengig av hvilken elektrolytt som brukes i cellen varierer cellens arbeidstemperatur.

OBS! Felles for alle løsningene er at de har komponenter som kan inneholde farlig spenning

Spenning og høyt energiinnhold

Noen land har tatt prinsipielle beslutninger om å bruke spenninger opp til 400 volt, spenninger over 650 volt og strømstyrker på mer enn 300 ampere forekommer i hybrid- og el-biler. Kablene til disse høyere spenninger og strømmen er **orangefarget**, men det forekommer at bare kontaktstykkene er orangefarget. Kablene er som regel plassert i sikre områder i bilens konstruksjoner som for eksempel rammetuneller. Det kan også finnes andre løsninger på plassering. De forskjellige el- og hybridmodellene kan ha egne individuelle sikkerhetssystemer som bryter strømmen ved for eksempel en kollisjon. Det innebærer ikke at elektriske energilagere er ufarlige. Om sikkerhetssystemet fungerer og energilageret er uten skade finnes den høye spenningen og det store energiinnholdet fortsatt, men er nå isolert til energilageret. Ofte har biler også en serviseplugg eller sikkerhetsbryter som demonteres før servise utføres, reparasjoner eller kan bryte ved en kollisjon.

Det er viktig å vite at en elektrisk motor i en el- eller el-hybridbil kan generere farlige spenninger når for eksempel forbrenningsmotoren er i drift, selv om den elektriske energien er koblet bort!

OBS! Den sikreste måten å bryte spenningen på er å følge bilfabrikkenes anvisninger.

Det ikke er mulig å utelukke at bilens sikkerhetssystem kan bli ødelagt før den når å løse ut sikkerhetsbryteren. Ved en kraftig kollisjon er det tenkbart at hovedstrømbryteren ikke kobler seg ut og at kollisjonen fører til at kablene utenfor batteripakken skades og kommer i kontakt med en del av bilens karosseri. Aktuelle personer som skadereparatører og redningstjenesten bør være klar over denne risikoen og ivareta en viss forsiktighet i slike tilfeller.

4. Forskjellige typer elektriske energilagere som batterier, kondensatorer o.l.

Blybatteri

Brukes i trucker og mindre energikrevende produkter.

Alle batteriene på 12 volt er blybatterier. Effekten av disse er begrenset og krever en stor batteripakke for å brukes til drift av el- eller hybridkjøretøy. På grunn av batterivekten er de uegnet for bruk i disse kjøretøyene. Elektrolytten er en syre og sterkt etsende.

Nikkel-metallhybrid batterier

Denne typen har vært på markedet siden midten av 70-tallet og brukes hovedsakelig i dagens elektriske- og el hybridbiler.

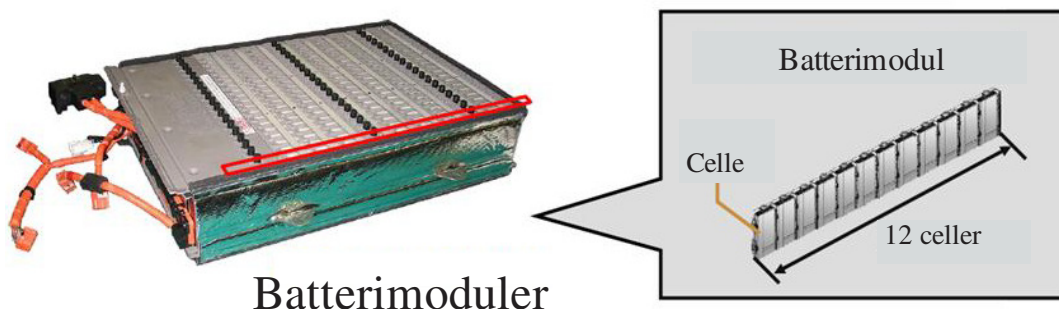
Fordelen med denne batteritypen er at de har mye bedre energitetthet enn bly. Det vil si mindre og lettere, men får ut enda mere energi. Disse batteriene har ikke miljøfarlige tungmetaller.

Ulempen er at batteriene har en høy selvutlading når de ikke brukes og at det kreves kjøling samt overvåking når de lades fordi det da blir en stor temperaturstigning.

Hver celle gir 1,2 volt. Skal en ha en spenning på 400 volt kreves det 320 stykker celler i seriekobling der alle cellene må være bra ellers synker hele batteriets kapasitet.

Katoden er et nikkelhydroksid og anoden er av metallhydrid.

Elektrolytten er en etsende alkalisk løsning der de viktigste ingrediensene er kalsiumhydroksid og natriumhydroksid. Elektrolytten er innkapslet som innebærer at bare små mengder kan lekke ut i forbindelse med en kollisjon.



Batterimoduler

$$\text{DC } 201 - 288 \text{ V} = 1,2 \text{ V} \times X \text{ celler} \times Y \text{ moduler}$$

Kilde: Toyota Sweden AB

Litium-ion batterier

Det finnes mange hundre typer litium-ion batterier. Innholdet i batteriet kan være fast, halvt fast eller flytende. Ofte finnes både drivstoff og kjemisk bundet oksygen i innholdet.

Kjemiske reaksjoner kan forekomme i en celle som medfører at cellen blir overopphetet.

Dette kan medføre risiko for spredningseffekter og eksplosjon i hele batteriet.

Batteritemperaturer over 80 grader innebærer farer. Ved 120 grader starter ofte en situasjon med overrusing. Batteripakken er bygget opp av en mengde seriekoblede celler.

Superkondensatorer

Superkondensatorer samler opp og gir tilbake bremseenergi på et overlegent sett sammenliknet med batterier. En superkondensator kan lagre forholdsvis lite energi i forhold til et batteri. Men den kan ta imot eller gi fra seg høy effekt i løpet av en kort tid.

Superkondensatoren er derfor mer egnet i trafikk med mange starter og stopper. For tiden finnes disse bare i hybridlastebiler og busser samt i visse eksklusive sportsbiler.

OBS! Innkapslingen for den elektriske energien får ikke under noen omstendigheter brytes opp eller fjernes. Følgen av dette kan bli store eller livstruende elektriske skader.

Brann i batteripakken, montert eller demontert

I loven om beskyttelse mot ulykker (2003:778, 2. kap. §2) beskrives hvilke krav på brannbeskyttelse som gjelder: **Finnes det noe slik på norsk?**

Skyldigheter for ägare eller nyttjanderättshavare till byggnader och andra anläggningar

2 § Ägare eller nyttjanderättshavare till byggnader eller andra anläggningar skall i skälig omfattning hålla utrustning för släckning av brand och för livräddning vid brand eller annan olycka och i övrigt vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand.

5. Ansvarsspørsmål

Spørsmål om ansvar knyttet til Elsikkerhetsverkets forskrifter og almene råd (ELSÄK-FS 2006:1) samt Svensk standard SS- EN 50110-1, som er tillempinger ved inngrep i elektriske systemer for framdrift.

Foretak som arbeider med kjøretøy med helt eller delvis elektrisk system for fremdrift, og først og fremst de utpekte personene med relevant utdanning og ansvarsområde, har alltid ansvar for at arbeidet utføres på ut fra alle synspunkter og på en sikker måte og at gjeldende forskrifter og tolkning følges.

For å få en så sikker håndtering som mulig av el-hybrid- og elektriske kjøretøy følger en i første hånd bilfabrikantens håndbøker og anvisninger. Dersom bilprodusentens spesielle verktøy kreves anvendt skal disse brukes.

Vær klar over at skader på personer eller eiendom i forbindelse med en ulykke der denne har sin årsak i opprinnelig brist i selve kjøretøyet, altså produsentfeil svarer bilprodusenten bare etter loven om produsentansvar. For skader som kommer av feilaktige anvisninger utført av bilprodusenten eller dens representant i Norge svarer bilprodusenten.

For at et foretak skal få utføre arbeide på relevante høyspenningskomponenter i fremdriftssystem i elektriske- eller el-hybridkjøretøy må foretaket peke ut og utdanne personale etter bilprodusentens krav. Utpekt personale kan med fordel gjennomgå utdanning i "sikker håndtering av kjøretøy med system for høy spenning" for å få kunnskap om ansvarsområdet og at virksomheten skjer på en sikker måte. Personen skal ha mulighet for å kontrollere og gripe inn for å endre på det han/hun finner er feil.

Arbeidsgiveren har ansvar for å se etter at utpekte personer har riktig utdanning, kunnskap angående sine arbeidsoppgaver, arbeidsområde og sitt ansvarsområde. Annet arbeid som ikke berører relevante høyspenningskomponenter i systemet for fremdrift i elektriske- eller el-hybridkjøretøy får utføres av annet personale, med kunnskap om systemer med høy spenning.

Forskrift (1957:601) om elektriska starkströmsanläggningar

EISÄK-ES 2006:1

Elsäkerhetsverkets föreskrifter om allmänna råd om elsäkerhet vid arbete i yrkesmässig verksamhet.

God elsäkerhetsteknisk praxis

2 § Vid arbete där det finns elektrisk fara skall säkerhetsåtgärder vidtas enligt god elsäkerhetsteknisk praxis, så att betryggande säkerhet uppnås för dem som deltar i arbetet. Säkerhetsåtgärderna skall vara grundade på en risikobedömning.

Arbeidsgiverens arbeidsmiljøansvar

Arbeidsgiveren (VD og/eller styreleder) har hovedansvaret for at arbeidsmiljøet. Under visse forutsetninger kan arbeidsoppgavene i arbeidsmiljøet fordeles. En oppgavefordeling legges normalt på personer med arbeidsledende stilling. Det er dette en kaller arbeidsmiljøansvar eller beskyttelsesansvar. Ansvar vinnes også for aktører, produsenter, leverandører m.fl., men disse behandles ikke her (Arbeidsmiljølovens kap. 3 §5-§14 beskriver dette i detalj).

For å gjøre en oppgavefordeling kreves det at noen forutsetninger oppfylles:

- Det skal finnes et behov.
- Den oppgavetildelte skal ha kompetanse i forekommende oppgaven.
- Skal ha myndighet til å fatte beslutning og gjøre tiltak.
- Skal ha resurser for dette i form av økonomiske midler, tilgang til personale, utstyr, lokaler, tid og kunnskap.
- Stedfortreder utpekes ved fravær av betydning. Den som har fått oppgaven tildelt skal kunne returnere oppgavetildelingen, når forutsetningen for å klare oppgaven ikke fins.

Beskyttelsesansvar – er aktuelt når noe har hent

Om de overstående forutsetningene ikke blir oppfylt så kan et arbeidsmiljøansvar, eller beskyttelsesansvaret flyttes eller deles av flere i organisasjonen. Et tilsyn fra Arbeidstilsynet kan resultere i at brister påvises som beror på at lov eller forskrifter ikke følges. I dette tilfelle vil det foregå en kommunikasjonsprosess med mulighet for å foreta en rettelse. Men om det ikke skjer kan fortsatt regelbrudd resultere i straff, eller i visse tilfelle bot.

Både i arbeidsmiljøloven og forskriftene finnes paragrafer med direkte straffe straffereaksjoner. Og i de tilfellene kan en oppgavefordelingen innebære at ansvaret legges på det nivå der oppgavefordelingen presiserer dette straffeforelegget. Arbeidsmiljøansvaret kan rettes mot både fysiske og juridiske personer.

En forutsetning for dette er uaktsomhet.

Det kan en være om man:

- Avviker fra nødvendig aktsomhet.
- Ikke følger forskrift i lov eller regulering fra myndighet.
- Ikke følger forføyning eller påbud.
- Ikke følger interne instruksjoner, bruksanvisninger eller metode.
- Ikke følger godkjent teknisk standard.
- Organisasjonsmessige brister gjennom planlegging, utdanning, instruksjon eller tilsyn.

Straffeansvar/ansvar for skadested – er aktuelt om en ulykke inntreffer

Straffeansvar kan aldri delegeres. Og det er i domstolen ansvaret plasseres.

Et forsett eller en uaktsomhet kreves ved domstolen. Her er også BrB 3:7,3:8,3:9 aktuella vi personskada, dessutom finns BrB 3:10 – ”Åsidosatt arbetsmiljölagens krav på förebyggande av ohälsa eller olycksfall”. I straffeskalaen finnes dagsbot, fengsel, strafforelegg og foretaksbot. Straffeansvar kan bare rettes mot fysisk person.

Det er ikke uvanlig at flere i organisasjonen blir mål for straffeforfølgelse. Ofte beror dette på at fordelingen av oppgaver er utydelig, uaktuell eller inneholder alle deler i ovenfor beskrevne punkter.

Arbeidsgiver har hovedansvaret og skal se til at et hvert arbeide eller handling utføres på en slik måte at kravet på sikkerhet for de ansatte oppfylles – se punktene nedenfor. Arbeidsgiver skal forvisse seg om at arbeidstakeren har dokumentert kompetanse og verktøy som behøves for å utføre arbeidet på en fagmessig måte. Han skal også vite hvilke risiko som kan være forbundet med arbeidet. Arbeidsgiveren delegerer siden oppgavene under ansvaret med f.eks. å separere og markere/skilte opp en bil før arbeide.

Se: Spenningsbeskyttende arbeidsmåte side 23.

Ansvar for elektrisk arbeid på kjøretøy med el- og el-hybrid

På en arbeidsplass skal det finnes en ansvarlig for elektrisk arbeid og ved behov en stedfortreder. Begge skal ha dokumentert kompetanse, nødvendige ressurser og kapasitet. Ansvarlig for elektrisk arbeid går god for at handling er tatt for å oppnå tilfredsstillende sikkerhet for bedriftens personale på arbeidsplassen. Ansvarlig for elektrisk arbeid er den personen som har fått en arbeidsoppgave med å ta ansvar for at arbeide med relevante høyspenningskomponenter i el-hybrid og elektriske kjøretøy utføres på et fra alle synspunkter en riktig måte.

Elektrisk ansvarlig skal:

- Være virksom på arbeidsplassen
- Ha dokumenter kunnskap om arbeidsoppgavene, sikkerhet og ansvar
- Kjennskap til lovgivning og arbeidsmiljø
- Kjennskap til risiko bedømming og gyldig risikoanalyse for kjøretøyet
- Ulykkesforebyggende handlinger – se arbeidsmiljøloven

6. Kompetansekrav

Et personlig kompetansebevis skal utstedes etter at ansvarlig for elektrisk arbeide personlig har gått igjennom utdanningen på en godkjent måte. Utdanningens lengde og innhold er avhengig av bilmerke eller bilmodell samt type elektrisk eller el-hybrid kjøretøy.

Ansvarsområde samt verkstedets virksomhet om det er reparasjon skadereparasjon, servise eller bildemontering. Ansvarsområdet skal oppdateres ette behov.

Stillingsbeskrivelse

- a) Ansvarlig for elektrisk arbeid skal ha personlig gyldig kompetanse på aktuelt bilmerke
- b) Tekniker eller mekaniker: Øvrige arbeidere skal ha produkt- og komponentkunnskap i elektriske- og el-hybridkjøretøy
- c) Øvrige mekanikere skal kunne vise diplom etter gjennomgått allment grunnkurs eller tilsvarende eller på samme nivå som programområde for VG2 kjøretøy

De forskjellige utdanningene skal inneholde følgende hovedområder:

Ansvarlig for elektrisk arbeid

- a) Kompetanse for bilmerke
- b) Dokumentert produktkunnskap
- c) Kunnskap om plikter og ansvarsområde
- d) Forståelse av gjeldende
- e) Kunnskap om el- og hybridsystemer
- f) Kunnskap om forskjellige typer av hybriddrift
- g) Kunnskap om sikkerhet og risiko

Tekniker og mekaniker

- a) Almen informasjon om elektriske eller el-hybride kjøretøy
- b) Forståelse av sikkerhet og risiko
- c) Forståelse av komponentene i elektriske hybridsystem
- d) Kunnskap om sikkerhet og risiko
- e) Hva en kan gjøre eller ikke gjøre uten bevis på kompetanse om høyspenningsdelen

Allmenn grunnutdanning

- A) Kunnskap om ulike typer av hybriddrift
- B) Kunnskap om sikkerhet og risiko
- C) Hva en får eller ikke får gjøre uten bevis på kompetanse om delen med høy spenning

7. Arbeidsplass, verktøy og lokaler

Verktøy, utstyr og utrustning samt avsatt arbeidsplass skal bare brukes etter bilprodusentens anvisninger. Finnes behov for isolert verktøy eller utstyr skal disse brukes. Arbeidene skal utføres på anvist plass.

Når arbeid på et HV-system utføres skal kjøretøyet være merket på en klar og tydelig måte slik at det på ingen måte kan forbindes med en kunde eller medarbeider. Merkingen kan gjøres med skilt eller fargetilpasset sperrebånd eller tape. Dette kan festes på alle bilens dører.

OBS! Et kjøretøy får ikke forlates uten overvåking med spenningsførende deler eller komponenter!

Lading og lagring

Håndtering av HV-batterier for lading og lagring skal følge bilfabrikantens anvisninger.

OBS! HV-batterier skal lagres i tørre rom.

8. Håndtering av risiko

Allment

Følgende tekst finnes angitt i ELSÄK-FS 2006:1:

”2 § Vid arbete där det finns elektrisk fara skall säkerhetsåtgärder vidtas enligt god elsäkerhetsteknisk praxis, så att betryggande säkerhet uppnås för dem som deltar i arbetet. Säkerhetsåtgärderna skall vara grundade på en riskbedömning.

3 § Den som vid arbete tillämpar säkerhetsåtgärder som följer någon annan standard eller praxis än svensk standard skall dokumentera sin riskbedömning och utfärda anvisningar. Anvisningarna skall ge instruktioner till dem som skall utföra arbetet om de säkerhetsåtgärder som skall vidtas. Detsamma gäller om svensk standard måste kompletteras med hänsyn till arbetets karaktär”.

Et arbeid skal alltid ved at sikkerhetsbestemmelser etter bilfabrikkens anvisninger og minst etter gjeldende bransjepraksis. Hovedregelen er at arbeid skal foregå på biler med spenningsløst HV-system i system for el-hybrider og elektriske fremdrift.

Det er viktig å vite at de elektriske komponentene i elektriske- og el-hybridbiler, som for eksempel elektriske motorer, energilagere og elektrisk kraftomformer ofte har høyere spenning enn hva som har forekommer i konvensjonelle biler. Disse høyere spenninger, kan som i en vanlig stikkontakt være farlig. Det er viktig å vite at en elektrisk motor i en el- eller el-hybrid kan generere farlig spenning når den roterer. I en hybridbil kan dette være ekstra viktig ettersom farlig spenning da kan genereres når for eksempel en forbrenningsmotor er i gang, selv om det elektriske energilageret er koblet fra!

OBS! Hvis frakobling ikke er mulig skal andre sikkerhetstiltak foretas, om nødvendig, ved behov bruke verneutstyr, som kreves av bilprodusenten som isolert verktøy og lignende.

Ved bruk av personlig verneutstyr reduserer risikoen for elektrisk strømgjennomgang. Se: Personfare side 22.

Arbeid

Med arbeid innbefatter et hvert arbeid på komponenter i et HV-system.

Elektrisk fare

Det som gjør den høye elektriske faren særlig farlig er at den ikke er synlig. Mange andre farer kan en se eller høre, og dermed unngå dem.

Man bruker å dele opp den elektriske fare i personfare og brannfare. I forskrifter og standarder angis dette som beskyttelse mot elektrisk støt og beskyttelse mot termiske effekter, brann.

Personfare

Strøm gjennom kropp

Ved en strømgjennomgang er det tre faktorer som påvirker størrelsen av skade på menneskekroppen. Disse faktorene er:

- Størrelsen på strømstyrken
- Strømmens vei gjennom kroppen
- Tiden strømmen flyter gjennom kroppen

Strømstyrkens størrelse avhenger av faktorer som spenningsnivå og motstanden i kroppen. Målinger vist til i IEC 479-2 viser at menneskekroppen impedans ved fasespenning varierer mellom 990 Ω og 2085 Ω .

Som foreslått i ECE R 100 er grenser for farlig spenning 30 V AC eller 60 V DC. Noen bilprodusenter angir grensene for vekselstrøm til 25 V AC og DC 60 V DC.

For å få en strømgjennomgang når det arbeides i en elektrisk eller hybrid kjøretøyer skal kroppen samtidig komme i kontakt med spenningskildens begge poler. Disse spenningsnivåene er ofte mye høyere enn i en vanlig stikkontakt. Og dersom det ikke finnes beskyttelsen i form av en jordfeilbryter i kjøretøyer er det en fare for at skaden ved strømgjennomgangen blir betydelig høyere.

Gjennom bruk av personlig verneutstyr reduserer risikoen for elektrisk strøm passasje.

OBS! Bransjen anbefaler at en eller flere personer har gått gjennom på en godkjent måte et relevant HLR-kurs og at det er tilgang til en defibrillator eller hjertestarter på hver arbeidsplass.

Beskyttelse mot termiske virkninger som brann

Lysbuefall

En lysbue oppstår ved kortslutning av spenningskilder med høyt energiinnhold, som for eksempel et bilbatteri. Selv bare et 12 volts bilbatteri gir en betydelig lysbue ved en kortslutning mellom batteripolene. Batterier til fremdriftssystemer for elektriske- og hybridbiler har en betydelig høyere energitetthet og en kortslutning kan da få store konsekvenser.

Ifølge fysikeren er det en lysbue som fører gassformig masse. Når luften mellom strømførende deler stiger over 3000 grader Celsius tapper luften sine elektriske isolerende egenskaper og en lysbue tennes. Lysbuen utvikler en meget stor energimengde i form av varme og lys. En rask trykkøkning oppstår og varme gasser dannes. Varmen i senter av lysbuen kan stige opp til mellom 3000 og 6000 °C. Dette betyr at stål og kobber ikke bare smelter, men materialet går over til gassform.

Den høye temperaturen kan forårsake alvorlige brannskader og kan også antenne brennbare materialer i sin nærhet.

OBS! Tenk på hvilket drivstoff hybridbil er tanket med.

For å unngå lysbuer må kjøretøyet alltid være i strømløs tilstand i henhold til produsentens instruksjoner før start av arbeide.

Risikovurdering

Vurderingen som ligger til grunn for planlegging av sikkerhet (se sjekklister i vedlegg 1).

Elsikkerhetsplanlegging sikrer atskillingen av spenningen på en sikker arbeidsmåte.

Ansvarlig for elektrisk arbeid bør alltid, før start av arbeide, utføre en planlegging av elektrisk sikkerhet i henhold til produsentens anvisninger og gjeldende forskrifter og krav

Det inkluderer å sikre at kun autorisert person utfører arbeide og riktig teknisk informasjon for kjøretøyet har blitt tatt frem for å redusere risikoen for å utføre en kontrollert utløsning av spenningen for å sikre at drivsystemet er frakoblet – altså åpen krets.

Deretter skal kjøretøyet markeres ved å merke med skilt eller på annen måte vise at drivsystemet ikke er strømførende. Videre skal ansvarlig for elektrisk arbeid sikre at det ikke er noen risiko for kjøretøyets elektriske system utilsiktet bli strømførende eller koblet til strømførende nett under arbeidets utførelse av andre enn en autorisert person.

OBS! Et HV-system kan drives i opp til 10 minutter etter utkobling.

Se bilprodusentens anvisninger.

Spenningsbeskyttende arbeidsmåte betyr at en tekniker ikke på noe tidspunkt risikerer fare ved at med kroppsdeler, uisolertredskap eller verktøy å komme i kontakt med farlige spenninger. Dette kan gjøres ved at for eksempel kvalifisert person sørger for at kjøretøyet er spenningsløst og merkes på en klar og sikker måte, Se side 20 "Ansvarlig for elektrisk

arbeid". Under arbeidet, brukes det sikkerhetsutstyret bilprodusenten gir. Etter avsluttet arbeid kontrollerer samme personen at alle systemer er koblet til riktig, og deretter settes kjøretøyet under spenning.

Avsluttende arbeid

Ansvarlig for elektrisk skal etter at arbeidet er avsluttet forsikre seg om at kjøretøyet er satt under spenning og at alle sikkerhetsregler, beskyttelser og blokkeringer er tatt vekk. Videre påse at deler og komponenter, som utbyttede batterier lagres eller lades på angitt sted. Sluttkontrollen av kjøretøyet gjøres i henhold til produsentens instruksjoner og at kjøretøyet etter utført arbeid oppfyller standarden og sikkerheten av bilen som produsenten har vist til.

9. Punkter å tenke på

- 1 Ansvarlig person for elektrisk arbeid har ansvar for arbeidet
- 2 Utfør risikobedømmingen på arbeidsplassen
- 3 Utfør en risikoanalyse der det foreligger en risiko for elektriske farer ved den enkelte kjøretøymodell
- 4 Anvist arbeidsplass brukes
- 5 Spenningen skal brytes
- 6 Kjøretøyet skal merkes som spenningsløst etter kontroll
- 7 HV-systemet kan være under spenning i opp til 10 minutter etter utkobling.
Se bilprodusentens instruksjoner
- 8 Ikke utsett visse batterityper for temperaturer for over 80 grader da dette kan innebære fare.
Se tidligere punkt "Litium-ion batteri" side 16.
- 9 Etter avsluttet arbeid og etterkontroll sette kjøretøyet under spenning
- 10 Ta vekk markeringen om at kjøretøyet er spenningsløst
- 11 Kontrollert alle kjøretøyets berørte funksjoner

10. Lover, forskrifter og terminologi

Lovgivning

Følgende lover, standarder og håndbøker som beskriver sikker håndtering av kjøretøy med helt eller delvis elektrisk fremdriftssystem:

- Elektrisk sikkerhet Administration-bestemmelser og retningslinjer (ELSÄK 1999:5) om definisjoner og forklaringer
- Elsikkerhet luftfartsmyndigheter (ELSÄK - FS 2006:1), og generelle råd om elektrisk sikkerhet på arbeidsplassen profesjonell virksomhet.
- De relevante delene av den svenske standarden (EN 50110-1) vedrørende vedlikehold av elektriske anlegg .
- Arbetsmiljöverket regelverk (AFS 2006:4) om bruk av arbeidsutstyr .
- Arbetsmiljöverket regelverk (AFS 2001:1) på systematisk arbeid og generelle råd om anvendelsen av forskriften

- Arbeidsmiljøloven (SFS 1977:1160) , kapittel 3 , § 2 gir informasjon om arbeidsgivers primære ansvar for arbeidsforholdene
- regler for autorisasjon (ECE R 100) elektriske biler med hensyn til design og sikkerhet
- I loven om beskyttelse mot ulykker (2003:778) kapittel 2 . § 2 beskriver krav til brannsikringen som gjelder.

Terminologi

Ansvarlig for elektrisk arbeid på hybrid- og elektriske kjøretøy = person med dokumentert kompetanse hvor arbeidet er å ha ansvar for gjennomføring av et elektrisk arbeid og å ta ansvar for sikkerhetstiltakene på elektriske arbeider.

Elektrisk energilager = lager av elektrisk energi som batterier, kondensatorer, ol.

HV-spenning = Spenning med høy volt som ikke overstiger 1000 V AC eller 1500V DC

HV-systemet = System for spenning med høy volt

Kompetansebevis = Et personlige dokumenter eller sertifikater som bekrefter kunnskapen til personens.

11. Kildehenvisninger

(1) **Hva er en elbil?** - En lynkurs i elbil ukjent verden av Greta Björling og Gustav Degerman
Prosjekt i miljøbevisst utforming KTH mai 2010

(2) Andre bilder i henhold til henvisningen

Bilag 1: Hjelpemiddel til ansvarlig for elektrisk arbeid

OBS! Dette må utføres der risiko for elektrisk far kan forekomme
-som for eksempel ved hver ny bilmodell

Risikanalyse før arbeid

	Ja	Nei	Ikke aktuelt
1 Finnes produsentens aktuelle instruksjoner i bilen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Kan kjøretøyet HV-drivsystemet kobles helt fra?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hvis svaret er ja:			
a) Finnes verneutstyr etter anvisningene?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Finnes angitt arbeidsplass?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c) Finnes isolert verktøy og utstyr?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hvis svaret er nei, skal situasjonen vurderes av ansvarlig for elektrisk arbeid på elektriske og elektriske hybrider.			
3 Finnes riktig verktøy og utstyr tilgjengelig?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Har personen rett kompetanse til å gjøre arbeide?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
a) Ansvarlig for elektrisk arbeid med attestasjon/ sertifikat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Kunnskap om krav til sikkerhet og forskrifter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Er kjøretøyet merket ifølge krav?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Er risikovurdering og risikoanalyse utført?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

