



Datum
2018-11-20

Diarienum
2018-06365

Ert datum
2018-06-28

Er referens
0321/18

Avdelning för utveckling av beredskap
Enheten för räddningstjänst
Yvonne Näsman
010-240 40 30
yvonne.nasman@msb.se

Räddningstjänsten Storgöteborg
Box 5204
402 24 Göteborg

Svar på hemställan om risker och agerande vid brand i batterier

MSB har fått er förfrågan om risker vid brand i batterier och myndigheten har blivit ombedd att genomföra ett antal åtgärder:

- i) Klargöra vilka risker som finns för räddningspersonal i händelse av brand.
- ii) Författa en vägledning om hur insatspersonal bör agera vid
 - Batteribränder vid energilagring i bostadsmiljöer
 - Batteribränder i fordon i flerbilsgarage
 - Batteribränder i energilagring i övriga verksamheter
- iii) Klargöra vilka åtgärder som kan anses vara skäligen vidtagna i syfte att förebygga brand och för att förhindra och begränsa skador till följd av brand enligt LSO.

Nedan svarar MSB på er hemställan. De problem som ni beskriver är främst förknippade med battericeller av litiumjontyp. I MSB:s svar är det framför allt den typen av battericeller som avses. Med battericell, eller cell, så avses en enskild, innesluten enhet med en positiv och en negativ pol. Ett batteri är en komponent bestående av en eller flera celler som är elektriskt anslutna.

Bakgrund till MSB:s arbete

I slutet på 2011 genomförde MSB en enkätundersökning gällande kunskapen om e-fordon i samband med krasch eller haveri. Enkäten skickades till ett antal räddningstjänster och i svaren efterfrågades ökade kunskaper inom området, samt att MSB skulle samordna ett sådant arbete för att öka kunskapsnivån.

Därefter genomförde MSB en workshop tillsammans med industri, akademi och några räddningstjänster, för att mer i detalj ta reda på vilka brister som fanns och vilka behov av utveckling som efterfrågades. Workshopen resulterade i att ett projekt genomfördes som gick under namnet "Räddningskedjan: Utformning av räddningstjänststrategi baserad på E-fordons riskfaktorer".

I samband med projektet genomfördes olika tester. En av testerna handlade om att göra släckförsök vid termisk rusning (thermal runaway) och brand i batterier. Ett antal dagar efter att testerna genomförts konstaterades att personen som utförde testerna hade fått symtom i form av luftvägsirritation och stickningar på huden. Med anledning av detta anlätades FOI i Umeå för att genomföra en studie. Mer information om denna studie finns under rubriken "Risker för räddningspersonal i händelse av brand" nedan.

MSB får allt fler frågor angående litiumjonbatterier från olika aktörer och har etablerat en intern arbetsgrupp under hösten. Gruppen håller på att studera hur MSB i samarbete med andra kan arbeta för att kunna svara på frågor kopplat till batterier på bästa möjliga sätt.

Det pågår även olika forsknings- och försöksprojekt och MSB har löpande kontakt med olika experter när det gäller bränder i litiumjonbatterier.

Risker för räddningspersonal i händelse av brand

Den första studien¹ som FOI genomförde på uppdrag av MSB syftade till att identifiera gaser från litiumjonbatterier vid termisk rusning i inert atmosfär. I resultatet konstaterades att det vid ventilering efter termisk rusning avgavs fler toxiska ämnen än som tidigare varit känt. Flera av ämnena är irriterande för huden och andningsvägarna, men det gick inte att dra några slutsatser om vilka koncentrationshalter som förekommer, då halterna som skapas beror på omgivande faktorer som till exempel väderförhållande.

¹ <https://www.msb.se/sv/Produkter--tjanster/Publikationer/Publikationer-fran-MSB/Vented-gases-and-aerosol-of-automotive-Li-ion-LFP-and-NMC-batteries-in-humidified-nitrogen-under-thermal-load/>

Datum
2018-11-20

Diarienum
2018-06365

FOI har genomfört ytterligare en studie² på uppdrag av MSB. Detta för att skapa ett underlag för bedömning av räddningspersonalens och andra närvarande personers exponerings- och förgiftningsrisk vid exempelvis en krock som innefattar ett e-fordon. Studien innehöll experimentella försök, med fyra av de i den tidigare studien identifierade kemikalierna, för att identifiera kemikaliernas förmåga att ta sig i genom räddningstjänstens skyddsdräkt och penetrera människohud samt inom vilket tidsförlopp detta sker.

Studien baseras på ett scenario med stor konsekvens. Scenariot omfattar en händelse som sker i ett stängt utrymme till exempel ett slutet garage, där det riskerar att ackumuleras höga koncentrationer av de kemikalier som bildas. Vid en eventuell händelse i öppen terräng är scenariot ovan inte direkt tillämpligt, då koncentrationerna vid en sådan händelse sannolikt är betydligt lägre än de koncentrationer som använts i studien.

Resultaten från den genomförda studien visar:

- Alla bränder ger upphov till toxiska förbränningsprodukter och brand i e-fordon utgör inget undantag.
- Det personliga skyddet i form av larmställ (det som användes vid testerna) visar på en låg skyddsgrad för identifierade förbränningsprodukter genererade från e-fordon. Detta medför att det blir en mycket kort fördröjning innan hudexponering sker. Samtliga kemikalier passerade räddningspersonalens skyddsdräkt inom en minut efter kemikalieexponering.
- Flera av ämnena visar på en god hudpenetrerande förmåga, vilket sammantaget bör övervägas i riskbedömningen vid insatser i stängt utrymme som innefattar bränder och olyckor med e-fordon.
- För en individ som är instängd i ett e-fordon är betydande exponering möjlig efter krock med annat fordon eller vid brand som orsakar att barriären mellan batteri och fordonskupé skadas.

Slutsatserna från den här studien, med utgångspunkt från exponerings- och förgiftningsrisk, är att räddningspersonal bör ta hänsyn till situation och miljö vid riskbedömning. Detta för att kunna vidta de åtgärder som situationen kräver. Vid ett högriskscenario bör exempelvis användandet av kemdräkt och andra skyddsåtgärder som kan minska exponering övervägas. För att kunna dra definitiva slutsatser kring exponerings- och förgiftningsrisk för räddningspersonal och övriga personer vid skadeplatsen bör jämförbara studier utföras i verklighetstrogen miljö.

FOI genomför på uppdrag av MSB en tredje studie³. I denna kommer FOI specifikt att testa olika larmställs skyddskapacitet mot fina partiklar,

² <https://www.msb.se/sv/Produkter--tjanster/Publikationer/Publikationer-fran-MSB/Nya-risker-for-raddningspersonal-vid-brandergasning-av-batteripack-hos-e-fordon-studie/>

³ Studiens titel är "Test av skyddskläders motståndskapacitet mot kemikalier som bildas vid bränder och termisk rusning i litiumjonbatterier i e-fordon"

cyklohexan och gaserna karbonylfluorid, vätefluorid och vätecyanid. Målet är dessutom att sätta resultaten i tydliga sammanhang så att bättre riskbedömningar kan genomföras vid bränder i e-fordon. Sannolika exponeringskoncentrationer, rimliga spridningsförlopp samt potentiella inhalations- och hudupptagsrisker kommer att sammanvägas. Förhoppningen är att studien leder till en ökad förståelse och förstärkt förmåga att utveckla säker metodik för dessa risker. Resultatet kommer att presenteras vid en workshop på Arlanda 28 november och i MSB:s rapportserie.

INERIS har gjort en jämförelse av konsekvenser vid brand med ett e-fordon kontra fordon med förbränningsmotor. I rapporten⁴ framgår att ett e-fordon genererar två gånger mer vätefluorid än vid en brand i ett fordon med förbränningsmotor. Denna studie visar att även fordon med förbränningsmotorer producerar vätefluorid.

MSB överväger att under 2019 genomföra ytterligare en studie för att genomföra fullskaletester i verklighetstrogen miljö, samt initiera en generell kunskapssammanställning inom området.

Vägledning kring hur insatspersonal bör agera vid batteribränder

Vägledning

Som tidigare nämnts genomfördes ett projekt som heter "Räddningskedjan". I projektet kartlades risker och tekniska säkerhetssystem relaterade till e-fordon. Resultatet av projektet redovisas i rapporter där frågor och svar ges om räddningsarbetet vid händelser med e-fordon. Dessutom finns ett webbaserat material med information kring lämpligt agerande vid krascher och haverier. Webbaterialet finns tillgänglig i MSB:s fortbildningstjänst samt på MSB:s webbplats⁵.

MSB har även arbetat med att ta fram en vägledning kring insatser mot händelser med fordon som drivs av alternativa energikällor. Arbetet är en vidareutveckling baserat på ett franskt material som finns publicerat på *ctif.org* och som är översatt till flera språk och däribland även svenska. Arbetet med vägledningen fokuserar på råd för den första fasen av insatsen och vid brand eller vid risk för brand. Råden är anpassade i nivåer med hänsyn till den första insatsstyrkans storlek. I vägledningen fastställs även riskområden, riskzoner samt val av skyddsutrustning. Vägledningen publiceras troligtvis i början på nästa år.

Information om risker med energilagring i *bostadsmiljöer* kommer kort att beskrivas i en kommande vägledning. Vägledningen kommer att omfatta

⁴ <https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00973680/document>

⁵ <https://www.msb.se/raddningskedjan>

Datum
2018-11-20

Diariens
2018-06365

”Operativ metodik vid insatser där det finns solcellsanläggning” och planeras att publiceras inom kort.

Avseende vägledning kring batteribränder i fordon i *flerbilsgarage* så finns det ett grundläggande material, men mer kunskap och information behövs. Det finns ett behov att genomföra fullskaliga tester innan MSB kan författa en vägledning. Den kunskap som finns idag är det som beskrivits tidigare i detta dokument i de olika studierna genomförda av FOI.

Slutligen angående vägledning kring batterier i *övriga verksamheter* så behövs resultaten från samtliga FOI:s nuvarande och planerade studier sammanställas tillsammans med annat material, innan arbete med en vägledning kan påbörjas.

Släckning och släckmedel

Det förekommer uppfattningar om att bränder i litiumjonbatterier inte går att släcka⁶. Erfarenhet från verkliga bränder samt forskningsresultat visar att vatten är lämpligt för att släcka och kyla batterierna^{7,8}. Mängden vatten som behövs beror på batteriets kapacitet (storlek) och möjligheten eller svårigheten att få bra åtkomst till batteriets celler. Batterier till fordon verkar exempelvis behöva stora mängder vatten för kylning. Vid större batterier är det dessutom ofta svårt att nå fram med vattnet till de delar av batteriet där kylningen behövs. Bränder i mindre batterier (lägre kapacitet, såsom i mobiltelefoner eller hoverboards) verkar gå relativt bra att släcka med vatten eller pulver. I de fall det är batterier med ren litiummetall kan andra släckmedel behövas som t.ex. metallbrandpulver, torr sand eller liknande. Vid hantering av bränder i litiumjonbatterier är det två parallella fenomen som behöver hanteras och det kan eventuellt förklara en del av svårigheterna eller osäkerheterna kring val av släckmedel och släckmetoder.

- Brand i brännbar elektrolyt (brandfarlig vätska), plastmaterial etc.
- Den termiska rusningen är ingen brand i form av förbränning, utan en exoterm reaktion där den kemiskt lagrade energin måste kylas bort och batteriet tömmas på sitt energiinnehåll.

Flertal typer av litiumjonbatterier innehåller metalloxider. Vid en brand i batteriets närhet, eller på grund av kraftig inre kortslutning, kan värmen frigöra syre från batteriets metalloxider. Alla dessa batterier använder elektrolyt baserat på organiska lösningsmedel. När syre frigörs inuti cellen på

⁶ 2017-03-28, Göteborg, Brand i litiumbatterilaboratorium + 2016-08-10 LITHIUM ION BATTERY FIRE REQUIRES MABAS 3RD ALARM, BY RON MAYER, ASSISTANT CHIEF, FRANKLIN FIRE DEPARTMENT

⁷ <https://www.msb.se/sv/Insats--beredskap/Brand--raddning/Trafikolycka/Raddning-e-fordon/Fragor-och-svar-om-raddningsarbete-och-e-fordon/>

⁸ <https://www.brandsäkert.se/2014/0516/sl%C3%A4ck-batteribrand-med-vatten>

grund av sådan upphettning antänds dessa batteriers elektrolyt vilket bidrar till ett häftigt brandförlopp inuti cellerna, s.k. termisk rusning.

När branden är släckt så fortsätter ofta den termiska rusningen under lång tid och detta kräver då långvarig kylning med stora mängder vatten. Om kylningen upphör för tidigt så kan brand uppstå igen, antingen i batteriet (typ oljebrand) eller i närliggande brännbart material. En effektiv hantering av bränder i litiumjonbatterier kräver alltså både släckning och kylning.

Under det gångna året har MSB fått frågor angående släckmedel för bränder i litiumjonbatterier. Detta är vad myndigheten hittills har svarat på frågor om lämpligt släckmedel: *"Vatten bedöms i de flesta fall vara det bästa släckmedlet. När det gäller bränder i batterier med termisk rusning så är det viktigt att kyla den kemiska reaktionen (termiska rusningen) och det görs bäst med mycket vatten enligt de experter vi har kontakt med. Erfarenheter från verkliga bränder i t.ex. hoverboards visar också att pulversläckare i flera fall har fungerat bra."*

Skäligen åtgärder för att förebygga och förhindra och begränsa skador till följd av brand

Då det finns många faktorer som har betydelse för brandskyddet kan MSB inte uttala sig generellt om vilka åtgärder som är skäligen att vidta avseende eventuella risker med litiumjonbatterier. En skälighetsbedömning måste göras i varje enskilt fall. I dagsläget finns inte heller några vägledande domar kring liknande fall.

Då och då framförs önskemål från kommunerna om olika typer av vägledning i tillsynsverksamheten, särskilt om vad som är skäligen brandskyddsnivå. Varken i lagen (2003:778) om skydd mot olyckor, förordningen (2003:789) om skydd mot olyckor, eller i förarbeten till lagstiftningen ges någon specifik vägledning eller några riktlinjer kring vad som är en rimlig och skäligen brandskyddsnivå. Däremot beskrivs allmänna förhållningssätt till skälighetsprincipen i förarbetena. MSB har inte bemyndigande att meddela bindande föreskrifter om brandskyddet i en byggnad eller anläggning och följaktligen finns det inte heller några sådana föreskrifter inom området.

MSB instämmer i synpunkten om att det finns ett behov av ökad kunskap för att klargöra er punkt iii). Kunskapen bör tas fram i samverkan med berörda aktörer och i det här fallet särskilt de berörda övriga myndigheterna. MSB har nyligen påbörjat ett arbete för att ta ett samlat grepp för att skapa en sådan kunskapssammanställning. MSB har även påtalat detta tidigare i svaret, samt nedan angående initiering av forskning.

Initiering av forskning

I den bifogade excel-filen finns en sammanställning över forskning, studier, publikationer och rapporter som ligger till grund för den kunskap som MSB har idag. Tidigare i dokumentet redovisades de projekt och studier som har genomförts, pågår samt planeras att genomföras. När resultatet av samtliga aktiviteter har sammanställs kan MSB dra slutsatser om vilken fortsatt forskning och utveckling det finns behov av.

Lagstiftning

I början av oktober skapades en grupp på MSB bestående av handläggare från olika sakområden, samt en jurist. Denna grupp ska analysera olika frågeställningar och sammanställa aktuell och relevant lagstiftning. MSB har redan gjort ett visst arbete⁹ inom området.

Mer information

För mer information kring batterier och bränder, se bifogad excel-fil.

Har ni fler frågor är ni välkomna att höra av er.

I detta ärende har biträdande enhetschef Mette Lindahl Olsson varit beslutande. Yvonne Näsman har varit föredragande. I hanteringen av ärendet har också Camilla Oscarsson, Mattias Strömgren, Anders Lundberg och Bo Andersson deltagit.

Mette Lindahl Olsson
Biträdande enhetschef
Enheten för räddningstjänst

⁹ <https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Transport-av-farligt-gods/Vanliga-fragor/Litiumbatterier/>

Bilaga 1

Erfarenheter utifrån inträffade bränder i mindre litiumjonbatterier

När det gäller personskador så saknas idag ett bra underlag för att kartlägga det, men MSB vet exempelvis att några av bränderna i hoverboards har resulterat i både brännskador och rökskador på en del personer i Sverige.

Reflektioner kring brandförlopp i litiumjonbatterier

Erfarenheter från inträffade bränder visar på en mycket snabb brandstart. Ofta upplevs det som att branden startar med en explosion. Eftersom bränderna i flera fall troligen är ett resultat av upphettning av en eller flera battericeller, t.ex. på grund av fel under laddning. Sådan upphettning kan då orsaka termisk rusning som kan ta sig uttryck i en explosionsartad brandstart. Ett tänkbart scenario är att den brännbara elektrolyten expanderar/kokar och battericellens dedikerade ventileringsfunktion öppnar och frigör brännbara gaser som antänds av den bildade värmen eller möjligen av elektrisk gnista. Några av ämnena som är uppräknade i tabell 2 har en termisk tändpunkt på mellan 200-450° C. Enligt en rapport från Chalmers¹⁰ kan "Överhettningen kan i sin tur resultera i accelererande reaktioner som frigör värme (exoterma reaktioner), gasbildning, brand och i värsta fall explosion. Alltså kan konsekvenserna bli en så kallad "termisk rusning" med stor värmeutveckling, rökutveckling och eventuellt en tryckvåg."

En del foton och filmer¹¹ från bränder visar en typisk gasbrand där lågorna är en bit utanför batterierna/produkten. När det gäller mindre battericeller så är det inte ovanligt att de kastas iväg flera meter i samband med branden. Även detta kan ses/upplevas som en explosion.

¹⁰ http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/210657/local_210657.pdf
(Perspektiv på Eldrivna Fordon 2014 ISBN 978-91-980974-4-3)

¹¹ https://www.youtube.com/watch?v=z7iNT_Jm71Y

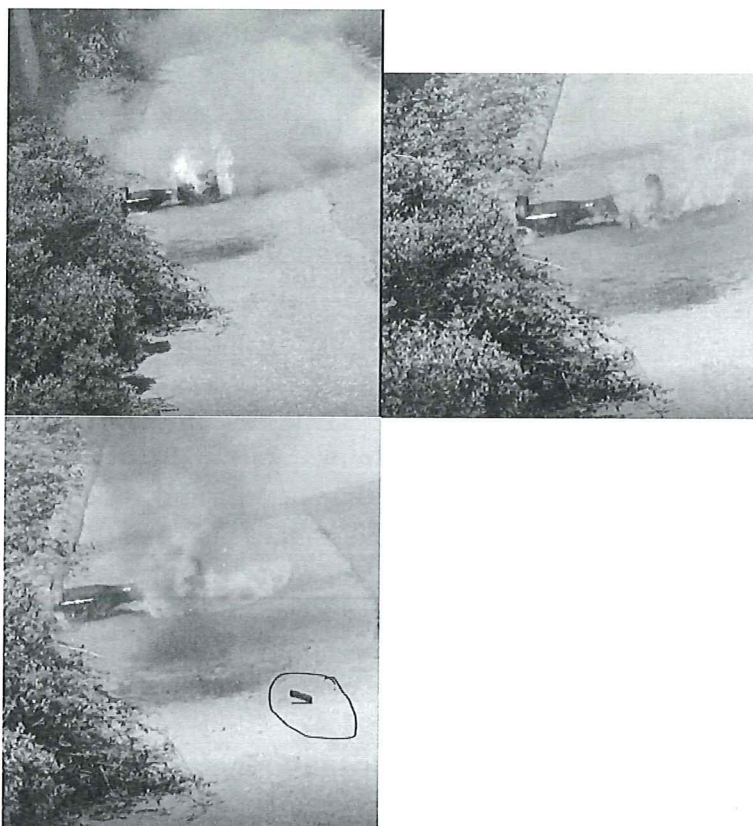
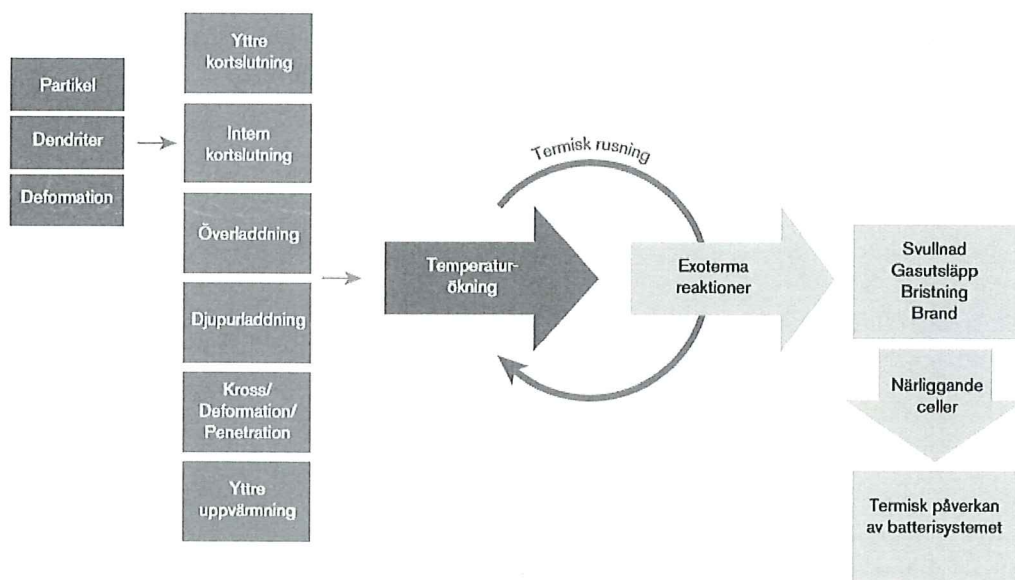


Bild 1-3: Foton från en filmsekvens som visar en brand i Halmstad 2016-09-15.
Bild 3 visar en battericell som kastas iväg flera meter (röd markering).



Figur 1: Möjliga orsaker till och konsekvenser av en termisk rusning i ett litiumjonbatteri.¹²

¹² http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/210657/local_210657.pdf
(Perspektiv på Eldrivna Fordon 2014 ISBN 978-91-980974-4-3)

Vid mycket högt strömuttag kan cellen belastas så mycket att det blir en form av "yttre kortslutning". Detta är fallet med vissa e-cigarett. Ytterligare en orsak till temperaturökning är återkommande laddning i minusgrader vilket kan ge litium plätering, som i sin tur ger ett instabilt batteri vid uppladdning.¹³

Det förekommer flertal skildringar från människor som observerat hur batteribrand uppkommer utan någon direkt förvarning. Särskilt vid bränder i hoverboards är det många som vittnar om att lågorna i stort sett momentant är ca en halvmeter höga. Branden kan ibland ha föregåtts av smällande ljud men ofta är tidsförloppet mellan de första indikationerna på att något är fel och brandstart mycket kort. Vi pratar här kanske om sekunder eller några tiotals sekunder. Bränderna i hoverboards har nästan uteslutande inträffat i samband med laddning. Den sammantagna bedömningen är att det ofta inte finns någon förvarningsperiod där lukt, rök eller ljud kan indikera att en farlig situation är på väg att uppstå och där tid finns att avbryta laddningen och därmed förhindra brands uppkomst. Detta innebär också att varningsutrustning som tex brandvarnare eller automatiskt brandlarm inte alltid hinner aktiveras förrän branden är ett faktum.

Reflektioner kring släckning av bränder i litiumjonbatterier

I flera av de bränder i mindre produkter, t.ex. hoverboards, som MSB fått kännedom om har vatten eller pulver använts, oftast med bra resultat. MSB kan konstatera att flera inträffade bränder i hoverboards, mobiltelefoner etc. har släckts ganska enkelt av privatpersoner med en vanlig pulversläckare. I något fall har en matta eller brandfilt använts. En del bränder har inte släckts i ett tidigt skede utan utvecklats till mer omfattande bränder.

¹³ Mikael Carlson, Elsäkerhetsverket

Bilaga 2.

Inträffade bränder

Här nedan redovisas några exempel på inträffade bränder och hur de släcktes.

- 2010-05-19, Örnsköldsvik, Brand/explosionsskada i litiumjonbatteri på industri,
<https://www.msb.se/Upload/Kunskapsbank/Olycksundersokningar/Brand%20-%20i%20byggnad/2009-2010/Brand%20i%20litiumjonbatteri%20sl%C3%A4cktes%20av%20sprinkler%20i%20Örnsköldsvik%202010.pdf>
- 2017-03-28, Göteborg, Brand i batterilaboratorium,
<https://www.msb.se/Upload/Kunskapsbank/Olycksundersokningar/Brand%20-%20i%20byggnad/2017/Brand%20i%20litiumbatterilaboratorium%20Göteborg%202017.pdf>
- 2016-08-31, Östersund, brand i hoverboard,
<https://www.msb.se/Upload/Kunskapsbank/Olycksundersokningar/Brand%20-%20i%20byggnad/2016/Brand%20i%20hoverboard%20i%20Östersund%202016.pdf>
- 2016-10-04, Umeå, brand i hoverboard,
<https://www.msb.se/Upload/Kunskapsbank/Olycksundersokningar/Brand%20-%20i%20byggnad/2016/Brand%20i%20hoverboard%20i%20Umeå%202016.pdf>
- 2016-09-16, Jönköping, brand i hoverboard,
<https://www.msb.se/Upload/Kunskapsbank/Olycksundersokningar/Brand%20-%20i%20byggnad/2016/Brand%20i%20hoverboard%20i%20Jönköping%202016.pdf>

MSB har kännedom om och har översiktligt gått igenom ca 80 inträffade bränder i hoverboards under perioden juli 2016 – maj 2018.

Det finns även exempel på två dödsbränder i Sverige som troligen orsakats av laddning av litiumjonbatterier.

- 2011-12-03, Kävlinge, Kvinna omkom i villabrand orsakad av laddning av batteri till modellflygplan. Både batteri och laddare var placerade i en säng.
- 2009-09-02, Staffanstorps, 5 personer omkom i en villabrand som troligen orsakades av en dator som stod på laddning i en säng.

Bilaga 3.

Nedan visas exempel på de vanliga lösningsmedel (alkydkarbonater) som i varierande mängder utgör huvuddelen av de elektrolytblandningar som används i litiumjonbatterier. Samtliga är brännbara och flera räknas som mycket brandfarliga och har även egenskaper som gör att de kan explodera under vissa omständigheter. Förbränningsenergin hos dessa lösningsmedel sträcker sig mellan -13 till -22 kJ/g, vilket kan jämföras med motsvarande siffra hos diesel -42 kJ/g. Det vill säga att lösningsmedlen har cirka halva förbränningsvärdet av diesel.¹⁴ (Minustecknet signalerar att värme frigörs under förbränning.)

Tabell 2:

Solvent	Name	Kokpunkt °C	Flampunkt °C ¹⁵	Särskilda risker
EC	Ethylene Carbonate	238	150 ¹⁶	
PC	Propylene Carbonate	242	135	Vid brand/upphettning uppkommer risk för explosion. ¹⁷
DMC	Dimethyl Carbonate	90	14-18	Kan självantända eller explodera vid kontakt med starka oxidationsmedel. ¹⁸
EMC	Ethyl Methyl Carbonate	109	23 ¹⁹	
DEC	Diethyl Carbonate	126	25-31	Brandrisk. Ämnet antänds lätt och en brand kan sprida sig snabbt. Risk för återantändning efter släckt brand. Kan självantända eller explodera vid kontakt med starka oxidationsmedel. ²⁰
DME	Dimethoxyethane	85	-17 ²¹ / -6 till -1 ²²	Brandrisk. Ämnet antänds lätt och en brand kan sprida sig snabbt. Risk för återantändning efter släckt brand. ²³

¹⁴ <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/27571.pdf>

¹⁵ Fysikaliska data om flampunkt är hämtad från RIB, Farliga ämnen (<https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/kemsearch.aspx>) om inget annat anges.

¹⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Ethylene_carbonate

¹⁷ <https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/Substance.aspx?id=5750&q=Propylene+Carbonate&p=1>

¹⁸ <https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/Substance.aspx?id=853&q=Dimethyl+Carbonate&p=1>

¹⁹ http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_US_CB3459272.aspx

²⁰ <https://rib.msb.se/portal/template/pages/kemi/Substance.aspx?id=1044&q=Diethyl+Carbonate&p=1>

²¹ 1,1-Dimetoxietan

²² 1,2-Dimetoxietan

²³ RIB på [msb.se](https://www.msb.se)