



## Brand i litiumbatterier

Användningen av litiumbatterier ökar snabbt. Batterierna har hög effekt i förhållande till vikt och volym. De användas därför i datorer, verktyg, fordon och en mängd andra vardagsprylar. Batterierna är brandfarligare än andra batterityper eftersom elektrolyten är lösningsmedelsbaserad och brännbar. En litiumjoncell kan vid skada drabbas av termisk rusning. Då frigörs energin i form av värme och brand snabbt. Det blir en självgenererande process som sker explosionsartat och är mycket svårsläckt. Nedanstående dokumentet/länk beskriver risker, förebyggande åtgärder samt detekterings- och släckutrustning.

<https://utrymningsplaner.se/wp-content/uploads/2021/03/faktablad-litiumbatteribrand.pdf>

## FAKTABLAD



### LITIUMBATTERIER

Litiumbatterier är en familj av batterier där elektrolyten i batteriet innehåller litiumjoner eller där litiummetall används som anodmaterial.

De har kommit till stor användning i en mängd hushållsprodukter, elektriska fordon och för stationär energilagring m.m. Jämfört med andra batterityper har de många fördelar

- Høgt energiinnehåll i förhållande till vikt och volym
- Høg cellspänning, normalt 3,3 till 3,7 volt, att jämföra med konventionella batterier med 1,2 volt
- Låg vikt
- Ingen minneseffekt. Batteriet kan laddas även om det inte är helt urladdat och behöver inte fulladdas
- Låg självurladdning
- Fungerar inom ett stort temperaturområde normalt -20 till +70°C, även om optimal driftstemperatur är 20 till +40°C

Kombinationen av egenskaper gör dem speciellt lämpliga i mobil eller bärbar utrustning som mobiltelefoner, datorer och handverktyg.

Den låga vikten och høga energiinnehållet gör att eldrivna fordon drivs av litiumbatterier. Den høga cellspänningen gör också att många apparater kan drivas av enbart en cell, t.ex en mobiltelefon.

#### Litiumjon och litiummetallbatterier

Litiumbatterier är konstruerade på flera olika sätt där olika material och kemiska processer används. De kan indelas i två huvudgrupper.

#### Primärceller - ej uppladdningsbara litiummetallbatterier

Primärceller innebär att batteriet inte är uppladdningsbart. Litium (i form av litiummetall) används som anodmaterial. Dessa batterier brukar också kallas litiummetallbatterier för att särskilja dem ifrån de laddningsbara litiumjonbatterierna.

Användningen av litiumbatterier økar snabbt. Batterierna har høg effekt i förhållande till vikt och volym. De användas därför i datorer, verktyg, fordon och en mängd andra vardagsprylar.

Batterierna är brandfarligare än andra batterityper eftersom elektrolyten är lösningsmedelsbaserad och brännbar. En litiumjoncell kan vid skada drabbas av termisk rusning. Då frigørs energin i form av värme och brand snabbt. Det blir en självgenererande process som sker explosionsartat och är mycket svårsläckt.

Dokumentet beskriver risker, förebyggande åtgärder samt detekterings- och släckutrustning.

Batterierna finns som knapp- eller cylindriska celler. Den långa livslängden och låga självurladdningen medförde att de tidigt kom till användning i kameror, brandvarnare och t.ex väckarklockor.

Litiummetallbatterier används alltmer i uppkopplad IoT-utrustning där lång livslängd utan batteribyte efterstråvas.

#### Sekundärceller - uppladdningsbara litiumjonbatterier

Uppladdningsbara litiumbatterier har en annan uppbyggnad och konstruktion än litiummetallbatterier. De går under benämningen litiumjon och många är av typen litiumpolymer. På engelska kallas de Li-ion, vilket ofta är tryckt på battericellen.

Dessa batterier har inte ren litiummetall i någon av elektroderna. Anoden består istället av en metalloxid som innehåller litium. Energin utvinns genom att litiumjoner vandrar i elektrolyten mellan elektroderna.

Katoden i en litiumjoncell består av en grafitmix, ofta med en inblandning av några procent kisel för att øka energitætheten.

De vanligaste anodmaterialen i litiumjonceller är någon typ av metalloxid alternativt järnfosfat. Beroende på ingående komponenter och uppbyggnad får batteriet olika egenskaper t.ex energiinnehåll, effektuttag, uppladdningstid, livslängd, pris. Även risker och behov av skyddsåtgärder skiljer mellan olika batterityper.

Batterierna används i en mängd laddbara utrustningar t.ex datorer, verktyg, leksaker, cyklar, hoverboards m.m.

Litiumjonbatterier är också den batterityp som används i personbilar, bussar och tunga fordon. Tidigare användes nickel-kadmium (NiCd) eller nickel-metallhydrid (NiMH) som uppladdningsbara batterier. Dessa ersätts alltmer av litiumjonbatterier. I brandbranschen ser vi det ske i bland annat nödljus.

## FAKTABLAD

### Olika kemier och batterier

Batterierna får olika egenskaper beroende på material i elektroder och elektrolyt. Den största skillnaden erhålls av olika anoder.

Tabellen visar några av de vanligaste batterityperna, men det finns även andra typer och varianter på dessa.

#### Anod – positiv elektrod

Elektrod	Formel	Beteckning	Spänning	Effekt-täthet	Term. rusn.	Säk.-klass	Egenskaper	Användning	Anmärkning
Litium-koboltoxid	LiCoO <sub>2</sub>	LCO	3,6 V	150-200 Wh/kg	150°C	2	Hög energidensitet men lågt effektuttag och är även känslig för överladdning och höga temperaturer	Mobiltelefoner, datorer	Tidig teknologi som inte används längre. Koboltanvändning har ifrågasatts, då kobolt är en konfliktmineral
Litium-mangandioxid	LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	LMO	3,7 V	100-150 Wh/kg	250°C	3	LMO tillåter högre effektuttag jämfört med LCO och är mindre känslig för höga temperaturer	Hybridfordon, mobiltelefoner, datorer	Ersätts av NMC-batterier som har längre livslängd och samma effektuttag
Litium-nickel-mangan-koboltoxid	LiNiMnCoO <sub>2</sub>	NMC	3,6 V	150-220 Wh/kg	210°C	3	Kan användas för tunna celler	Fordon, verktyg, energilagring	NMC-batterier är de vanligaste litiumjonbatteriet
Litium-nickel-kobolt-aluminiumoxid	LiNiCoAlO <sub>2</sub>	NCA	3,6 V	200-260 Wh/kg	150°C	2	Hög energidensitet	Bilar, Tesla	Innehåller kobolt precis som LCO. Tesla har huvudsakligen använt NCA-batterier
Litium-järnfosfat	LiFePO <sub>4</sub>	LFP	3,2 V	90-120 Wh/kg	270°C	4	Låg effekttäthet. Bra livslängd. Termiskt stabilt. Låg cellspänning. Säkrare än övriga	Verktyg, segways, hybridfordon	Lägre kapacitet än NMC. Kinesiska buss-tillverkare har använt LFP-batterier

Teknisk data från Cadex Battery University

#### Katod – negativ elektrod

Den negativa elektroden består normalt av en grafitmix, men det förekommer även inblandningar och av kisel och silikonbaserade material.

Eftersom de flesta litiumjonbatterier använder grafit som katod är det främst valet av anodmaterial som avgör egenskaperna t.ex. energitäthet, uppladdningstid m.m.

#### Elektrolyt

Elektrolyten består av lösningsmedel och ett fluorbaserat litiumjonsalt. Lösningsmedel är t.ex. dietylenkarbonat (EC) och dimetylkarbonat (DMC).

Alla elektrolyter är brännbara med kokpunkt från 85 till 250°C.

#### Uppbyggnad – fysisk konstruktion

Litiumjonceller kan ha olika uppbyggnad och form.

#### Cylindrisk cell

En klassiskt rund batteriform där elektroderna består av långa remsor som rullas ihop till en cylindrisk form med elektrolyten mellan sig. Rullen placeras sedan i en runt ytterhölje av rostfritt stål.



Cylindriska celler typ 18650, 3,7 V 2,5 Ah

#### Prismatisk cell

Den prismatiska cellen har en rektangulär form och remsorna viks eller rullas ihop i annan form än i det cylindriska batteriet. Elektrodena kan också staplas på varandra i lager.



Prismatisk cell 3,2 V 120 Ah

#### Pouch-cell

I en pouch-cell ligger elektroderna i en påse och separeras av en tunn laminerad aluminiumfolie, liknande det material som används för kaffepåsar. Cellen har inte ett hårt ytterhölje utan är mer utsatt vid slag och stötar.



Pouch-cell 3,7 V 0,5 Ah

Batterierna är ofta inbyggda i produkten t.ex i en mobiltelefon. De hanteras normalt inte av konsumenter.

#### Knappcell

Litiumjonbatterier förekommer även som knappcell. Det är dock ovanligt och de flesta knappceller är ej uppladdningsbara litiummetallbatterier.



Knappcell

## FAKTABLAD

### Batteripackar ger större effekt

För att erhålla högre effekt sammankopplas batterier i större packar. Det ger både större effekt och spänning. Beroende på effekten kan batteripackarna indelas i tre kategorier.

#### Låg effekt – vikt <1 kg

Singelcellbatterier eller ett begränsat antal celler som kopplas samman så att vikten inte överstiger 1 kg. Det gäller t.ex handverktyg, belysning, mobiltelefoner, kameror m.m.

#### Mellan – vikt >1 kg men spänning <60 volt

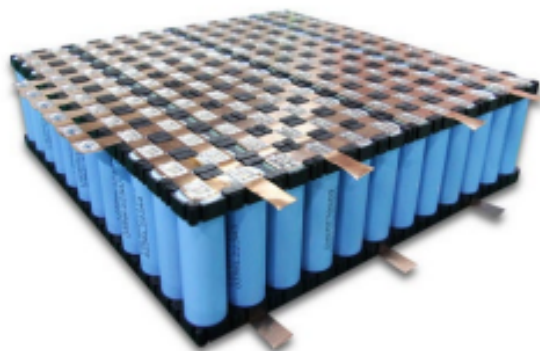
Batterier sammankopplas i packar på upp till 60 kg med en spänning på max 60 volt. Användningsområde är lättare elektriska fordon som cyklar, elsparkcyklar, mopeder, gräsklippare och pallyftare.

#### Hög – vikt >1 kg och spänning >60 volt

Det här avser i första hand användning i olika fordon som personbilar, tunga fordon som lastbilar och bussar samt anläggnings- och arbetsmaskiner. Batterier används i allt större utsträckning i gruvmaskiner och kranar och lastmaskiner i hamnar.

För att erhålla spänning på flera 100 volt och hög urladdningseffekt sammankopplas batteripackar i serie och parallellt.

Litiumjonbatterier har mycket högre energidensitet än blybatterier. En litiumpack ger ca 120 WH/kg och ett blybatteri ca 30 WH/kg.



Batteripaket med 144 battericeller.  
Effekt 48 Volt 120 Ah

### Risker med litiumbatterier

Under normal användning är litiumjonbatterier inte farligare än andra batterier men när batterierna skadas, utsätts för höga temperaturer eller på annat sätt används utanför vad de är specificerade för så kan brand eller explosion uppstå.

Energimängden i litiumjonbatterier är mycket större än för andra typer av batterier av samma storlek.

Litiumjoncellen innehåller en elektrolyt som består av brandfarliga organiska lösningsmedel (kolväten) som är lättantändliga även vid rumstemperatur.

I blybatterier och alkaliska batterier är elektrolyten vattenbaserad och inte speciellt brandfarlig.

### Brandrisker

#### Termisk stabilitet

Litiumjonbatterier fungerar bäst i temperatur-områden 20 till 40°C. Vid minusgrader kan cellerna ta skada om de laddas. I värsta fall kan det leda till intern kortslutning i batteriet.

Vid temperaturer över 60 grader expanderar elektrolyten och trycket inne i cellen ökar. Vid högre temperatur, >80°C, kan elektrolyten börja koka.

Det kan leda till att inkapslingen brister och släpper ut brännbara gaser, som kan antändas. Det är anledningen till att man inte ska lämna fulladdade mobiler eller datorer i bilen en solig dag.

Vissa delar i batterierna börjar brytas ner redan vid 120°C. Det fasta gränsskiktet på elektroden (SEI-lagret) är den första delen som tar skada.

Vid 150 till 250 grader kan anoden börja sönderfalla och frigöra både värme och syre.

#### Termisk rusning

Vid kortslutning eller fortsatt uppvärmning kan en litiumjon-cell hamna i termisk rusning. Det innebär att cellen frigör batteriets kemiskt lagrade energi okontrollerat med kraftig uppvärmning som följd.

Termisk rusning är en exoterm process som är självgenererande och den går inte att stoppa genom att koppla ifrån batteriet.

Termisk rusning leder normalt till brand som är explosionsartad. Cellhöljet exploderar eller skadas och batteriet kan brinna med långa sticklångor. Branden är mycket svårsläckt, i många applikationer närmast omöjlig att släcka.

Risken för termisk rusning ökar ju högre laddning batteriet har. I ett urladdat batteri kan inte termisk rusning ske. Ett litiumbatteri blir dock sällan helt urladdat eftersom det stänger ner sig själv innan det blir fullständigt urladdat. Normalt finns det därför kvarvarande spänning i ett "dött" batteri.

#### Risk för återantändning

Det finns stor risk för återantändning när en brand i batteripack bestående av litiumjonbatterier har släckts. Om det finns celler kvar som har laddning och lagrad energi kan dessa återantända. Det behövs ingen yttre tändkälla utan en kvarvarande battericell kan vara skadad och efter ett tag bli instabil och hamna i termisk rusning.

Återantändningen kan ske lång tid efter den ursprungliga branden. Det kan ta dagar innan ny brand uppstår. Det är därför viktigt att bevaka utrustning som har brunnit och en brunnen bil ska förvaras utomhus väl avskild från omgivningen.

#### Kemiska risker vid inandning

Normalt är litiumceller hermetiskt tillslutna och inga gaser kan tränga ut. Skadas cellens inneslutning t.ex mekaniskt eller vid brand kan en mängd olika gaser tränga ut. Många är giftiga och cancerogena.

Gaser som bildas vid brand är bland annat fluorvätesyra/vätefluorid (HF), karbonylfluorid och

## FAKTABLAD

förbränningsgaser från brand i kolväten och karbonater som dimetylkarbonat och dietylkarbonat.

Även vätgas kan bildas när vatten kommer i kontakt med litiummetall eller litiumkoltoloxidi.

Det har gjorts försök med räddningstjänstens befintliga larmställe för att avgöra hur väl de skyddar mot gaser från batteribrand. Larmställen är i första hand utformade för att motstå hetta och försöken visar att vid högre koncentrationer t.ex inomhus eller vid garagebrand är risken stor att vissa gaser penetrerar igenom larmstället på bara någon minut. Andra försök har visat att exponeringstider på upp till 20 minuter kan accepteras.

Larmstället måste vara försett med Gortex-membran för att ge en godtagbart skydd mot fluorväte. För att erhålla ett långvarigt fullvärdigt skydd krävs en gastät kemskyddsdräkt, men den är å andra sidan inte brandhärdig.

Det är viktigt att larmställe efter brand omhändertas och tvättas utan ytterligare exponering för brandmännen.

Det är speciellt viktigt att använda andningsapparat under hela släckförloppet vid batteribrand.

Vissa kemikalier t.ex fluorväte skadar vid exponering mot hud. De kan tränga igenom larmställe eller i glipor i skyddskläder och tas upp via huden. Andningsmask är därför inte det enda skyddet som måste vara fullgott vid batteribrand.

## BRANDFÖRLOPP



När ett litiumjonbatteri upphetas börjar elektrolyten koka och svälla. Beroende på typ av cell kan kapslingen också svälla.

I nästa steg ventilerar batteriet ut elektrolyt. Det är brandfarliga och giftiga gaser som släpps ut. Gaserna är brännbara och antänds lätt.

Gaserna kallas off-gas. Det är ett engelskt begrepp som anger att gaserna är en biprodukt från en kemisk process eller reaktion.

De brinner explosionsartat. Förloppet beror på hur batteriet är konstruerat. När en cylindrisk cell med stålhölje sprängs av det inre trycket uppstår ofta en stråle av elektrolyten och den kan spruta 2-3 meter som en brinnande jetstråle. I andra fall kan batteriet fara om kring som en smällare och hoppa iväg flera meter.

Parallellt antänds ofta inkapslingen eller omgivande material. I batteripackar sprider sig värme och brand från cell till cell.

Ofta är batterierna monterade inne i maskiner och kapslingar så det kan vara svårt att observera brandförloppet.

Vid brand utomhus är riskerna mindre och det är lättare att undvika att utsättas för gaser.

Ett fulladdat batteri är farligare än ett urladdat. Ett laddat batteri avger mycket mer HF och andra giftiga gaser vid brand än ett batteri med lågt energiinnehåll.

För privatpersoner och konsumenterna är riskerna vid inandning viktigare att beakta eftersom de varken har kunskap eller skyddsutrustning mot kemikalier.

I Tyskland pågår en diskussion mellan brandbransch och arbetsmiljöorganisation om behovet av andningsskydd och skyddsglasögon. Vissa anser att det i anslutning till en litiumbatterisläckare ska finnas ett litet skåp med andningsmask och glasögon.

### Elektriska risker

Även om cellspänningen är drygt 3 volt på ett litiumjonbatteri kopplas de samman i batteripackar så att spänningen kan vara upp till 800 volt. Redan vid 120 volt uppstår livsfara för människor.

Batterierna i ett krockat eller skadat fordon kan innebära direkt livsfara, i första hand för räddningspersonal.



Vid skada på cellen och överhettning sväller cellen.



Många battericeller brinner explosionsartat med långa jetstrålar. Bilden visar brand i litiumceller.

**BRANDORSAKER OCH SKYDDSÅTGÄRDER**

**Skadeorsaker**

Vid normal användning är ett litiumjonbatteri inte farligare än andra batterier, men batteriet innehåller en större energimängd och risker för termisk rusning innebär att man ska undvika förhållanden som kan skada batteriet.

Möjliga orsaker till skador som kan orsaka brand är:

- Låg omgivande temperatur
- Överhettning
- Skak och vibration
- Yttre mekanisk påverkan
- Extern kortslutning och för hög urladdningsström
- Överladdning

Skadorna kan uppstå av en olycka t.ex en kollision med ett fordon. Det kan också vara så att batteriet redan vid tillverkning hade en mindre defekt och efter längre tids användning utvecklades en allvarlig skada som orsakar brand.

**Inbyggda skyddsåtgärder**

För att skydda litiumjoncellen eller batteripaketet från elektriskt orsakade skador förses det med skyddselektronik. Elektronik stänger ner batteriet eller laddning vid känsliga förhållanden t.ex. överladdning, underladdning och för höga temperaturer.

Cellerna har oftast även ytterligare skyddsanordningar så som övertrycksventil.

Battericeller, batteripaket, laddningsutrustning eller styrelektroniken kan vara försedda med olika typer av skyddsanordningar. Det är därför viktigt att använda rätt batterier till rätt utrustning. I vissa fall förekommer samma batteri med och utan en speciell skyddsanordning.

**Förvaring**

Litiumjonceller bör förvaras i rumstemperatur 15-25°C. Batterierna ska inte förvaras för länge utan att användas. En litiumjoncell har ett par procents självurladdning per månad och har cellen laddats ur nästan helt så att spänningen understiger 2 volt är batteriet troligen skadat och ska inte användas igen.

Vid lagerhållning av större kvantiteter bör batterierna förvaras separat och i ett brandavskilt utrymme. Utrymmet bör vara detekterat och väl ventilerat.

**Transport**

Speciella regler gäller vid transport av litiumjonbatterier. De är farligare än flertalet andra batterityper och klassas som farligt gods.

**Kassation och utbyte**

Batterier som ska kasseras ska hanteras så att de inte kortsluter. Tejpa och skydda öppna poler. Om batteriet är avsett för en elektrisk apparat som är gjord för att kunna ta ur och sätta i batteriet behöver inte tejpas. Det har ett inbyggt skydd.

Var speciellt försiktig om batteriet är mekaniskt skadat eller uppsvällt.

Sitter batteriet i ett verktyg eller annan utrustning är det bättre att låta batteriet sitta kvar om verktyget ska kasseras. Då skyddar verktyget batteriet under transport.

### SLÄCKMEDEL

#### Vatten - med och utan tillsatser

Många studier har visat att kylning med vatten är den mest effektiva släckmetoden. Det gäller i synnerhet när man har tillgång till stora mängder vatten eller när de brinnande batterierna kan sänkas i ett vattenbad.

Vattnet bör appliceras som sprayform med små droppar som påskyndar inträngning och förångning och därmed även kylning.

Vid begränsade mängder vatten t.ex vid handbrandsläckning och mindre släcksystem kan man förbättra vattnets kyleffekt genom att blanda i ett ytaktivt ämne som sänker ytspänning och möjliggör mindre droppstorlek och bättre inträngning i brandhärden.

Tillsatsen gör också att släckvätskan får en utökad effekt på B-brand dvs brand i brännbara vätskor och plaster. Det kan påverka släckeffekten positivt eftersom en batteribrand ofta är en kombination av många brandtyper och ämnen som brinner.

#### Vermikulit

Vermikulit är en mineral med utmärkta värmeisolerande egenskaper. Den används bland annat för isolering av skorstenar och ugnar. Den har också använts som absorberande medel vid transport av farligt gods.

Det engelska företaget Dupré Minerals har utvecklat en släckvätska baserat på vermikulit, AVD Aqueous Vermiculite Dispersion.

Vätskan är en trögflytande vätska med ca 1/5-del vermikulit och andra fasta beståndsdelar.

Vätskan kan sprutas på en plan eller horisontell yta och kletar fast så att ett tunt skikt bildas. Den har utmärkta värmeisolerande egenskaper och gör att brandspridning stoppas eller fördröjs.

Eftersom vätskan är viskös och trögflytande tränger den dock inte in mellan celler eller i trånga utrymmen och kyleffekten är begränsad jämfört med vatten och liknande släckmedel.

AVD kan även användas mot metallbränder där den värmeisolerande förmågan kan kapsla in branden och hindra återantändning.

#### Gelbildande vätska

Vatten kan med tillsatser göras Gel-bildande. Det har använts av brandförsvaret för att släckmedlet ska fästa på horisontella ytor och isolera och på så vis hindra brandspridning.

I Sverige används det inte som standardutrustning av något brandförsvaret. Släckmedlen har dock lanserats i handbrandsläckare som lämpliga mot

litiumbatteribränder. Lika som vermikulit fungerar de som värmeisolerande och hindrar brandspridning.

De har dock sämre kyleffekt än vatten med ytaktiva tillsatser och släcker inte lika bra.

#### Gaser - inertgas och koldioxid

Koldioxid som strömmar ut som kolsyresnö är mycket kallt, -78°C. Det åtgår dock mycket lite energi för att värma upp förångade koldioxid. Kyleffekt är bara en 1/10-del jämfört med vatten.

Därför är en koldioxidsläckare olämplig mot bränder i litiumjonbatterier.

Samma gäller för Inergen och andra inertgaser som används i släcksystem. De har mycket liten effekt på branden i batteriet. Syre frigörs när materialet i anoden sönderdelas och underhåller branden.

Om hela rummet är skyddat av ett släcksystem skapas en obrännbar atmosfär i rummet. Det hindrar brandspridning och gör att enbart batteriet brinner, men inertgasen kommer inte att släcka branden i batteriet.

#### Brandsläckningspulver

Konventionella pulver arbetar genom att reagera med lågorna i branden och stoppa kedjereaktionen. ABC-pulver kan också lägga sig som en hinna på glödbädd och hindra återantändning.

De har dock en mycket liten kyleffekt och är därför inte lämpliga för att släcka bränder i litiumjonbatterier.

Pulver kan därför släcka lågan, men så snart pulverstrålen upphör återstartar branden.

Pulver är ett mångsidigt och effektivt släckmedel och kan släcka omgivande material och kan på så vis fördröja brandspridningen. Det har dock ingen inverkan på batteriets fortsatta brandförlopp.

#### Metallbrandpulver eller sand

Metallbrandpulver är avsedda för brinnande metaller som aluminium, magnesium och natrium. De fungerar genom att täcka in brandhärden och skapa en isolerande kapsel runt branden och den brinnande metallen.

Ett litiumjonbatteri innehåller inte litium som metall. Det brinner inte som en vanlig metallbrand utan mer som en B-brand med brinnande vätskor och gaser.

Metallbrandpulvret kan inte kapsla in den brandtypen. En försvarande omständighet är också att batterierna "poppar/exploserar" och då ligger inte pulvret kvar.

Metallbrandpulver fungerar på samma vis som sand eller cement. Branden kapslas in så att syre förhindras att nå branden. Effekten är dock begränsad på litiumbatterier eftersom de vid upphettning frigör syre från kemikalierna i batteriet.

Kapslas ett helt batteripack in med stora mängder sand eller cement kan det temporärt stoppa branden, men när batteriet friläggts finns stor risk att branden återantänder.



AVD är en trögflytande vätska

### BRANDSLÄCKARE MOT LITIUMBAND

#### Flera olika varianter av släckare

Under senare år har det lanserats ett antal varianter av brandsläckare mot litiumbatteribrand. Samtliga är vätskebaserade, men med lite olika principer för släckning.

#### Vatten med ytaktiva ämnen

Släckaren är utformad som en konventionell skum- eller vattensläckare men har en tillsats av detergent eller andra ytaktiva ämnen som förbättrar kyleffekten.

Släckare på marknaden är bland annat

- Dafo Gloria LB 9 P
- Presto LB 6
- Tyco Total F-500 EA

#### Vermikulit, AVD

Släckare med släckmedlet AVD säljs i Sverige av GPBM med Dafo och många andra som återförsäljare. Släckaren har utmärkta brandavskiljande och isolerande egenskaper. Kyleffekten är dock begränsad jämfört med brandsläckare baserade på vatten.

#### Gel-bildande

Släckare med Gel tillverkas av en tysk tillverkare och säljs i Sverige av bland annat Cupola.

Släckaren har bra isolerande egenskaper och kan avskärma eller förebygga brand. Kyl- och släckeffekt är sämre än för vätskesläckare med ytaktiva substanser som tillsats..

#### Konstruerade för säkerhet och kylning

Samtliga släckare är konstruerade för att ge en längre tömningstid, normalt 40-100 sekunder. Många är försedda med spraymunstycke som ger spridd stråle och liten droppstorlek. Både tömningstid och spridd strålbild förbättrar kylförmågan.

Om slangen är försedd med lans kan det underlätta för att komma åt brandhärden och för att hålla avstånd till brandhärden så att inandning av farliga gaser undviks.

*Dafo/Gloria-släckare som har brandtestats i klas Li 100*



*Brandsläckare på 0,5 respektive 9 liter med släckmedlet AVD*



*Brandsläckare med lans och spraymunstycke*

#### Tillägg till brandsläckarstandard

Den europeiska standarden för handbrandsläckare, EN3, omfattar ingen provning eller klassning mot brand i litiumbatterier.

Arbetsgruppen för EN3-standarderna har dock ett pågående arbete och hoppas kunna inarbeta nya regler för litiumbatteribränder under 2021-22.

Arbetsgruppen arbetar med ett utkast till provstandard. Vissa tillverkare har testat sina brandsläckare mot utkastet.

Regelverket beskriver två testmetoder och en brandsläckare ska klara provband enligt båda metoderna för att uppfylla kravet och godkännas mot litiumbrand.

Brandprov A sker mot pouch-celler på vardera 13-15 W. Beroende på brandklass varierar bålstorleken och olika antal battericeller används. Cellerna hålls samman av en omslutning så att de kan släckas ovanifrån.

2-4 celler överladdas till dess att någon fattar eld. Laddningen fränkopplas och brandsläckning påbörjas 2-5 sekunder efter antändning.

För att godkännas ska branden släckas fullständigt och ingen återantändning får ske inom 15 minuter.

Brandprov B sker mot cylindriska celler typ 18650 (Ø18 x 65 mm) med vardera en effekt på 9-11 W. Cellerna monteras vid sidan av varandra.

En eller två värmepatroner på 500 W monteras mot cellerna. Cellerna värms upp till dess att någon fattar eld. Patronerna kopplas ifrån och släckning påbörjas efter 5 sekunder. Även vid detta prov krävs att branden släckas fullständigt och att återantändning inte sker inom 15 minuter.

Det finns fyra storlekar på provbålen och brandsläckarna kan erhålla 4 olika effektklasser. Klassen anges av antalet cylindriska celler i brandprovet.

Prov-brand	Effekt totalt	Antal pouch-celler	Antal cylindriska celler	Antal tändplatser
10 Li	70 Wh	7 st	10 st	1 st
20 Li	200 Wh	14 st	20 st	1 st
50 Li	500 Wh	35 st	50 st	1 st
100 Li	1000 Wh	70 st	100 st	2 st

Alla försök sker med celler som är laddade till minst 95%.

Släckare som uppfyller kraven ska förses med ett pictogram som visar att släckaren klarar provet.





### SLÄCKSYSTEM MOT LITIUMBATTERIBRAND

#### Fasta system för släckning

##### Tunga fordon och bussar

Släcksystem för litiumbrand är i första hand aktuella på eldrivna fordon. Gruv- och anläggningsmaskiner samt bussar förses idag med släcksystem mot brand i förbränningsmotorn samt i hydraulisk och elektrisk utrustning.

Allteftersom att fordonen kompletteras med hybriddrift eller enbart eldrift måste systemen anpassas för litiumbatteribrand.

Bästa släckmedel är vätskebaserade system typ Dafo Vehicles Forrex-system. Släcksystem baserade på pulver och gas har för liten kyleffekt för att släcka batteribrand.

En utmaning är svårigheten att komma åt batterierna och att de kan vara utspridda i t.ex en buss.

Att släcka en brand när batterierna är i termisk rusning är mycket svårt. I många fall gäller det därför att detektera tidigt, gärna före en brand och att styra och kontrollera laddning och strömuttag från batterierna.

Syftet med ett släcksystem kan också vara att fördröja brandförloppet och möjliggöra utrymning av t.ex en buss.

##### Energilagring och backup-batterier

I datahallar och för annan kritisk utrustning finns batteribackuper. Fram till idag har blybatterier huvudsakligen använts. Även här kommer dock litiumjonbatterier att användas alltmer framöver och risken för brandtillbud kommer att öka.

Sol- och vindenergi förutsätter också att energi kan lagras under perioder mellan generering och förbrukning. Redan idag byggs större energilagringssystem baserade på litiumjonbatterier. Det här kommer att sprida sig till fler företag och kanske även privata hushåll.

Idag används gassläcksystem för skydd av datahallar. De släcker elektrisk utrustning men har begränsad effekt vid brand i batterierna.

Möjligheten finns att komplettera med vätskebaserade punktskyddssystem för batterierna. Man tittar även på tidig detektering och nedstängning av batterier som är skadade.

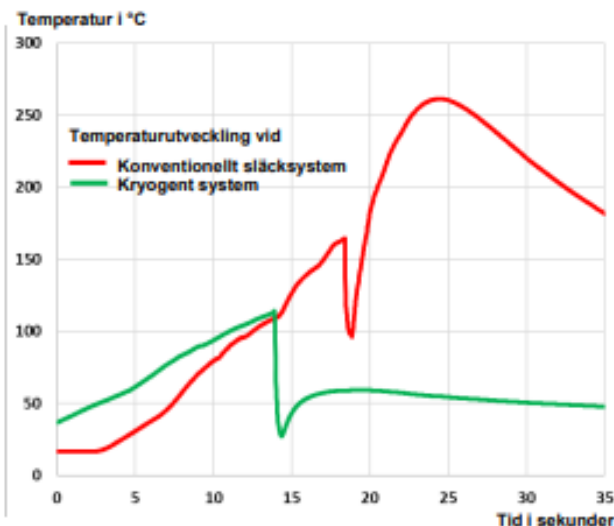
#### Kryogena system för kylning

Kryogen kylning och frysning av livsmedel är en etablerad teknik där man med flytande kväve och koldioxid snabbt kan kyla ner livsmedel.

Tekniken har även använts på försöksstadiet för att kyla litiumjonbatterier i tidigt skede innan termisk rusning uppstår.

Flytande koldioxid leds in i batteripackar och sprutar ut i form av kolsyresnö och gas. När koldioxiden förångas kylvet det ner batteriet tillräckligt för att stoppa den termiska rusningen.

Tekniken utvecklas av Dafo Vehicle Fire Protection och är tänkt att kunna användas både på fordon och stationära batteripackar.



Diagrammet visar temperaturutveckling vid brand med släckande system som aktiveras vid termisk rusning (röd kurva) jämfört med kryogent system som aktiveras då batteriet ventilerar ut CO (grön kurva).

## FAKTABLAD

### Detektering – värme, rök och off-gas

Brandlarm och släcksystem är normalt försedda med rök- eller värmedetektorer.

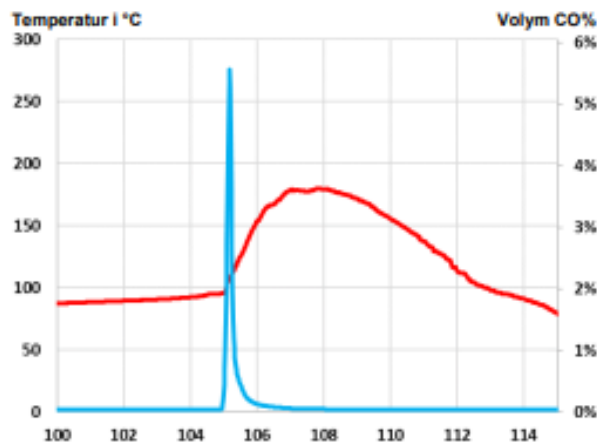
Vid brand i litiumjonbatterier innebär det att branden måste ha börjat och batterierna har redan nått punkten för termisk rusning, då branden är mycket svårkontrollerad.

Ett batteri på väg till termisk rusning följer ett tydligt mönster när värme börjar utvecklas i cellerna. På grund av den inre tryckhöjningen som orsakas av frigörandet av gaser när temperaturen ökar kommer övertrycksventiler att öppnas innan den faktiska rusningen har startat. Vid denna tidpunkt är temperaturökningen på utsidan batteriet måttlig och svår att detektera.

Gaser som kommer ut i detta initiala skede består av en kombination av kolväten men även en stor del kolmonoxid, CO. Detta är en lämplig indikator att detektera eftersom CO-sensorer är tillförlitliga över tid och enkelt kan paketeras för installation inuti batteripaketen.

De pågår en utveckling av detekteringssystem baserad på denna teknik. Detekteringsmetoden benämns ofta som offgas-detektering.

I kombination med släcksystem eller kylande kryogena system kan det visa sig vara en effektiv metod att förhindra brand i elfordon och större litiumjonpackar.



Diagrammet visar att kolmonoxid ventileras ut tidigt (blå kurva) i förhållande till temperaturutvecklingen i batteriet (röd kurva).



Sensor för kolmonoxid, CO, avsedd för tidig detektering av litiumbatteribrand.

## DAFOS REKOMMENDATIONER

- **Brandförebyggandeåtgärder är viktig**

Brand i litiumjonbatterier är svårsläckta. Bästa brandskyddet är att brand aldrig uppstår. Vidta alla åtgärder som kan förhindra att brand uppstår t.ex byt ut trasiga batterier, hantera nya och kasserade batterier korrekt, använd batteriövervakande och styrande system (BMS)

- **Tänk alltid på säkerheten för användare**

Brand i litiumjonbatterier ger giftiga gaser och risk finns för jetstrålar och batterier som skjuts iväg.

Var extra försiktig vid brand inomhus och se till att ha vinden i ryggen utomhus så att röken undviks.

Beakta risken för elektriska stötar vid större installationer.

- **Bra detektering och tidig upptäckt**

Eftersom branden är svårsläckt är det viktigt att upptäcka branden i tid. Brandlarm är bra och vissa fall kan offgas-detektering göra att brand aldrig utbryter.

- **Brandsläckning sker via kylning**

Bästa släckmedel är vatten eller ännu bättre vatten med tillsats som minskar ytspänning och droppstorlek.

Ju större brandsläckare eller ju mer släckvätska i ett släcksystem ger bättre chanser att klara branden.

Beakta också brand i omgivande materiel.

- **Hindra brandspridning**

För att hindra batteribranden att sprida sig till närliggande batterier kan en isolerande släckvätska användas. Det kan också vara aktuellt om branden är svåråtkomlig och därmed svårsläckt. Då kan kringliggande utrustning skyddas med gel eller vermikulit.

- **Sektionera byggnad**

Vid större backup- eller batterilager är sektionering och brandisolering i byggnaden ett bra skydd. Ventilera väl.

- **Använd sprinkler och släcksystem**

Vid större brandrisker och när batterierna är svåråtkomliga är det lämpligt att komplettera skyddet med vattensprinkler eller ett vätskebaserat släcksystem.