

V O L V O



Volvo Bussar och elsäkerhet

# SÄKERHET OCH ELBUSSAR

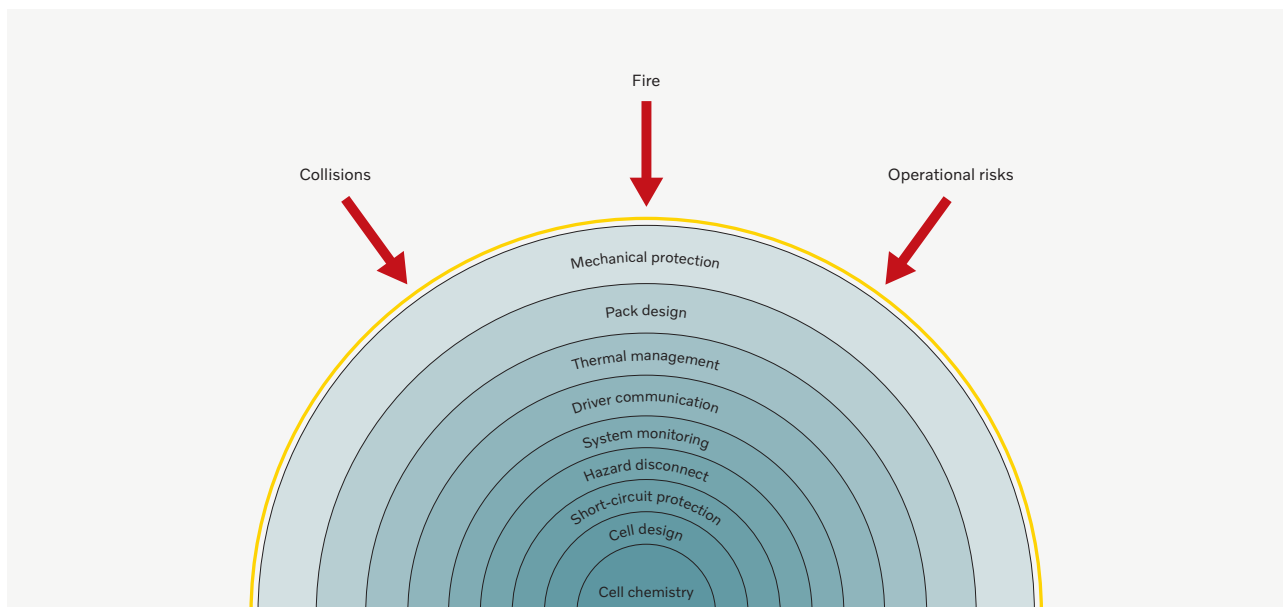
Volvo Buses

## Innehåll

En holistisk säkerhetsarkitektur	3
Riskfaktorer	4
ESS-övervakningsprocess	5
En kedja av skyddsfunktioner	6
Mekaniskt skydd	7
Termiskt och elektriskt skydd	8
Säkerhet i depå och verkstad	9

# En holistisk säkerhetsarkitektur

Införandet av elbussar innebär ett tekniksifte och med det följer en viss osäkerhet – speciellt för nya användare. Elbussar och konventionella bussar har för det mesta samma säkerhetsrelaterade egenskaper – men viktiga skillnader är drivlinan och energilagringen. Det är därför Volvos säkerhetsarkitektur börjar i kärnan och inkluderar alla aspekter av fordonets design.



## Volvos integrerade säkerhetssystem

Säkerhet handlar inte bara om specifika funktioner och system, det handlar också om hur de interagerar. När något oväntat inträffar kan det ena ibland leda till det andra. Det är därför hela fordonet, från kärnan av battericeller till den övergripande fordonsdesignen, ses som ett system.

## Säkerhetsfunktioner

Redan i varje battericell finns förebyggande funktionalitet. På modul- och batteripacksnivå finns det sensorer och autonoma funktioner som förhindrar att saker och ting eskalerar när något inträffar. Och på fordonsnivå övervakas alla funktioner så att föraren, och trafikledningen, kan larmas om en risk upptäcks.

## Förarkommunikation

Förarens huvuduppgift är att ta passagerarna till deras destination, säkert och i tid. Det är bara när föraren behöver ingripa som det inbyggda

säkerhetssystemet i en Volvo-elbuss skickar ut en varning eller ett meddelande. Att undvika överflödigt information hjälper föraren att hålla fokus.

## Föreskrifter och standarder

När det gäller fordonssäkerhet finns det en mängd olika regler och föreskrifter. För elektriska drivlinor är R100-standarden, med sina olika versioner, central för biltillverkarna och nämns ofta i anbudsunderlagen. Standarden beskriver en mängd parametrar som ska beaktas och testas. Alla elfordon från Volvo Bussar följer R100-standarden.

För testmetoder och procedurer finns flera internationella standarder. Ett exempel är SAE J2464, som beskriver en rad olika tester som kan användas för att testa felaktig användning av uppladdningsbara energilagringssystem (RESS) för el- och hybridfordon. <https://unece.org/sites/default/files/2024-01/R0100r3e.pdf> [https://www.sae.org/standards/content/j2464\\_200911/](https://www.sae.org/standards/content/j2464_200911/)

Kontakta din Volvo Bussar-återförsäljare för mer information.

# Risikfaktorer

Det finns inga indikationer på att elbussar innebär större risker än konventionella bussar. Alla fordon är förknippade med vissa risker men för elfordon ser dessa lite annorlunda ut än för diesel- och gasfordon. De huvudsakliga riskerna delas in i fyra kategorier relaterade till: drift, kollisioner, brand och service.



## Driftrelaterade risker

Litiumjonbatterier är känsliga för felaktig användning som överladdning och överdriven urladdning. Överladdning kan inträffa om felaktig eller olämplig laddningsutrustning används, eller om säkerhetsprocedurer försummas. I ett elfordon från Volvo finns det dock flera nivåer av säkerhetsfunktioner, vilka syftar till att förebygga effekterna av felaktig användning.

## Kollisioner

Om en kollision skulle inträffa kan en kraftig stöt skada högspänningskablar och golvmonterade batterier. Takmonterade batterier kan skadas vid en vältolycka. Om fordonet välter kan takmonterade batterier skadas. Och om denna skada är tillräckligt allvarlig kan läckage uppstå. I värsta fall kan fordonet börja brinna på grund av interna kortslutningar. Dragbatteripaket väger hundratals kilo och kan utgöra en risk för andra trafikanter vid en kollision, om de inte är ordentligt fastsatta i karosskonstruktionen.

**Kontakta din Volvo Bussar-återförsäljare för mer information.**

## Brand

Det är viktigt att understryka att elfordon inte är mer benägna att fatta eld än fordon med förbränningsmotor. Faktum är att tillgängliga data tyder på motsatsen. Rapporterade data \* indikerar att brandfrekvensen för elfordon rent generellt är 8–20 gånger lägre än för fordon med förbränningsmotor. De statistiska uppgifterna är dock begränsade. När ett elfordon tar eld brinner det längre, men långsammare, och tiden fram till maximal brandstyrka är längre än för ett fordon med förbränningsmotor. Detta beror på att skadade battericeller släpper ut elektrolyt gradvis, medan en sprucken diesel- eller bensintank kan orsaka en mycket intensiv brand eller till och med en explosion.

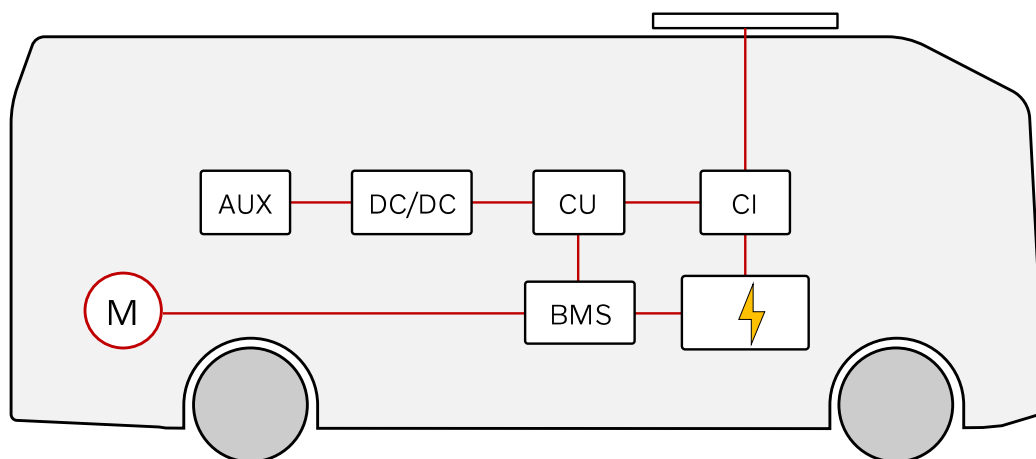
## Service

I depåer och verkstäder kan 600V-komponenterna nås av servicepersonalen. Även om det finns flera nivåer av säkerhet i en Volvobuss går det inte att blunda för risken för elstötar. Därför får endast certifierade tekniker utföra underhåll på högspänningskomponenter.

\* Rapport från RISE: Ellastbilar – Brandsäkerhetsaspekter, Jonna Hynynen, 2023-06-26.

# ESS-övervakningsprocess

Batterihälsa och prestanda är avgörande faktorer i elbussar. Batterihanteringsystemet reglerar laddnings- och urladdningsström, samt styr kylning och uppvärmning av batteriinstallationerna, för att säkerställa optimala förhållanden för batterierna.



## Övervakning

Centralenheten, CU, och batterihanteringsystemet, BMS, utför kontinuerligt funktionell övervakning av temperatur, ström och tryck på cell-, paket- och systemnivå. Övervakning utförs av flera parallella system. Skulle något tröskelvärde överskridas kommer strömmen att stängas av.

## Säkerhetsfönstret

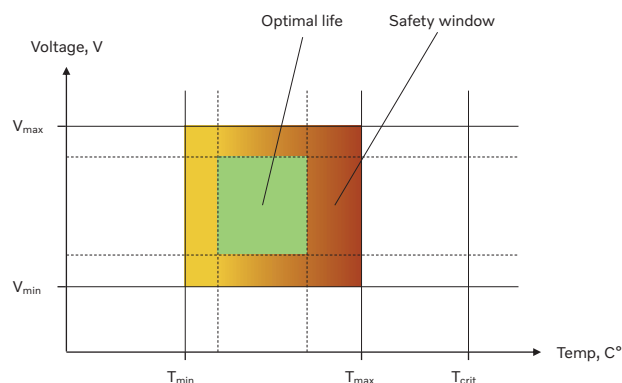
Säkerhetsfönstret är en visualisering av battericellens funktionsmiljö. Det har ett fastställt intervall för temperatur och spänning, inom vilket driften är säker. Avvikelse från dessa värden påverkar både prestanda och livslängd:

- Temperatur: Om temperaturen håller sig ovanför säkerhetsgränsen – eller ofta överskrider den – kan det uppstå en intern kortslutning i cellen, vilket i sin tur leder till gasutsläpp eller termisk rusning.
- Spänning: Spänning utanför säkerhetsfönstret kommer långsamt att försämra cellen och kan orsaka säkerhetsproblem.

## Aktiv kontroll

För att hålla cellen i optimalt skick – och med god marginal inom ramen för säkerhetsfönstret – har den centrala styrenheten (CU) och batterihanteringsystemet (BMS) till uppgift att kontinuerligt:

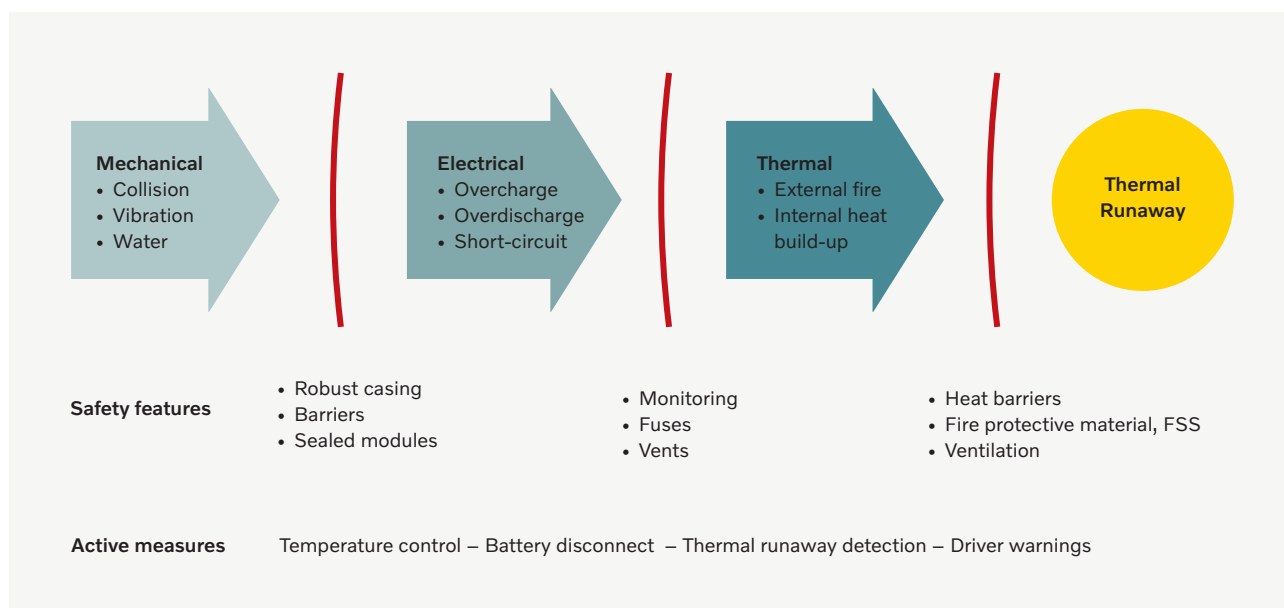
- övervaka temperatur och spänning
- styra kylningen
- kontrollera spänning/ström
- aktivera varnings- och kontrollfunktioner om parametrar är utanför säkerhetsfönstret
- koppla ur batteriet i händelse av fara.



Kontakta din Volvo Bussar-återförsäljare för mer information.

# En kedja av skyddsfunktioner

Energilagring ska alltid skyddas från alla typer av missbruk. Skador på ett batteri kan leda till flera riskscenarier och eskalering av händelser. Därför har Volvos elbussar flera nivåer av säkerhetsfunktioner som förhindrar att problemen fortskrider.



## Den farliga händelsekedjan

Battericellen är i centrum för elsäkerheten. Mekaniska skador kan leda till elektriska problem, vilket resulterar i inre värmealstring och i värsta fall termisk rusning och i slutändan brand.

## Mekaniska barriärer

Battericellen är mekaniskt skyddad från kollision, vibrationer och vattenedsänkning. De viktigaste funktionerna är det förseglade modulhöljet, det robusta stålhöljet på batteripaketet och kollisionsbarriärerna samt de energiabsorberande strukturerna i chassidesignen.

## Elektriska barriärer

Om det sker en tryckökning i en battericell kopplas den automatiskt ur och kommer inte längre att ingå i energilagret. Detta kommer också att hända om spänning utanför det tillåtna intervallet detekteras. Vid högt tryck öppnas en säkerhetsventil. För hela batteripaketet kommer säkringar att koppla bort det från kretsen.

## Termiska barriärer

En battericell har ett definierat område för temperatur och spänning, inom vilket driften är säker. Under drift är hela energilagringssystemet temperaturstyrt av ett separat kyl-/värmevätskebaserat system. Om temperaturen stiger skyddas intelliganda celler och moduler av värmebeständiga material.

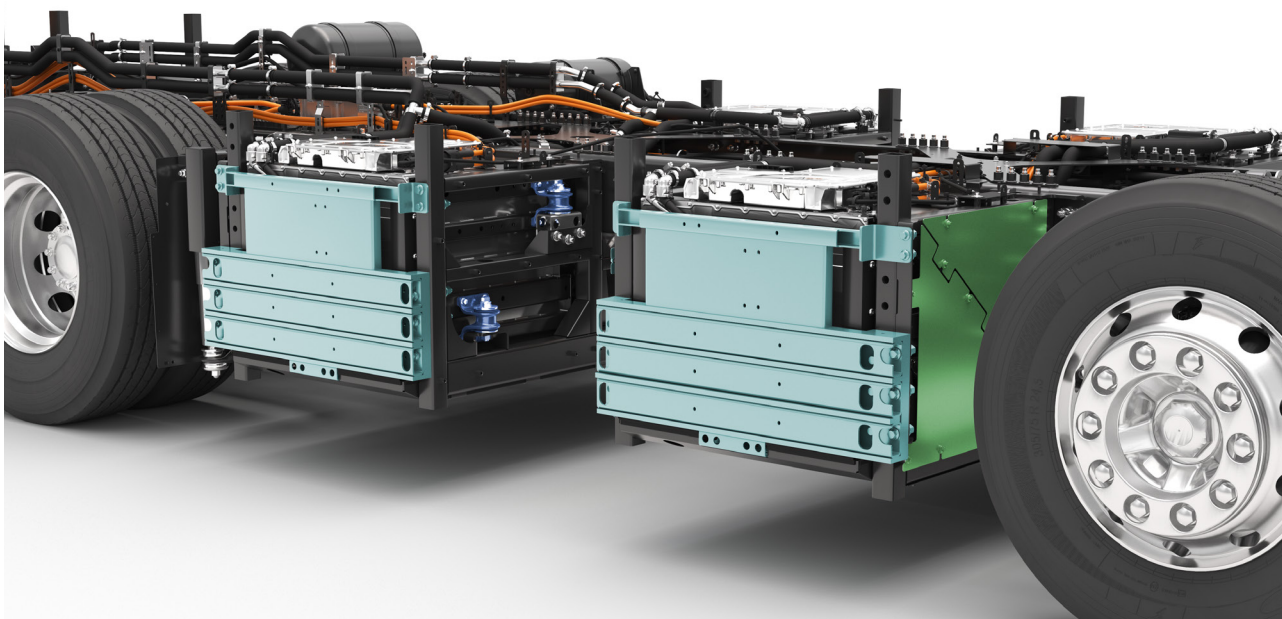
## Aktiva åtgärder

Temperaturkontrollen av batterier minskar aktivt risken för felfunktion. Dessutom övervakar säkerhetssystemet flera parametrar och kopplar bort batterier för att eliminera ytterligare skadliga omständigheter. Systemet spårar också aktivt tecken på termisk rusning och aktiverar varningar till föraren.

Kontakta din Volvo Bussar-återförsäljare för mer information.

# Mekaniskt skydd

Mekaniskt skydd är det första säkerhetsskiktet, efter den övergripande fordonsarkitekturen. Krockskydd vid kollision är en viktig designparameter, i likhet med ett kontrollerat mekaniskt beteende vid exempelvis vältolyckor.



## Skyddande strukturell design

Hela drivlinan och energilagret är placerat och förpackat för att maximera skyddet vid en eventuell kollision. Elektronik och kablage skyddas av chassits huvudbalkar för att undvika exponering för krockkrafter. Batterierna har egna stålburar som omsluter batteripaketet med skyddande stålbalkar. Strukturerna som omger batterierna är testade för att klara energin från en tvåtonsbil som färdas i 60 km/h.

## Säkerhetsmontering

Batterierna är stadigt monterade på chassiramen med en noggrant beräknad balans mellan fasthet och flexibilitet. I en situation där ett annat fordon kolliderar med bussen vid batteriplatsen kommer den mekaniska strukturen att vara tillräckligt robust för att förhindra direkta skador, men också för att absorbera

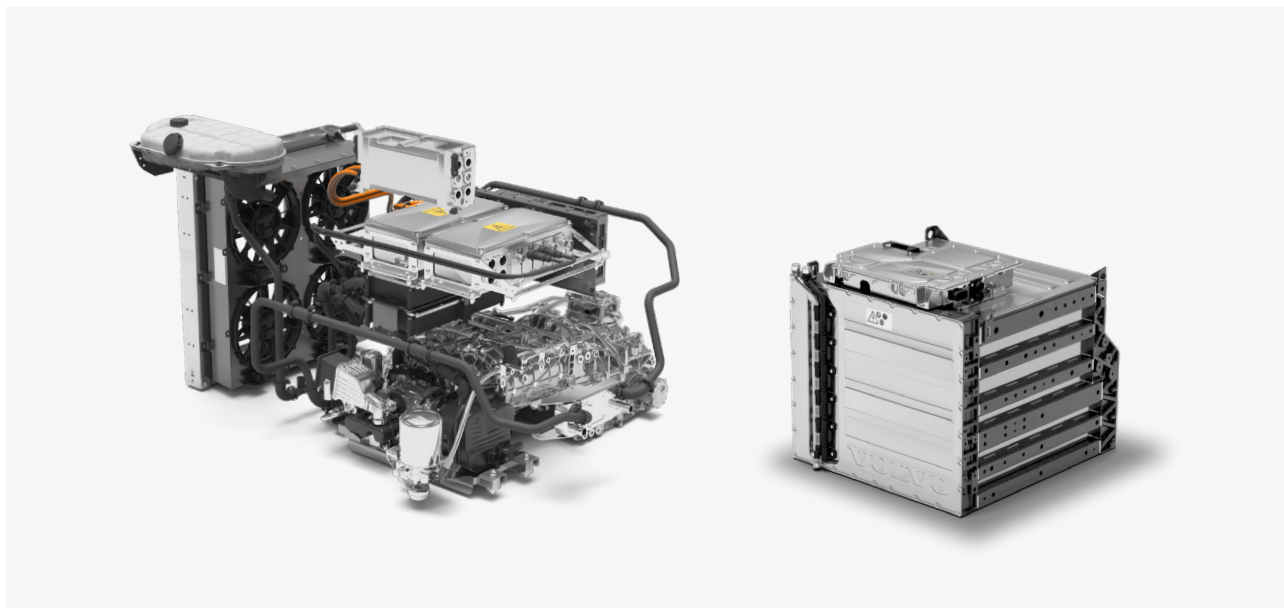
krockkraften. För takmonterade batterier uppfyller monteringen samma mekaniska säkerhetsstandarder som de som gäller för högtrycks-CNG-tankar som används i gasbussar.

## Robust batteripackskåpa

I Volvos batterier är cellerna monterade i moduler, vilket ger mekaniskt skydd, vibrationsdämpning och värmeisolerings. Varje modul rymmer ett antal celler och ett antal moduler sätts samman till ett batteripack. Modulerna monteras ihop i en struktur, för att möjliggöra uppvärmning och kylning, för optimal prestanda. Batteripaketets robusta stålhölje är en integrerad del av det mekaniska skyddet.

# Termiskt och elektriskt skydd

En elbuss transporterar en betydande mängd energi, som överförs via ett högspänningssystem. Om frigörandet av energin störs är värmealstring det primära resultatet. Det är därför som de elektriska och termiska skyddsfunktionerna samverkar nära.



## Elektriskt skydd

Batterierna och alla elektriska komponenter övervakas kontinuerligt av batterihanteringssystemet och centralenheten. Om en avvikelse upptäcks kan celler, pack och hela drivsystemet kopplas bort. Högspänningskablarna övervakas av HVIL-kretsen (Hazardous Voltage Interlock Loop). Om kretsen bryts kopplas batteriet bort vid källan. Dessutom övervakas isolationsmotståndet och om värdena är för låga kommer strömmen att stängas av.

Eftersom överladdning är en riskfaktor kommunicerar Volvos elbussar med laddningsutrustningen. Dessutom följs alla relevanta fordonparametrar upp under laddningsprocessen. För föraren finns en nödbrytare.

## Termisk kontroll

Energilagringssystemet, som inkluderar batterierna, och hela drivlinan övervakas och temperaturkontrolleras. För batterierna är det avgörande att alla parametrar håller sig inom säkerhetsfönstret – både av säkerhetsskäl och för batterihälsan på lång sikt. Termisk kontroll tillhandahålls av separata vätskebaserade kyl- och värmesystem. För högsta möjliga tillförlighet och ostörd drift är dessa system fristående från HVAC-installationen.

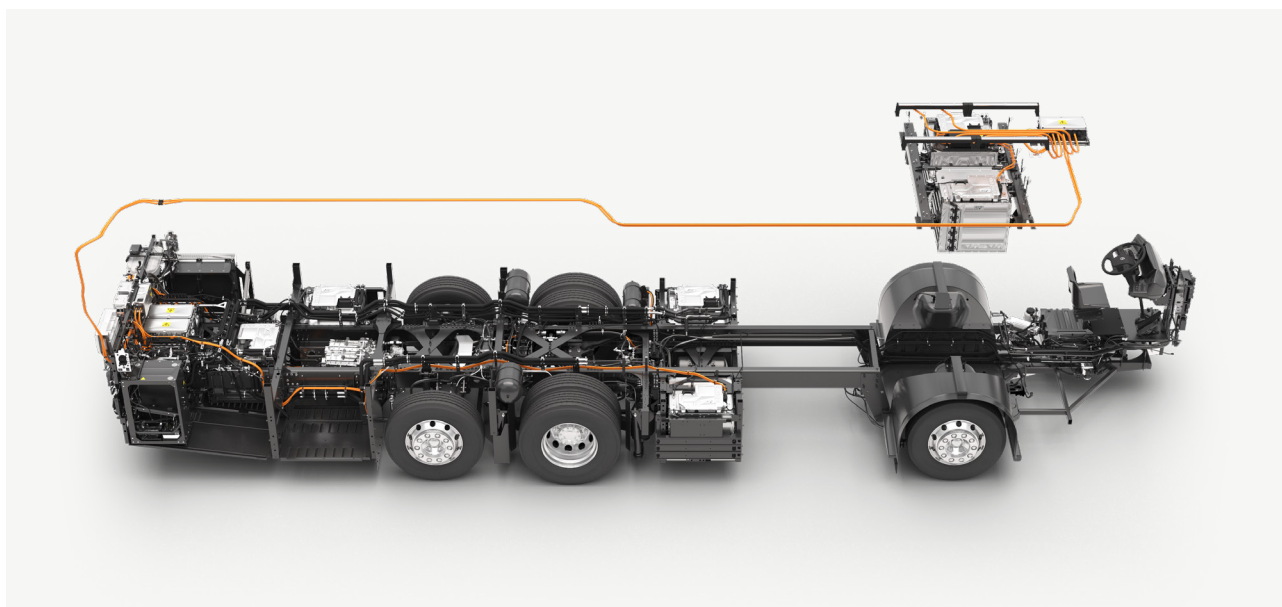
Inuti batterierna finns lager av värmebarriärer för att förhindra värmeöverföring från en felaktig cell. Om värme byggs upp och orsakar högt inre tryck, ventileras cellen och kopplas ur elektriskt. Om temperaturen någonstans överstiger det tillåtna värdet vidtas åtgärder automatiskt. Till slut slås strömmen av och ett varningsmeddelande utfärdas till föraren. Termisk rusning (TR) i en cell resulterar i att hela packet kopplas bort. Värmealstringen från en cells termiska rusning är inte tillräcklig för att orsaka termisk rusning i andra celler.

Kontakta din Volvo Bussar-återförsäljare för mer information.



# Säkerhet i depå och verkstad

Underhåll och reparation av elbussar har mycket gemensamt med hur det fungerar för konventionella bussar. Skillnaden är drivlinan, batterierna och den interna energihanteringen. Att arbeta med högspänningssystem kräver särskild utbildning och certifiering.



## Strikta rutiner

Flera komponenter i det elektriska drivsystemet kan inte repareras, utan ska i stället bytas ut och returneras till Volvo. För alla typer av arbeten på drivsystemet måste en urdrifftagningsprocedur följas, och efter avslutat arbete återställs fordonet i driftläge med hjälp av en driftsättningsprocedur.

De strikta rutinerna säkerställer att serviceteknikern inte kan utsättas för farlig spänning när en komponent eller kabel kopplas bort och strömförande delar avtäckts.

## Behörighet och delegerat ansvar

Det är endast behöriga personer, det vill säga "den tekniker som ansvarar för arbetsåtgärden", som får genomföra urdrifftagning och driftsättning. Denna person måste också ha det delegerade ansvaret från chefen för att få utföra arbetet. Att utföra arbete på drivspänningssystemet utan korrekt urdrifftagning kan orsaka allvarliga skador eller dödsfall.

## Säkerhetsstandarddokument

För information om arbetsroller i relation till hantering och service av drivspänningssystemet och drivspänningskomponenterna, se Volvonormen 871-0003 och 871-0004. För specifika säkerhetsriktlinjer, läs och följ tillämplig IMPACT-dokumentation.

Kontakta din Volvo Bussar-återförsäljare för mer information.

**V O L V O**