

Information och rekommendationer

**Brandsäkerhet vid laddning och vid
hantering av krockskadade elfordon**

Laddning

Händelse/Utmaningar	Säkerhet	Rekommendationer
<p>Laddning > slitage/åldring (brandrisk pga slitage/åldring antas vara likvärdig som vid urladdning/normal körning)</p> <p>Större risker vid extrem värme eller kyla (normalt kan laddströmmen användas för att först värma/kyla batteriet innan laddning påbörjas)</p>	<p>Laddstation övervakar och kommunicerar med BMS:en > Tillåter inte laddning utan fungerande kommunikation > Låg sannolikhet för överladdning eller laddning av batteri med för låg cellspänning (kräver mätfel av BMS)</p>	<p>Tillverkare ska ge information/rekommendationer avseende laddning: t.ex. hur ofta och med vilken effekt fordonet kan snabbaddas och risker med att använda Mode 1 & 2 (vanligt vägguttag) för laddning (information/varning bör även finnas tillgänglig på avsedd laddkabel)</p> <p>Laddning i parkeringsgarage (eller liknande):</p> <ul style="list-style-type: none">• Placera (till att börja med) laddstolpar nära infarten för att underlätta vid insats (kort inträngningsväg/bättre ventilering). Säkerställ att annan utrymningsväg finns. Se över ventileringskapacitet• Undvik (till att börja med) placering av laddstolpar i direkt anslutning till annan verksamhet/entréer/trapphus mm.• Säkerställ tydlig skyltning så räddningstjänst vet att det är en laddplats• Tillhandahåll för räddningstjänst att enkelt kunna koppla från laddstation/laddpunkt från elnätet/energikällan• Minska risken för brandspridning genom att använda sprinkler och/eller stora parkeringsrutor (allmängiltig rekommendation)• Säkerställ snabb insats genom ett bra detektionssystem (allmängiltig rekommendation)
<p>Snabbaddning (ofta och med hög effekt) > Mer värmeuppbyggnad och slitage/åldring</p>		

Laddning forts.

Händelse/Utmaningar	Säkerhet	Rekommendationer
<p>Brand i externt elsystem (Många elsystem (t.ex. i privat bostad) är inte dimensionerat/testat för långvarig hög belastning)</p> <p>Stora fastigheter kan dessutom ha många potentiella laddpunkter där elsystemet inte är dimensionerat för att kunna använda alla samtidigt</p>	<p>Säkringar (förlängningskabel/långa elkablar kan orsaka att säkringen inte utlöser i tid trots höga strömmar)</p>	<p>Kräv installation av laddbox/laddstation där regelbunden laddning förväntas (installatör har skyldighet att säkerställa att hela elsystemet fram till laddpunkt är rätt dimensionerat)</p> <p>Vid temporär laddning via vanligt vägguttag eller motorvärmaruttag:</p> <ul style="list-style-type: none">• Den som laddar ska säkerställa att elsystemet är OK och rätt dimensionerat (undvik helst kontinuerlig laddning i flera timmar)• Förlängningsladd och gamla kopplingar/anslutningar ska inte användas (avsedd laddkabel ska gå direkt från fordon till uttag)
<p>Dålig kontakt/anslutning (t.ex. med strömavtagare för buss/tunga fordon)</p>	<p>Laddstation tillåter normalt inte laddning utan bra kontakt (övervakning av ström/resistans)</p>	
<p>Elvägar (kommande utmaning)</p>		<p>Utred riskerna/utmaningarna (t.ex. genom forskningsprojekt)</p>

Kollision

Händelse/Utmaningar	Säkerhet	Rekommendationer
Mindre kollision > stöt / chockpåverkan på batteriet	<p>Batteriplacering och konstruktion har stor inverkan på krocksäkerheten</p> <ul style="list-style-type: none">• Normalt placeras batteriet på personbil alltid mellan hjulaxlarna, dvs. inte i främre eller bakre krockzon• På buss är det i dag vanligast att placera batterierna på taket, men även andra placeringar är vanliga t.ex. bakom bakre hjulaxel i "traditionellt" motorrum• T.ex. UNECE Reg. 100 kräver endast krockprov framifrån och från sidan. Krockprov fokuserar normalt på personsäkerhet och inte på tillstånd på t.ex. batterier (dock får inte brand, explosion eller större läckage av elektrolyt förekomma i anslutning till provet) <p>Vid skada finns normalt flera lager av interna skyddssystem för att undvika kortslutning/haveri (t.ex. BMS, säkringar, kontaktorer, CID, PTC, mm)</p>	<p>Finns risk för skada på batteriet ska person med kompetens* göra en grundlig analys av batteriet i enlighet med fordonstillverkarens anvisningar. Tecken på att en grundlig analys behöver göras kan t.ex. vara:</p> <ul style="list-style-type: none">• Pyroteknisk enhet i fordonet har löst ut (krockväld över 10G)• Strukturell skada på fordonet (mer än plåtskador)• Potentiell vattenskada på batteriet• Annan synlig skada på eller i direkt anslutning till batteriet• Eventuella felkoder <p>Tillverkare bör se över om fler sensorer i batteripacket kan underlätta i riskanalysen (t.ex. rekommenderas accelerometer för att dels se om chockpåverkan varit större än vad som testats vid tillverkning, samt att lagra chockhistorik över tid)</p>
Kraftigare kollision > penetration eller deformation av batteriet		
Läckage av kylarvätska > kan resultera i kortslutning	<p>De flesta tillverkare har ett högt säkerhetstänk och tar inga risker vid potentiell skada på batteriet. T.ex. förekommer det att batteriet/fordonet skrotas om strukturell skada finns runt batteripacket, även om inga felkoder eller andra tecken på skada på batteriet finns</p> <p>Kylvätskeläckage kommer normalt detekteras och snabb åtgärd kan förhindra att brand uppstår till följd av detta</p>	<p>Se över kraven på krocktester (t.ex. krockprov bakifrån och krav på att inget läckage av kylarvätska får uppstå inuti batteripacket)</p> <p>För räddningstjänst:</p> <ul style="list-style-type: none">• Vid brand i batteriet är det fördelaktigt (för efterhantering) att låta batteriet brinna (om möjligt)• Övervakning bör ske tills fordonet har placerats på säker uppställningsplats alternativt att ingen risk för skada på batteriet har konstaterats

Termisk rusning och brand

Händelse/Utmaningar	Säkerhet	Rekommendationer
<p>Brännbar och toxisk gas (brandrisk, explosionsrisk, toxisk risk)</p> <p>Desto högre laddningsnivå (SOC) desto snabbare gasgenerering/värmeutveckling</p> <p>Risk för kärlexplosion av battericell eller batteripack (pga. övertryck) om gaserna inte ventileras tillräckligt</p>	<p>Forskning/utveckling pågår för att ersätta brännbar elektrolyt och t.ex. minska fluorinnehåll</p> <p>Vid flygtransport av batterier finns krav på låg laddningsnivå (<30% SOC). Generellt klassas lösa batterier som farligt gods vid all transport. Dock finns inga krav (på de integrerade batterierna) vid transport av t.ex. fordon</p> <p>Säkerhetsventil eller svag punkt/svetsningska förhindra kärlexplosion</p>	<p>Håll avstånd (>50 m) vid brand/ventilering (toxisk risk). I vindriktning kan längre avstånd krävas för att undvika rök-/gasexponering.</p> <ul style="list-style-type: none">Mer forskning behövs för att utreda hur stora riskerna är och vilka skydd som är tillräckliga <p>Undvik ansamling av brännbara gaser vid ventilering från batteriet (explosionsrisk):</p> <ul style="list-style-type: none">Tillverkaren bör designa batteriet så att gaser ventileras till utsidan av fordonet och inte ansamlas i utrymmen på fordonetÖppna parkeringshus är fördelaktigt (för att hantera explosionsrisk)I relativt slutna utrymmen (t.ex. parkeringsgarage) kan mycket omfattande ventilation krävas. Fler studier/beräkningar på realistiska scenarion rekommenderas
<p>Propagering mellan celler/moduler</p>	<p>Passiva skydd (avstånd, isolerande material, kontaktyta, mm)</p> <p>Aktiva skydd (kylsystem, släcksystem)</p> <p>Tester visar att kylning/släckning invändigt i batteripacket har god potential att förhindra/dämpa propagering redan med små mängder vätska, jämfört med kylning/släckning från utsidan som kan kräva mycket stora mängder.</p>	<p>Inför propageringskrav för batteripack (är på gång, men exakt tillvägagångsätt diskuteras fortfarande)</p> <p>Utred möjligheten med integrerade släcksystem alternativt design som tillåter räddningstjänst att komma åt batteriet och kyla invändigt (felanvändning kan uteslutas genom att access endast är möjlig efter att batteriet har ventilerat, alternativt att det finns en mekanisk svag punkt som räddningstjänst kan penetrera)</p>

Termisk rusning och brand forts.

Händelse/Utmaningar	Säkerhet	Rekommendationer
Brandspridning från/till batteri	<p>Genomtänkt design (batteriplacering, brandväggar, kontrollerad ventilering från batteriet, mm)</p> <p>Släcksystem kan förhindra/fördröja brandspridning. (Utanför batteripacket kan en batteribrand likställas med en gasbrand där batteriet likställs med gasläckaget. Förutom att dämpa branden och förhindra brandspridning kan släckning även resultera i att explosionsrisk uppkommer)</p>	<p>Om släcksystem installeras ska riskanalys genomföras för att optimera placering/utformning och minimera risken för gasexplosion</p> <p>För räddningstjänst:</p> <ul style="list-style-type: none">• Fokusera först på att släcka fordonsbranden då det inte är säkert att batteriet är involverat (om inte branden startat i batteriet tar det normalt ganska lång tid innan det blir involverat, särskilt om det är placerat lågt i fordonet)• Vid brand i batteriet är det fördelaktigt (för efterhantering) att låta batteriet brinna (om möjligt)
Brandspridning från fordon		Se "bärgning/bogsering" och "verkstad/demontering"

Bärgning/bogsering

Händelse/Utmaningar	Rekommendationer
Termisk rusning och brand Återantändning	<p>Höj kunskapsnivån för bärgare, inför nya rutiner och instruktioner (bärgaren ansvarar för fordonet efter överlämning från räddningstjänst)</p> <p>Räddningstjänsten bör ta ansvar för övervakning av fordonet tills fordonet placerats på säker uppställningsplats alternativt att ingen risk för skada på batteriet har konstaterats (se "kollision")</p> <p>IR-kamera kan användas för att få referensvärde (t.ex. efter brand för att se att temperaturen på batteriet sjunker) Observera att IR-kameran inte kan mäta den faktiska (lokala) temperaturen i olika celler/moduler och kan därför ge upphov till falsk säkerhet</p> <p>Gör en riskbedömning! Vid stor risk, undvik bärgning genom tunnlar, på färja eller på andra kritiska rutter</p> <p>Placera ett skadat elfordon på säker uppställningsplats</p> <ul style="list-style-type: none">• Utomhus (fördelaktigt med väderskydd, särskilt om batteriet är exponerat)• >10 m till byggnad (och andra känsliga objekt i händelse av brand)• >2 m till andra fordon och annat brännbart material <p>2 m säkerhetsavstånd förhindrar ofta brandspridning, men t.ex. i vindriktningen kan längre avstånd krävas. Många anger 10 m (eller mer) som rekommenderat säkerhetsavstånd, men för t.ex. en verkstad kan det bli ohållbart att avsätta >300 m² för varje enskilt fordon ($\pi \times (10)^2 > 300$)</p>
Fordonet börjar driva/köra	Stäng av fordonet och bryt strömmen till 12/24 V batteriet. Säkerställ att fordonet är förankrat
Hjälptest via urladdat 12/24 V batteri	<p>Generellt ska hjälpstart på elfordon inte göras då det finns risk att komponenter skadas. Tillverkare ska ge information om och hur hjälpstart eller laddning av 12/24 V batteri kan göras</p> <p>(Då 12/24 V batteriet är urladdat fungerar inte BMS:en och man vet då inte status på traktionsbatteriet, dock öppnas kontaktorer vid spänningsbortfall vilket förhindrar skada på batteriet)</p>

Verkstad/demontering

Händelse/Utmaningar	Rekommendationer
Termisk rusning och brand Återantändning	<p>Finns risk för skada på batteriet (se "kollision")? Vid risk för skada ska person med kompetens* göra en grundlig analys av batteriet i enlighet med fordonstillverkarens anvisningar.</p> <p>Gör alltid en riskbedömning</p> <ul style="list-style-type: none">• Vissa mekaniska eller elektrokemiska risker resulterar inte i felkod• Om man inte kan läsa av felkoder (t.ex. pga. skada på BMS:en) så anta att batteriet är allvarligt skadat• Om man inte kan läsa av laddningsgrad (SOC) så anta att det är 100% SOC (worst case)• Ska arbete utföras som kan påverka batteriet är det viktigt att kommunikation med batteriet upprättas (även om batteriet inte antas vara skadat) <p>Anpassa rutiner (t.ex. arbete som kan utföras, arbetsyta, kompetens, riskreducerande åtgärder mm) beroende på skadeomfång och riskbedömning</p> <p>Utred möjliga metoder att sänka laddningsgraden (lägre SOC = lägre risk)</p> <ul style="list-style-type: none">• Tillverkare bör utreda möjligheten att koppla extern last till samma port som används för laddning (urladdning styrs då av BMS som kommunicerar med extern last)• Tillverkare bör utreda möjligheten för t.ex. demonterare att med extern last påtvinga urladdning (t.ex. vid skada på BMS:en)• Om användning av extern last möjliggörs bör gränssnitt standardiseras• Batteri med omfattande skador kan dräneras på energi genom att dränkas i saltvatten, eldas upp eller malas sönder i kross. Utred vidare om dessa alternativ ska användas på helt fordon eller om demontering av batteri med omfattande skador kan göras utan risk för personskador <p>För rekommendationer angående säker uppställningsplats och ev. användning av IR-kamera se "bärgning/bogsering"</p>
Elchock	<p>Följ tillverkarens instruktioner och använd avsedda verktyg</p> <p>Säkerställ spänningslöst system > mät alltid (kontaktorerna kan vara svetsade pga. kortslutning)</p>