BMK3103 / VG3 BILFAGET

# Elbil og hybrid

Fagbok for lette kjøretøy · 24. november 2026.

## Innhold


Elbil, hybrid, hydrogen og gass

Battericeller, moduler og batteripakke

BMS og cellebalansering

Kontaktorer og forladning

Isolasjonsovervåking

Inverter og trekkmotor

Ombordlader og DC-hurtiglading

DC/DC-omformer

Regenerativ bremsing

Gass, hydrogen og brenselcelle

Hybridens driftsmoduser

Kraftbegrensning under hurtiglading

Isolasjonsavvik som følger en forbruker

# Elbil, hybrid, hydrogen og gass

**Identifiser energibærerne før arbeidet starter. En stillegående bil kan være kjøreklar. En hydrogenbil kan ha både høyspenningsbatteri og trykksatt hydrogensystem.**

Høyvolt / high voltage; batteristyring / battery management system (BMS); ombordlader / onboard charger; brenselcelle / fuel cell; komprimert naturgass / CNG

Læremål 10 11 19 · Se målmatrisen

## Virkemåte og komponenter

Ved AC-lading omformer ombordladeren vekselstrøm til likestrøm for batteriet. Inverteren styrer strømmen til trekkmotoren. DC/DC-omformeren forsyner lavspenningsnettet. BMS overvåker blant annet temperatur og cellespenning. Ved regenerering går energi fra hjulene via motoren tilbake til batteriet innenfor systemets begrensninger. Hybrid kombinerer forbrenningsmotor og elektrisk drift. Brenselcellen omdanner hydrogenets kjemiske energi til elektrisk energi.

## Symptom, mulige feil og kontroll

Ved klage på svak regenerering sammenlignes batteriets temperatur og ladetilstand med bilens energibegrensninger. Ved ladefeil skill mellom AC og DC, kjøretøy og ladested, før komponent pekes ut. Dokumenter hvilken funksjon som faktisk virker.

## HMS

Skade, lekkasjevarsel eller ukjent energistatus krever stans og sikring av området. Bruk bilens beredskaps-/verkstedinformasjon og kvalifisert personell. Frakoblet 12 V alene dokumenterer ikke spenningsløs tilstand. Gass krever vurdering av lekkasje, ventilasjon, tennkilder og lokalets egnethet. HSE og AFDC beskriver farer, norske rettskrav må hentes separat.

## Til eksamen

Beskriv energiveien og hvilket risikomoment som gjenstår etter at bilen er slått av. Ingen universell frakoblingsrekkefølge eller ventetid.

## Les videre

Alternative Fuels Data Center: How Do All-Electric Cars Work? (Originalkilde – krever internett.) · Electric and hybrid vehicles - HSE (Originalkilde – krever internett.) · Alternative Fuels Data Center: Natural Gas Fuel Safety (Originalkilde – krever internett.) · Alternative Fuels Data Center: How Do Fuel Cell Electric Vehicles Work Using Hydrogen? (Originalkilde – krever internett.) · MIRAI_OM_USA_OM62023U (Originalkilde – krever internett.)

## Arbeidsgang og dokumentasjon

# Battericeller, moduler og batteripakke

**Hurtigoppslag** · traction battery, cell, module, HV battery

Serieforbindelse øker spenning. Parallellforbindelse øker kapasitet ved samme nominelle spenning. Pakken omfatter også mekanisk beskyttelse, temperaturmåling og tilkoblinger.

**Typisk symptom:** Rekkevidden avtar selv med høy vist ladetilstand.

**Mulige årsaker:** Temperatur, økt kjøremotstand, redusert brukbar kapasitet eller celleavvik.

**HMS:** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

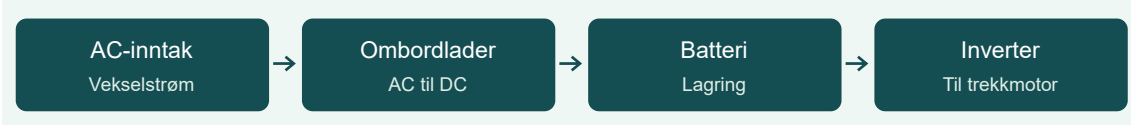
### Utfyllende teknisk forklaring

Seriekoblede grupper fører samme strøm. En svak gruppe kan derfor nå sin minste eller største tillatte spenning før de andre gruppene og begrense hele pakken. Les spenningsforskjeller ved kjent last og temperatur. En enkelt hvilemåling sier mindre om forskjeller i indre motstand.

### Kontroll, måling og faglig begrunnelse

Registrer forbruk og betingelser. Sammenlign cellegrupper under lik belastning og vurder temperatursprik. Ulik rekkevidde mellom sommer og vinter alene gir ikke en batteridiagnose.

Systemforklaring og sammenheng




Energi ved AC-lading og elektrisk drift. De to første leddene viser lading. De to siste viser energiveien videre under drift. DC-hurtiglading går utenom ombordladeren.

## Videre oppslag

BMS og cellebalansering · Kontaktorer og forladning

Kompetansemål 10, 11, 12, 19 · Symptomregister

## Kildegrunnlag

Alternative Fuels Data Center: How Do All-Electric Cars Work? (Originalkilde – krever internett.) · Battery management unit | HELLA (Originalkilde – krever internett.) · Thermal management in electric and hybrid vehicles | HELLA (Originalkilde – krever internett.)

# BMS og cellebalansering

**Hurtigoppslag** · battery management system, celleovervåking, batteristyring

Batteristyringen overvåker strøm, spenning og temperatur og beregner grenser for lading og utlading. En enkelt begrensende cellegruppe kan styre hele pakkens tilgjengelige effekt.

**Typisk symptom:** Effekten begrenses ved lav ladetilstand.

**Mulige årsaker:** Kald pakke, avvikende cellegruppe eller normal beskyttelsesstrategi.

**HMS:** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

### Utfyllende teknisk forklaring

Cellebalansering kan redusere forskjeller i ladetilstand mellom grupper. Den gjenskaper ikke tapt kapasitet i en svekket celle. Skill en vedvarende forskjell etter balansering fra et midlertidig avvik ved ulik temperatur eller nylig belastning.

### Kontroll, måling og faglig begrunnelse

Les begrensningsgrunn og sammenlign høyeste og laveste gruppespenning ved hvile og last. Kontroller plausible temperatursignaler før en celle dømmes. Bruk kun godkjent diagnosegrensesnitt.

Systemforklaring og sammenheng




Energi ved AC-lading og elektrisk drift. De to første leddene viser lading. De to siste viser energiveien videre under drift. DC-hurtiglading går utenom ombordladeren.

## Videre oppslag

Battericeller, moduler og batteripakke · Kontaktorer og forladning

Kompetansemål 10, 11, 12, 19 · Symptomregister

## Kildegrunnlag

Battery management unit | HELLA (Originalkilde – krever internett.) · Alternative Fuels Data Center: How Do All-Electric Cars Work? (Originalkilde – krever internett.)

# Kontaktorer og forladning

**Hurtigoppslag** · HV contactor, precharge, høyvoltinterlock, HVIL

Kontaktorer kobler høyvoltbatteriet til drivkretsen. Forladning begrenser innkoblingsstrøm til kapasitive laster. Styringen vurderer sikkerhetsbetingelser før innkobling.

**Typisk symptom:** Bilen går ikke i kjøreklar tilstand.

**Mulige årsaker:** Svakt lavspenningssystem, åpen sikkerhetssløyfe, isolasjonsfeil eller uteblitt forladning.

**HMS:** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

### Utfyllende teknisk forklaring

Kondensatorer i effektelektronikken kan lagre energi etter at batteriets kontaktorer er åpnet. «Åpen» i diagnoseverktøyet er en styringsstatus. Den erstatter ikke sikker fastsettelse av spenningsløs tilstand ved arbeidsstedet etter bilens prosedyre.

### Kontroll, måling og faglig begrunnelse

Les lavspenning, systemstatus og avbruddsgrunn. Skille mellom manglende tillatelse og komponent som ikke følger en tillatt kommando. Ikke forbikoble interlock eller kontaktorer for å fremtvinge start.

Systemforklaring og sammenheng




Energi ved AC-lading og elektrisk drift. De to første leddene viser lading. De to siste viser energiveien videre under drift. DC-hurtiglading går utenom ombordladeren.

## Videre oppslag

BMS og cellebalansering · Isolasjonsovervåking

Kompetansemål 10, 11, 12, 19 · Symptomregister

## Kildegrunnlag

Battery management unit | HELLA (Originalkilde – krever internett.) · Electric and hybrid vehicles - HSE (Originalkilde – krever internett.)

# Isolasjonsovervåking

**Hurtigoppslag** · insulation monitoring, isolation fault, isolasjonsfeil

Overvåkingen vurderer elektrisk isolasjon mellom høyvolt og chassis. Fukt, skadet kabel eller feil i tilknyttet komponent kan redusere isolasjonen.

**Typisk symptom:** Høyvoltvarsel oppstår i fuktig vær.

**Mulige årsaker:** Inntrengning, kabelskade eller isolasjonssvikt i en last.

**HMS:** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

### Utfyllende teknisk forklaring

En isolasjonsfeil kan være felles for flere lastgrener som deler en mellomkrets. En tidsmessig sammenheng med bruk av klimakompressoren kan hjelpe kvalifisert personell å velge undersøkelsesgren. Den gir ikke grunnlag for å frakoble en høyvoltkabel som prøve.

### Kontroll, måling og faglig begrunnelse

Registrer tidspunkt og hvilke laster som var aktive. Sikre bilen og følg fabrikantens diagnostiske beslutningsgang. En generell isolasjonstester kan skade tilkoblet elektronikk. Bruk kun autorisert målemetode.

Systemforklaring og sammenheng




Energi ved AC-lading og elektrisk drift. De to første leddene viser lading. De to siste viser energiveien videre under drift. DC-hurtiglading går utenom ombordladeren.

## Videre oppslag

Kontaktorer og forladning · Inverter og trekkmotor

Kompetansemål 10, 11, 12, 19 · Symptomregister

## Kildegrunnlag

Battery management unit | HELLA (Originalkilde – krever internett.) · Electric and hybrid vehicles - HSE (Originalkilde – krever internett.)

# Inverter og trekkmotor

**Hurtigoppslag** · power inverter, traction motor, electric drive unit

Inverteren styrer strøm fra DC-mellomkretsen til motorfasene. Motorens magnetfelt skaper dreiemoment. Ved gjenvinning går energien tilbake mot batteriet.

**Typisk symptom:** Drivsystemet begrenser moment etter lengre belastning.

**Mulige årsaker:** Termisk beskyttelse, begrensning fra batteriet eller redusert kjøling.

**HMS:** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

### Utfyllende teknisk forklaring

Under fremdrift reguleres motorens moment etter førerønske innenfor strøm- og temperaturgrenser. Hvis varmeavledningen svikter, kan styringen tillate lavere moment uten at motorkomponentene er mekanisk skadet. Sammenlign begrensningssignaler før større demontering.

### Kontroll, måling og faglig begrunnelse

Sammenhold tillatt batterikraft, ønsket motormoment og temperatur i drivsystemet. Hvis tilgjengelig effekt allerede er begrenset av batteriet, trenger ikke inverteren være feilårsaken.

Systemforklaring og sammenheng




Energi ved AC-lading og elektrisk drift. De to første leddene viser lading. De to siste viser energiveien videre under drift. DC-hurtiglading går utenom ombordladeren.

## Videre oppslag

Isolasjonsovervåking · Ombordlader og DC-hurtiglading

Kompetansemål 10, 11, 12, 19 · Symptomregister

## Kildegrunnlag

Alternative Fuels Data Center: How Do All-Electric Cars Work? (Originalkilde – krever internett.) · Thermal management in electric and hybrid vehicles | HELLA (Originalkilde – krever internett.)

# Ombordlader og DC-hurtiglading

**Hurtigoppslag** · OBC, onboard charger, AC charging, DC fast charging

Ved AC-lading gjør ombordladeren strømmen egnet for batteriet. Ved DC-lading står hovedomformingen i ladestasjonen. Begge trenger kommunikasjon og tillatelse fra bilen.

**Typisk symptom:** AC-lading svikter mens DC-lading fungerer.

**Mulige årsaker:** Feil i AC-tilførsel, kabel, ladeinnstilling eller ombordlader.

**HMS:** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

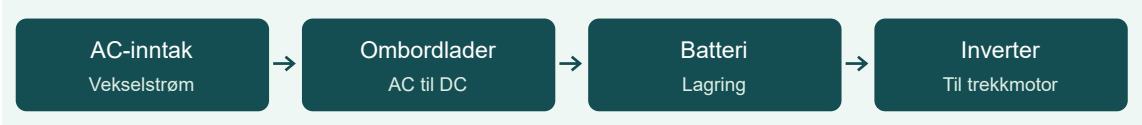
### Utfyllende teknisk forklaring

Hvis én AC-kabel bare feiler ved ett ladepunkt, er det nyttig å variere enten kabel eller ladepunkt om gangen. En lav oppgitt ladehastighet kan også være normal fordi bil, kabel eller installasjon begrenser strømmen. Dokumenter hva bilen faktisk ba om.

### Kontroll, måling og faglig begrunnelse

Registrer feilen ved et kjent fungerende ladepunkt og kontroller bilens ladegrense og tidsstyring. Fungerende DC avgrenser feilsøkingen mot AC-spesifikke ledd, men beviser ikke at ombordladeren er defekt.

Systemforklaring og sammenheng




Energi ved AC-lading og elektrisk drift. De to første leddene viser lading. De to siste viser energiveien videre under drift. DC-hurtiglading går utenom ombordladeren.

## Videre oppslag

Inverter og trekkmotor · DC/DC-omformer

Kompetansemål 10, 11, 12, 19 · Symptomregister

## Kildegrunnlag

Alternative Fuels Data Center: How Do All-Electric Cars Work? (Originalkilde – krever internett.) · Battery management unit | HELLA (Originalkilde – krever internett.)

# DC/DC-omformer

**Hurtigoppslag** · DC converter, auxiliary battery charger, lavspentforsyning

Omformeren leverer energi fra høyvoltsystemet til lavspenningsnettet. Et svakt 12 V-batteri kan hindre at bilen i det hele tatt når tilstanden der omformeren aktiveres.

**Typisk symptom:** Lavspenningsvarsel selv med ladet høyvoltbatteri.

**Mulige årsaker:** Svakt hjelpebatteri, sikring, ledningsfall eller uteblitt omformeraktivering.

**HMS:** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

### Utfyllende teknisk forklaring

På en elbil kan et lavspenningsproblem se ut som et høyvoltproblem fordi styreenheter og kontaktorer trenger lavspent forsyning for å starte. Test ved hjelpestrømbatteriet først når bilen er uklar. Forsøk på høyvoltarbeid er ingen nødvendig første test.

### Kontroll, måling og faglig begrunnelse

Logg spenningen ved batteriet før og etter at bilens styring ber om lading. Vurder strøm og last samtidig. Lav spenning i avslått bil er ikke alene en funksjonstest av omformeren.

Systemforklaring og sammenheng




Energi ved AC-lading og elektrisk drift. De to første leddene viser lading. De to siste viser energiveien videre under drift. DC-hurtiglading går utenom ombordladeren.

## Videre oppslag

Ombordlader og DC-hurtiglading · Regenerativ bremsing

Kompetansemål 10, 11, 12, 19 · Symptomregister

## Kildegrunnlag

Alternative Fuels Data Center: How Do All-Electric Cars Work? (Originalkilde – krever internett.) · Interpretation of battery tests (Originalkilde – krever internett.)

# Regenerativ bremsing

**Hurtigoppslag** · regenerative braking, brake blending, energigjenvinning

Motoren arbeider som generator ved retardasjon. Batteriets tillatte ladeeffekt, hastighet og veigrep begrenser gjenvinningen. Friksjonsbremsene må fortsatt være operative.

**Typisk symptom:** Bilen ruller lenger ved gassoppslipp etter fullading.

**Mulige årsaker:** Høy SOC, lav temperatur, endret førerinnstilling eller systemfeil.

**HMS:** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

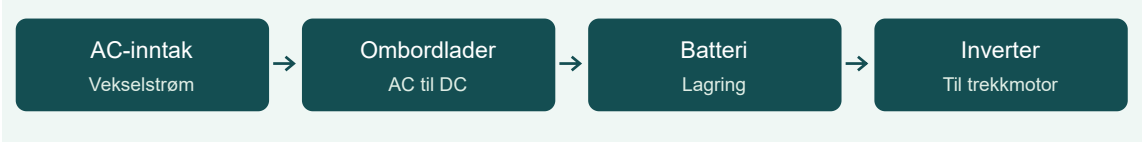
### Utfyllende teknisk forklaring

Batteriet kan ta imot mindre effekt nær full ladning eller ved lav temperatur. Da må friksjonsbremsene dekke mer av retardasjonen. På biler med samordnet bremsestyring kan lik pedalbruk derfor gi ulik energifordeling mellom elektrisk og mekanisk brems.

### Kontroll, måling og faglig begrunnelse

Sammenlign visning av tilgjengelig gjenvinning med ladetilstand, temperatur og kjøremodus. Skill endret motorbrems fra faktisk feil på driftsbremsen. Kontroller bremsesystemene separat ved sikkerhetsklage.

Systemforklaring og sammenheng




Energi ved AC-lading og elektrisk drift. De to første leddene viser lading. De to siste viser energiveien videre under drift. DC-hurtiglading går utenom ombordladeren.

## Videre oppslag

DC/DC-omformer · Gass, hydrogen og brenselcelle

Kompetansemål 10, 11, 12, 19 · Symptomregister

## Kildegrunnlag

Alternative Fuels Data Center: How Do All-Electric Cars Work? (Originalkilde – krever internett.) · Battery management unit | HELLA (Originalkilde – krever internett.) · Instructions for disassembly... - Car fitting (Originalkilde – krever internett.)

# Gass, hydrogen og brenselcelle

**Hurtigoppslag** · CNG, fuel cell, FCEV, hydrogendrift

En brenselcelle produserer elektrisitet fra hydrogen og oksygen. En CNG-bil bruker komprimert naturgass som drivstoff. Trykksatt lagring krever egne prosedyrer i tillegg til eventuelle elektriske farer.

**Typisk symptom:** Varsel om hydrogenlekkasje eller skade på gassbeholder.

**Mulige årsaker:** Reell skade, registrert lekkasje eller systemvarsel som må håndteres etter beredskapsplan.

**HMS:** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

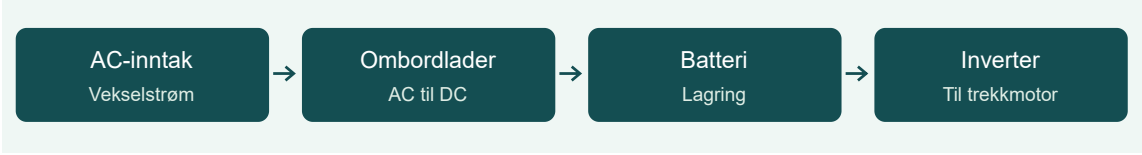
### Utfyllende teknisk forklaring

I en brenselcellebil kan høyvoltbatteriet levere kortvarig effekt og ta imot regenerert energi. En trykkbeholder lagrer hydrogen uavhengig av om bilen er kjøreklar. Sikring av elektrisk drift alene fjerner derfor ikke risikoen ved gasslagringen.

### Kontroll, måling og faglig begrunnelse

Unngå tennkilder og bring mennesker i sikkerhet ved mistenkt lekkasje. Hydrogen kan ikke påvises sikkert med luktesansen. Bruk beredskapskortet for riktig bil. En redningsveiledning gir ikke autorisasjon til tankarbeid.

Systemforklaring og sammenheng




Energi ved AC-lading og elektrisk drift. De to første leddene viser lading. De to siste viser energiveien videre under drift. DC-hurtiglading går utenom ombordladeren.

## Videre oppslag

Regenerativ bremsing · Hybridens driftsmoduser

Kompetansemål 10, 11, 12, 19 · Symptomregister

## Kildegrunnlag

MIRAI_OM_USA_OM62023U (Originalkilde – krever internett.) · Lokalt kildenotat · Alternative Fuels Data Center: Natural Gas Fuel Safety (Originalkilde – krever internett.) · Alternative Fuels Data Center: How Do Fuel Cell Electric Vehicles Work Using Hydrogen? (Originalkilde – krever internett.)

# Hybridens driftsmoduser

**Hurtigoppslag** · HEV, PHEV, hybrid electric vehicle, plug-in hybrid

I en hybrid kan motor, generator og forbrenningsmotor dele fremdriftsarbeidet. En ladbar hybrid kan også fylle batteriet fra nettet. Driftsmodus velges etter effektbehov, temperatur og energistatus.

**Typisk symptom:** Forbrenningsmotoren starter selv om bilen har ladning.

**Mulige årsaker:** Varmebehov, systemvedlikehold, høy effektforespørsel eller en begrensning i elektrisk drift.

**HMS:** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

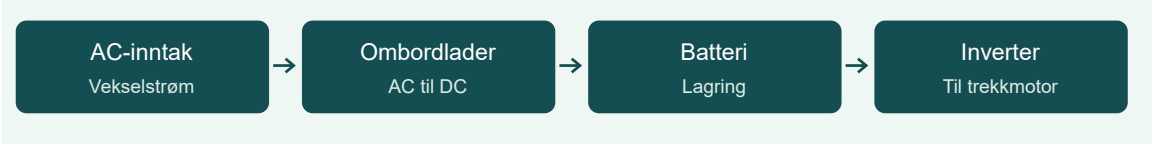
### Utfyllende teknisk forklaring

En hybrid kan starte forbrenningsmotoren selv om føreren opplever at bilen står stille. En verkstedkontroll av motorrommet krever at bilens sikre servicetilstand er avklart. På prøvekjøring dokumenteres om motorstarten ble bestilt av energistyringen.

### Kontroll, måling og faglig begrunnelse

Sammenlign valgt kjøremodus med lade- og temperaturstatus. Finn produsentens vilkår før systemet vurderes som defekt. Sikre bilen mot automatisk motorstart ved inspeksjon.

Systemforklaring og sammenheng




Energi ved AC-lading og elektrisk drift. De to første leddene viser lading. De to siste viser energiveien videre under drift. DC-hurtiglading går utenom ombordladeren.

## Videre oppslag

Gass, hydrogen og brenselcelle · Regenerativ bremsing

Kompetansemål 10, 11, 12, 19 · Symptomregister

## Kildegrunnlag

Alternative Fuels Data Center: How Do Hybrid Electric Cars Work? (Originalkilde – krever internett.) · Electric and hybrid vehicles - HSE (Originalkilde – krever internett.)

# Kraftbegrensning under hurtiglading

charging power taper, charging curve

**Hurtigoppslag.** Ladeeffekten faller mot slutten av økten uten varsel.

Både bil og ladepunkt kan begrense strøm. Ladetilstand og temperatur påvirker batteriets tillatte effekt. En fallende effektkurve alene skiller ikke normal beskyttelse fra feil.

### Velg prøve og tolk funnet

Registrer startprosent, temperatur, ønsket og faktisk effekt og eventuell stoppårsak. Sammenlign med fabrikantens opplysninger ved tilsvarende betingelser. Se etter avvik ved kjente ladepunkter fremfor å sammenligne bare maksimal markedsført effekt.

**HMS.** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

Ombordlader og DC-hurtiglading · Kompetansemål 10, 11, 12, 19

Alternative Fuels Data Center: How Do All-Electric Cars Work? (Originalkilde – krever internett.) · Battery management unit | HELLA (Originalkilde – krever internett.)

# Isolasjonsavvik som følger en forbruker

insulation warning under HVAC load

**Hurtigoppslag.** Høyvoltvarsel opptrer idet klimakompressoren blir aktiv.

Flere forbrukere deler en elektrisk mellomkrets. Tidsmessig samvariasjon kan avgrense en feilgren, men gir ikke i seg selv tilstrekkelig bevis for at kompressoren er defekt.

### Velg prøve og tolk funnet

Lagre samtidige statusdata og driftsvilkår. La kvalifisert personell følge sikker feillokalisering etter modellprosedyren. Ikke koble fra høyvoltkomponenter for å fremprovosere eller omgå feilstatus.

**HMS.** Arbeid på høyvolt krever rett kompetanse, sikkert arbeidsområde, egnet utstyr og modellens prosedyrer. Begrens innledende vurdering til sikker observasjon og godkjente diagnosefunksjoner.

Isolasjonsovervåking · Kompetansemål 10, 11, 12, 19

Battery management unit | HELLA (Originalkilde – krever internett.) · Electric and hybrid vehicles - HSE (Originalkilde – krever internett.)