

Villaägarnas Riksförbund
Produktgranskning
Att: Ulf Stenberg
Box 7118
192 07 Sollentuna

Göteborg 2019-11-20



PRODUKTGRANSKNING LITIUMJONBATTERIER

Rapport, Projektnummer 20180909

Denna rapport är upprättad av civilingenjör/brandingenjör Elias Karlsson, Prevecon Brand & Riskkonsult AB, på uppdrag av Villaägarnas Riksförbund Produktgranskning.

Elias Karlsson
Civilingenjör/brandingenjör

Caroline Bernelius Cronsioe
Civilingenjör/brandingenjör

Åsboholmsgatan 6
504 51 Borås

Kungsgatan 48B
411 15 Göteborg

Kungsgatan 20
302 45 Halmstad

Västerlånggatan 27
111 29 Stockholm

Göteborgsvägen 9
451 42 Uddevalla

Telefon vxl: 010-703 70 00

www.prevecon.se



Innehåll

1	Inledning	3
1.1	Syfte och mål.....	3
1.2	Omfattning och avgränsningar.....	3
2	Teori	4
2.1	Litiumjonbatterier	4
2.1.1	Litumbatterier är inte samma sak som litiumjonbatterier	5
2.2	Elfordon.....	5
3	Aktuella fall med brand i batterier eller laddanordningar	8
4	Risker med litiumjonbatterier.....	10
5	Regler och rekommendationer	12
5.1	Nationella	12
5.1.1	Boverket.....	12
5.1.2	Elsäkerhetslagen	12
5.1.3	Räddningstjänsten	12
5.2	Internationella.....	13
5.2.1	Danmark	13
5.2.2	Norge.....	13
5.2.3	Australien och Nya Zeeland	13
5.2.4	USA	15
6	Hantering av energilagring med litiumjonbatterier samt elbilar i småhus	16
7	Slutsatser och rekommendationer till småhusägare	17
7.1	Laddning av elfordon	17
7.2	Litiumjonbatterier i småhus (energilagring)	17

1 Inledning

Prevecon har på uppdrag av Ulf Stenberg, chefsjurist på Villaägarnas Riksförbund, utrett riskerna med avsaknad av regler för energilagring genom laddningsbara batterier och elbilar i småhus och hur riskerna skulle kunna minskas. För att begränsa klimatförändringarna utvecklas nya alternativa drivmedel och energilagringssmöjligheter. Forskningen kring nya batterier går så pass fort att vi idag inte har kunskap om morgondagens batterier och att forskningen kring brandrisker, släckmetoder etc. ligger en bra bit efter forskningen på nya batterier. Det innebär att denna rapport beskriver det vi vet idag.

Villaägarnas Riksförbund har bl.a. gett oss i uppdrag att undersöka följande frågor.

- Finns det småhus där man med tanke på riskerna, bör avstå från att förvara batterilager och elbilar, innan ombyggnation görs?
- Skiljer sig riskerna åt om utrymmena i småhus där batterilager respektive elbilar förvaras är ventilerade eller ej och hur ventilationen är dragen i småhuset.
- Likaså om riskerna kan påverkas utifrån hur de boende betar sig (om t.ex. dörren mellan resten av bostaden och utrymmet för elbilen eller batterilagret lämnas öppen eller ej).

1.1 Syfte och mål

Syftet med denna rapport är att utreda hur litiumjonbatterier för energilagring samt elbilar påverkar brandriskerna i småhus samt att redogöra för vilka rekommendationer som konsumenter bör följa.

Målet med rapporten är att skapa ett bra underlag för konsumenter att hantera litiumjonbatterier för elbilar, elcyklar, elsparkcyklar och energilagring.

1.2 Omfattning och avgränsningar

Rapporten fokuserar på riskerna med litiumjonbatterier och hur brandskyddet med avseende på laddning samt användning av litiumjonbatterier för energilagring ska utformas. Rapporten kommer ej att behandla småbatterier så som laptop- eller mobiltelefonbatterier.

Denna rapport fokuserar på laddbara batterierna, i form av litiumjonbatterier. Det finns andra typer av laddbara batterier, t.ex. blybatterier, men då det är just litiumjonbatterier som är de som används i våra elbilar och andra mindre elfordon samt ökar i användningen gällande energilagring fokuserar denna rapport på just litiumjonbatterier.

Utvecklingen av batterier går just nu fort. Det gör att sammanställningen och framförallt rekommendationerna inom kort kanske inte längre är aktuell.

2 Teori

Nedan presenteras teori för litiumjonbatterier (samt litiumbatterier).

2.1 Litiumjonbatterier

Energi i litiumjonbatterier produceras genom att litiumjonerna rör sig mellan elektroderna, anoden (positiv) och katoden (negativ), i en elektrolytlösning. Genom att ändra sammansättningen av elektrodmaterial kan olika egenskaper i batteriet erhållas.¹

Litiumjonbatterier laddas genom fyra steg: förladdning, aktivering, konstant ström och konstant spänning.

I förladdningsfasen testas bara att batteriet inte är skadat och då levereras en mindre ström till batteriet (5-15 % av batteriets kapacitet). Därefter så inträffar det som kallas aktiveringssteget då man under en längre period förser batteriet med en konstant ström. Det kan exempelvis gå till så här för ett litiumjonbatteri. När batteriet når en spänning om 3 volt påbörjas snabb laddning då konstant ström strax under batteriets kapacitet levereras vilket är den aktiva laddningsfasen då batteriet laddas upp. Detta pågår tills batteriet når en spänning på 4,2 volt (full laddningsspänning) varpå strömtillförsel sjunker över tid och steget konstant spänning inleds. När strömmen sjunker och når den så kallade "avstängningsströmmen", ca 2 % av batteriets kapacitet, så är batteriet fulladdat och processen för laddning avbryts. Varje steg av processen tar en viss tid, detta är en säkerhetsfunktion som är viktig.²

En reaktion som kan uppstå i litiumjonbatterier är en så kallad termisk rusning. Det är en irreversibel process vilket innebär att den är inte omvändbar. Termisk rusning är en exoterm³ reaktion som kan ske inuti batteriet och avger stora mängder värme och syre. Reaktionen sker vid 130–250°C, men varierar beroende på vad batteriet består av.⁴ Reaktionen kan uppstå genom extern påverkan, exempelvis från en brand eller en krock, eller genom interna fel som skapar en kortslutning som leder till en ökad temperatur. När batteriets temperatur ökar börjar en nedbrytning av batteriet som startar en exoterm reaktion vilket höjer temperaturen ytterligare, en så kallad termisk rusning. Vid termisk rusning avges brännbara och toxiska⁵ gaser så som vätefluorid. Dessa kan sedan antändas av en gnista eller annan tändkälla, gasen kan också självantända om temperaturen blir tillräckligt hög. Om gasen inte kommer ut ur batteriet ökar trycket vilket kan leda till en explosion eller att batteriet blir en projektil.⁶ Ju högre laddning ett batteri har, desto kraftfullare kan dess termiska rusning bli, det går därför att delvis bekämpa termisk rusning genom att avbryta laddningen av batteriet.⁷

Enligt en rapport från MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) bildas det många gaser som är skadliga för hälsan när litiumjonbatterier drabbas av termisk rusning, bland annat vätefluorid.

¹ Batteriföreningen, *Litiumjonbatterier*, <https://batteriforeningen.se/litium-jon/>, hämtad 2019-11-07.

² Pushek Madaan och Rajiv Badiger, *Elektronik i Norden, Att ladda litiumjonbatterier* <http://www.elinor.se/att-ladda-litiumjonbatterier.html/>, hämtad 2019-11-08.

³ Vid en exoterm reaktion avges energi till omgivningen genom vanligen ljus eller värme.

⁴ Andreas Sæter Bøe, *Fullskala branntest av elbil*, Rapport A17 20096:03–01, SPFR, 2017.

⁵ Giftiga.

⁶ Roeland Bisschop, Ola Willstrand, Francine Amon & Max Rosengren, *Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles*, Rapport 2019:50, RISE, 2019

⁷ Jonatan Gehandler, Peter Karlsson, & Lotta Vylund, *Risker med nya energibärare i vägtunnlar och underjordiska garage*, Rapport 2016:84, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2016, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1067441/FULLTEXT01.pdf>, hämtad 2019-06-28.

Vätefluorid är giftigt att andas in och är frätande i vätskeform. Det går enligt rapporten inte att säga hur stor koncentration av gaserna som bildas då det beror på externa förhållanden så som väder men ämnena skapar irritation i hud och luftvägar. Ett stängt utrymme skapar högre koncentrationer och större risker för hälsokonsekvenser än ett ventilerat utrymme. Därför är det viktigt att utrymmen där risk för brand föreligger är väl ventilerade både med avseende på personsäkerhet och räddningstjänstens insats.⁸

2.1.1 Litiumbatterier är inte samma sak som litiumjonbatterier

Det finns skillnader mellan litiumbatterier och litiumjonbatterier. Trots detta så används begreppet litiumbatterier ofta felaktigt för båda sorterna. Det är även vanligt att de två olika sorterna blandas ihop. De största skillnaderna visas i Tabell 1.

Tabell 1: Skillnader mellan litium- och litiumjonbatterier i deras uppbyggnad⁹

	Anodmaterial	Elektrolyt	Övrigt
Litiumbatteri	Litium	Organiskt lösningsmedel med litiumjon-innehållande salt	Ej uppladdningsbart
Litiumjonbatteri	Grafitmix	Brandfarlig organiskt lösningsmedel	Uppladdningsbart

Litium som finns i litiumbatterier är ett ämne som reagerar kraftigt med vatten och bildar bland annat lättantändliga gaser vilka kan självantända. Detta medför att litiumbränder klassas som metallbränder och ska därför släckas därefter.¹⁰ Det som gör att litiumjonbatterier kan kylas med vatten är att det inte finns någon ren litiummetall i dem. Istället finns det litiumjoner, vilka inte är lika reaktiva med vatten som litium är.¹¹

Litiumjonbatterier används i t.ex. mobiltelefoner, elbilar och energilagring med batterier. Litiumbatterier hittar vi i t.ex. kameror, fjärrkontroller och klockor.

2.2 Elfordon

Bränder i fordonsbatterier börjar antingen genom ett internt fel eller genom extern påverkan. Extern påverkan kan vara mekanisk (exempelvis vid en krock), eller termisk (exempelvis vid snabb och hög uppvärmning från en brand). Risken för, och konsekvenserna vid, interna fel ska minimeras och begränsas av batteriets BMS (Battery management system), som ska kontrollera laddningen, batteriets kylsystem, isolationsfel, batteriets temperatur och andra tekniska fel i batterisystemet. Om något av dessa fel inträffar så kopplas batteriets system ur och batteriet laddas automatiskt ur. BMS:en klarar inte av att upptäcka och begränsa alla typer av fel. Vid laddning ökar risken för att fel uppstår, då laddning medför en ökad belastning för batteriet.¹²

⁸ Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB), *Hemställan om risker och agerande vid brand i batterier*, 2018, <https://www.msb.se/contentassets/302a31c6b60540f0b6f2b60a3eee3e42/hemstallan-risker-agerande-brand-batteri.pdf>, hämtad 2019-06-20.

⁹ Batteriföreningen, *Litiumbatterier*, <https://batteriforeningen.se/litium/>, hämtad 2019-10-24.

¹⁰ MSB, *Litium*, <https://rib.msb.se/Portal/template/pages/Kemi/Substance.aspx?id=1973>, hämtad 2019-10-25.

¹¹ Batteriföreningen, *Uppbyggnad av litiumjoncellen*, <https://batteriforeningen.se/uppbyggnad-av-litiumjoncellen-litiumjonbatterier/>, hämtad 2019-10-23.

¹² Jonatan Gehandler, Peter Karlsson, & Lotta Vylund, *Risker med nya energibärare i vägtunnlar och underjordiska garage*, Rapport 2016:84, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2016, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1067441/FULLTEXT01.pdf> hämtad 2019-10-28.

Laddning av elfordon kan ske antingen via växelström eller likström men vid laddning med växelström så gör bilens inbyggda likriktare, OBC (On Board Charger) om det till likström. Laddning kan ske med hjälp av olika kontakter som exempelvis CEE-don (industrikontakt) eller Schuko (vanlig kontakt för hushållsel). Varken Schuko eller CEE-don rekommenderas, Schuko på grund av att de inte är dimensionerade för ett kontinuerligt uttag av stora effekter och CEE-don då de saknar kommunikationsmöjligheter.

Laddning delas upp i Mode 1–4, se figur 1. Nedan följer en sammanfattning av Mode 1–4.

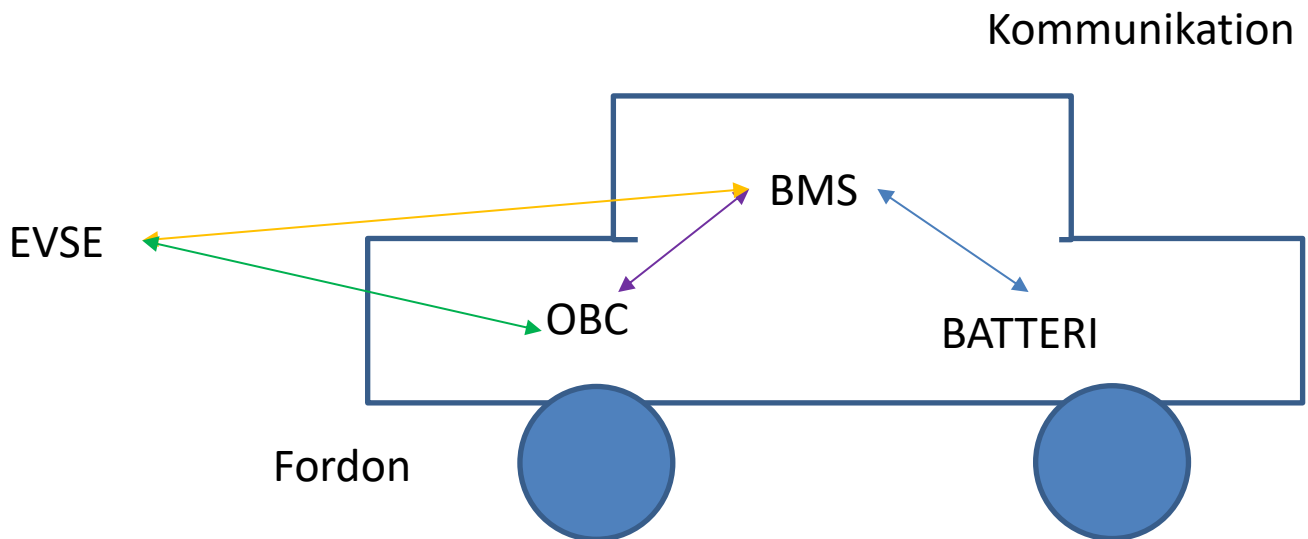
- Mode 1 är laddning med en vanlig kontakt i ett standarduttag för en- eller trefas (Schuko och CEE-don). Strömstyrkan ligger som mest på 16 A men det rekommenderas att inte använda högre än 10 A. Mode 1 saknar säkerhetssystem och förutsätter att installationen och husets elsystem är rätt utförd och utan defekter för att klara av belastningen. Denna typ av laddning bör inte användas för elbilar då risken för brand i byggnad blir väsentligt större. Detta mode används framförallt för mindre elfordon, exempelvis cykelbatterier.
- Mode 2 är laddning med enfas Schuko eller trefas industriuttag (CEE). Skillnaden mellan mode 1 och mode 2 är att en kontrollenhet (EVSE, Electric vehicle supply equipment) har installerats på laddkabeln. Kontrollenheten ser som ett minimum till:
 - Att fordonet är anslutet korrekt och
 - Är kontinuerligt skyddsjordat

EVSE slår inte på strömmen om anslutningen inte är korrekt och slår av strömmen om något fel upptäcks.

Mode 2 upptäcker bara fel mellan fordonet och kontrolldosan (EVSE) på laddkabeln och upptäcker alltså inte fel i uttag från byggnad. Då kontrolldosan sitter på laddkabeln och väger runt 3 kg skapar den ofta ett mekaniskt slitage på uttag och kontakter då den saknar stöd. Detta slitage kan leda till glapp som i sin tur kan leda till överhettning och brand. Maximal strömstyrka för Mode 2 är 32 A.

- Mode 3 kan användas för växelströmladdning av både 230 V och 400 V och är det säkraste alternativet för växelströmladdning. Laddning sker via en intelligent laddbox som har kontinuerlig kontakt och kommunikation med fordonet. Kontrollenheten (EVSE) sitter i laddboxen, vilket minskar risken för slitage vid EVSE-enheten och på uttag med mera. EVSE har samma funktion i Mode 3 som Mode 2. Mode 3 kan ladda med en strömstyrka på som mest 63 A, vilket kan räcka för att ladda vissa elbilsbatterier till 80 % på 20 minuter, det vill säga snabbladdning. Detta förutsätter dock att bilens OBC (On Board Charger) klarar av det.
- Mode 4 innebär att man snabbladdar batteriet med likström. Detta betyder att bilens OBC inte används, vilket gör att bilens OBC inte begränsar hur snabbt bilen kan laddas. Laddaren kommunicerar direkt med batteriets BMS och kan därmed reglera hur stor effekt batteriet ska laddas med beroende på hur snabbt bilens batterier klarar av att ta emot laddning. Mode 4 kan användas för effekter på 20 kW – 125 kW. I övrigt är Mode 4 lika med Mode 3.¹³

¹³ Elsäkerhetsverket, *Informationsbehov rörande elsäkerhet kring laddinfrastrukturen för elbilar*, 2014, https://www.elsakerhetsverket.se/globalassets/publikationer/rapporter/elsak_informationsbehov_laddninsinfrastruktur_2014.pdf, hämtad 2019-11-01.



Figur 1 visar en principskiss för kommunikationen mellan de olika säkerhetssystemen.¹⁴

Mode 1-4 (alltid kommunikation mellan batteri och BMS)

Mode 1-3 (alltid kommunikation mellan BMS och OBC)

Mode 1 (ingen EVSE)

Mode 2-3 (EVSE ingår i laddstolpen i mode 3 och är en del av laddsladden i mode 2)

Mode 4 (EVSE är en del av laddstolpen och OBC behövs inte i mode 4)

Modes (klasser) förväxlas ofta med det så kallade Typer av kontakter och uttag som kan användas vid laddning av elbilar, exempelvis Typ 1 (bara enfas, växelström), Typ 2 (normal eller semi-snabbladdning med växelström), CHAdeMO (snabbladdning med likström).

¹⁴ BMS= Battery management system, OBC = On Board Charger (inbyggda likriktare), EVSE = kontrollenhet

3 Aktuella fall med brand i batterier eller laddanordningar

28 mars 2017 – Volvo Torslanda, Göteborg

Klockan 09.34 fick räddningstjänsten ett larm om en brand på Volvos anläggning i Torslanda. Ett batteri hade börjat brinna under ett test på grund av felaktig preparering. Fem personer i lokalen utrymde direkt och ingen kom till skada. Räddningstjänsten var på plats efter nio minuter och påbörjade släckinsatsen. Branden intensifierades under en dryg timme på grund av att energin inuti batterierna spädde på brandförloppet under första timmen, för att sedan mattas av. Det dröjde ytterligare innan rökutvecklingen avtog och först vid 15-tiden var branden släckt. Under släckningsarbetet förde räddningsledaren tät dialog med experter från Volvo, och ingen person kom till skada till följd av branden. Tre dagar efter branden uppstod fördröjd termisk rusning, men personalen hade möjlighet att själva hantera den branden.¹⁵

20 september 2018 – Sisjön, Göteborg

En brand utbröt i bottenplan i en företagslokal i Sisjön utanför Göteborg. Räddningstjänsten skickade 10 enheter. Lokalen fick utrymmas då den innehöll litiumjonbatterier och giftig rök spreds. Ingen person kom till skada och räddningstjänsten fick kontroll över branden och stannade för att vädra ut byggnaden efteråt.¹⁶

1 juli 2018 – Sunne

Ett tvåfamiljshus brann ner till grunden, branden startade i carporten i samband med att ett elfordon laddades. Laddkabeln till elfordonet kopplades in till ett vanligt 230-voltsuttag (schukouttag). Huvudsäkringens gick när tvättmaskinen kördes och elbilen laddades varför familjen kopplade in en timer i ladduttaget för elbilen och laddningen startade av timern på natten. Det går dock inte att fastställa den direkta brandorsaken, men det kan klargöras att det var antingen på grund av timern där laddaren var ansluten eller vägguttaget. Elsäkerhetsverket rekommenderar att man inte ska ladda i denna typ av uttag då de inte är dimensionerade för en långvarig hög last. Ingen person kom till skada.¹⁷

15 oktober 2018 – Blekinge

Villa totalförstördes efter en brand som troligtvis startat i batterier till en elcykel. Laddningen skedde på familjens altan under natten. Branden startade där och spred sig sedan via garaget vidare till huset där familjen låg och sov. Inga personer skadade sig vid branden.¹⁸

31 oktober 2018 – Malmö

Räddningstjänsten larmades till en brand i en villa. Branden startade i ett litiumjonbatteri tillhörande en elcykel. Räddningstjänsten möttes av kraftig rökutveckling vid batteriernas placering. Räddningstjänsten drog ut batteriet i det fria och skickade sedan sina kläder för sanering på grund av trolig kontaminering av vätefluorid.

¹⁵ Lina Zommorodi, "Batteribranden på Volvo Cars", *Brandsäkert*, 2019-02-26, <https://www.brandskyddsforeningen.se/om-oss/pressrum/artiklar-fran-brandsakert/batteribranden-pa-volvo-cars/>, hämtad 2019-11-04.

¹⁶ Sebastian Laneby, "Företag utrymt efter brand", *Aftonbladet.se*, 2018-09-20, <https://www.aftonbladet.se/nyheter/a/5Vgk66/foretag-utrymt-efter-brand>, hämtad 2019-11-04.

¹⁷ Johan Kristensson, *Utredning klar: Elbilsladdning orsakade branden i huset*, <https://www.nyteknik.se/fordon/utredning-klar-elbilsladdning-orsakade-branden-i-huset-6934241>, hämtad 2019-11-06

¹⁸ TT Batterier i elcykel orsak till stor husbrand. <https://www.nyteknik.se/fordon/batterier-i-elcykel-orsak-till-stor-husbrand-6937153>. hämtad: 2019-11-06

Den i villan boende mannen fördes till sjukhus med ambulans efter att ha andats in röken när han försökte släcka branden i rummet. Enligt uppgifter hade inte batteriet varit anslutet på en månad och inte utsatts för stötar eller ovanligt hög värme. Orsaken till branden är okänd.¹⁹

30 oktober 2019 – Voi:s kontor, Stockholm

Ett prototypbatteri till elsparkcykeln Voi exploderade under laddning. Det var inte ett batteri som används i Vois aktiva fordonssflotta. Branden inträffade på Vois kontor. Branden utvecklades snabbt och kraftigt varpå det blev en omfattande rökutveckling. Inga personskador uppkom.²⁰

¹⁹ Ulf Bergholm, *Brand i litiumbatteri till elcykel*,

<https://www.utkiken.net/forum/dokumentarkiv/tema/mikroproduktion-av-el-solceller-etc/energilagring-och-batteri/44826-intr%C3%A4ffade-br%C3%A4nder-i-batterier-rapporter>, hämtad 2019-06-04.

²⁰ TT/Ny teknik, Voi efter explosionen: "Ett prototypbatteri fattade eld"

<https://www.nyteknik.se/fordon/voi-efter-explosionen-ett-prototypbatteri-fattade-eld-6976976>, hämtad 2019-11-12

4 Risker med litiumjonbatterier

Lagring av energi i batterier i byggnader och elfordon medför ett flertal risker och utmaningar för såväl privatpersoner som räddningstjänstens personal vid en insats. Till att börja med kan litiumjonbatterier vara uppbyggda på flera olika vis. Exempelvis kan batterierna ha olika:

- Storlek
- Kylning (luft eller vätskekyld)
- Kemisk sammansättning
- Utformning
- BMS (Battery Management System)
- Laddning

Variationen är stor för hur energilagring med litiumjonbatterier utformas och installeras. Tekniken utvecklas hela tiden och skapar nya metoder som inte är helt undersökta ur brandsynpunkt.

Kunskapen kring hur litiumjonbatterier reagerar på ålder och återanvändning är bristfällig då de enbart säkerhetstestas när de är nya. Vid användning åldras batteriet både kemiskt och fysiskt, vilket kan medföra säkerhetsrisker. Hur batteriet åldras är komplext och kan bland annat bero på vilket batteri det är, elektrisk användningscykel, vibrationer och temperatur.²¹

En stor del av återbruksmarknaden för litiumjonbatterier utgörs av bilbatterier av litiumjontyp som används till energilagring. Utöver det återfinns begagnade bilbatterier av litiumjontyp även i äldre bensin- och dieseldrivna bilar som byggts om till elbilar, då verkstäder och bilentusiaster har börjat att intressera sig och specialisera sig kring detta. Återbruk sker även av portabla batterier i till exempel mobiltelefoner, mobilladdare och bärbara datorer. Batterierna plockas ut, testas och säljs av företag för att sedan återanvändas i sina ursprungliga produkttyper.²²

Utöver nyttan med återbruk finns det även risker med detta som bör utredas. Återbruket ökar risken för att skadade batterier säljs vidare samt att man gör ingrepp i batterier eller förvarar batterier utan att ha rätt kunskap.

Ursprungliga bensin- och dieseldrivna bilar som byggs om till elbilar kan medföra vissa risker. Då ombyggnaden är komplicerad är det viktigt att enbart personer som besitter rätt kunskaper genomför jobbet. I annat fall kan ombyggnad eller underhåll påverka bilens säkerhetssystem negativt. Ombyggda fordon kan även utgöra en risk för räddningspersonal vid en eventuell räddningsinsats. Detta eftersom det är extra svårt för räddningstjänsten att få rätt information om bilens drift vilket kan leda till att de lägger upp räddningsinsatsen utan hänsyn till riskerna med litiumjonbatterier.²³

Ett stort problem är också att ett skadat litiumjonbatteri kan få en fördröjd termisk rusning långt efter att branden är släckt. Man ska alltid vara försiktig om ett batteri varit utsatt för extern påverkan så som brand eller en lättare krock, även om påverkan har varit liten.

²¹ Anders Lönnermark, *Brandsäker energilagring - Sammanställning av risker och forskningsbehov*, Rapport 2018:42, RISE, 2018, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1263539/FULLTEXT01.pdf>, hämtad 2019-10-24.

²² Hans Erik Melin, *Forskningsöversikt om återvinning och återbruk av litiumjonbatterier*.

²³ Nina K. Reitan, Andreas G. Bøe & Jan P. Stensaas, *Brannsikkerhet og alternative energibærere: El- og gasskjøretøy i innelukkede rom*, Rapport A16 20096–1:1, SP Fire Research AS, 2016-01-27, <https://risefr.no/media/publikasjoner/upload/2016/spfrrapport-a16-20096-1.pdf>, hämtad 2019-11-04.

Det har hänt att även en liten påverkan har resulterat i en fördröjd brand. En fördröjd termisk rusning kan starta flera dagar efter olyckan. Batteripack byggs med speciella inneslutningsmetoder för att förhindra att termisk rusning i en battericell påverkar nästa battericell. Ett problem med dessa konstruktioner är att om en termisk rusning startar så blir det svårt att stoppa den genom kylning på grund av begränsad åtkomlighet. Trots inneslutningen kan närliggande celler till den skadade cellen få en fördröjd termisk rusning. Detta på grund av de oskadade närliggande cellerna kan ha påverkats indirekt.²⁴

För att förhindra att en termisk rusning sprids till ytterligare battericeller behöver battericellerna kylas med stora mängder vatten. Att begränsa syretillförseln hjälper till att begränsa brandspridningen, men är inte i sig tillräckligt för att få en termisk rusning att avstanna då värmeutvecklingen inte behöver syre för att fortsätta och den termiska rusningen i sig producerar syre.²⁵

Batteriets BMS ska begränsa och minimera interna fel och även upptäcka extern påverkan av batteriet. Vid laddning ökar risken för att fel uppstår, då laddning medför en ökad belastning för batteriet.²⁶ BMS:en kan upptäcka många fel vid laddningen, men klarar inte av att upptäcka alla fel.

När batteriet laddas genom ett vanligt vägguttag så utsätts husets elsystem för en stor belastning över en längre tid, vilket kan leda till överhettning och brand i huset. Bättre är att ladda genom en laddbox (kallad laddstolpe vid montage på stolpe) som är gjord för att klara av den ökade belastningen och har inbyggda säkerhetssystem. Dessutom laddas bilen snabbare.²⁷ Inbyggda säkerhetssystem kan exempelvis vara utformade så att de bryter strömmen om de upptäcker något fel. En annan risk som förekommer är att ladda bilen med skarvsladd. Detta är inget som rekommenderas då de inte är gjorda för den höga belastningen. Det bedöms alltid vara bäst att ladda med kablar som fordonstillverkaren har godkänt.²⁸

²⁴ Roeland Bisschop, Ola Willstrand, Francine Amon & Max Rosengren, *Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles*, Rapport 2019:50, RISE, 2019

²⁵ Jonatan Gehandler, Peter Karlsson, & Lotta Vylund, *Risker med nya energibärare i vägtunnlar och underjordiska garage*, Rapport 2016:84, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2016, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1067441/FULLTEXT01.pdf>, hämtad 2019-06-28.

²⁶ Jonatan Gehandler, Peter Karlsson, & Lotta Vylund, *Risker med nya energibärare i vägtunnlar och underjordiska garage*, Rapport 2016:84, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2016, <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1067441/FULLTEXT01.pdf> hämtad 2019-11-05.

²⁷ Håkan Rosenqvist, "Så laddas elbilen säkert hemma", *Borås tidning*, 2019-11-06.

²⁸ Elsäkerhetsverket, *Informationsbehov rörande elsäkerhet kring laddinfrastrukturen för elbilar*, 2014, https://www.elsakerhetsverket.se/globalassets/publikationer/rapporter/elsak_informationsbehov_laddnin_gsinfrastruktur_2014.pdf, hämtad 2019-11-01.

5 Regler och rekommendationer

Nedan presenteras nationella och internationella regler, standarder och rekommendationer.

5.1 Nationella

5.1.1 Boverket

I nuläget nämns det inget i BBR (Boverkets byggregler) specifikt om hur en byggnad ska utformas när litiumjonbatterier i form av elbilar eller batterianläggningar finns i en byggnad och det är oklart vad som gäller för laddning av elfordon i slutna utrymmen så som garage. Rådet från Boverket är att fråga den lokala räddningstjänsten och se vad de rekommenderar.²⁹

5.1.2 Elsäkerhetslagen

Elsäkerhetslagen (2006:732) är till för att elsäkerheten ska vara hög samt att risken för skador på person eller sak orsakad av el ska minska.³⁰ I denna lag ligger ansvaret för anläggningen på anläggningsinnehavaren för att se till att anläggningen är säker och att åtgärda brister som uppstår.³¹ Ansvarig för att se till att laddstolpen inte är skadad och därmed säker att användas är den som använder stolpen.³²

Då laddstationer hanterar starkström ställer både **elsäkerhetsförordningen** (2017:218) samt **starkströmsföreskrifterna** (ELSÄK-FS 2008:1 med ändringar till och med 2015:3) krav på stationen. Dessa krav kan vara att anläggningen ska kontrolleras regelbundet, samt att allt arbete ska ske av behörigt elinstallationsföretag.³³

5.1.3 Räddningstjänsten

Generellt är de olika räddningstjänsternas rekommendationer och riktlinjer lika varandra, nedan presenteras Storstockholms brandförsvars rekommendationer som är en av de som är mest detaljerade. Andra räddningstjänster ger liknande rekommendationer. Riktlinjerna fokuserar generellt mest på publika slutna garage och inte på garage tillhörande småhus men Storstockholms brandförsvär har några riktlinjer.

"För att undvika skador på människor och miljö samt för att underlätta räddningstjänstens insats bör laddningsstationer;

- *i första hand placeras utomhus,*
- *placeras långt ifrån husfasad och*
- *placeras så att ventilationsöppningar undviks.*³⁴

²⁹ Sveriges kommuner och landsting, *Ladda för framtiden*.

³⁰ SFS 2016:732, *Elsäkerhetslagen*, Infrastrukturdepartementet.

³¹ Installationskompaniet, *Hur säker är din elanläggning?*, 2018, <http://www.instkomp.se/nyhet/hur-saker-ar-din-elanlaggning/>, hämtad 2019-08-12.

³² Svensk Energi, *Laddinfrastruktur för elfordon: Vägledning för att sätta upp laddstation eller laddstolpe*, 2013, <http://elbil2020.se/wp-content/uploads/2016/05/Vagledning-laddinfrastruktur.pdf>, hämtad 2019-06-26.

³³ Svensk Energi, *Laddinfrastruktur för elfordon: Vägledning för att sätta upp laddstation eller laddstolpe*.

³⁴ Storstockholms brandförsvär, *Vägledning Laddningsplatser för el- och hybridbilar*, 2019-05-20

5.2 Internationella

5.2.1 Danmark

I Danmarks byggregler (byggningsreglementet), BR, finns det likt Sverige inga specifika krav gällande batterier ur brandsynpunkt. Danmarks senaste version av byggregler, BR18, består av 452 paragrafer indelade i 22 kapitel. Kapitel 5, vilket innefattar paragraf 82–158 behandlar reglerna gällande brandskydd.³⁵

5.2.2 Norge

I Norges byggregler, TEK, finns det, likt Sverige och Danmark, inga specifika krav gällande batterier. TEK17 är nuvarande byggregler för nybyggnation i Norge. Kapitel 11 berör brandsäkerhet, vilket är indelat i 17 paragrafer. Varje paragraf består av ett till flera stycken som förklarar föreskriften.³⁶

Enligt DSB (Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap), Norges motsvarighet till MSB i Sverige, finns det hittills inga specifika tekniska krav på byggnader eller garage avseende elbilar eller parkering av elbilar. Det finns inte heller några konkreta planer på åtgärder utöver det som gäller idag.³⁷

Upprättande av laddstationer i Norge regleras av DSB:s föreskrifter om lågspänningselektriska system (FEL) och normen NEK 400 Lågspänningsinstallationer. Delstandard 722 beskriver de detaljerade kraven för konstruktion och underhåll av laddstationen. Det ställs även krav på kontroll av laddstationer. Ägaren till laddstationen omfattas av bestämmelser om intern kontroll och måste fastställa veckovisa rutiner för visuell kontroll av laddningskontakter. En årlig inspektion av behörig elektriker måste också utföras.³⁸

I en rapport från 2017 skriver DSB att det inte innebär en högre risk för brand att parkera elbilar i garage jämfört med fossildrivna bilar. De menar att det inte finns någon anledning att tro att elbilar utgör en högre brandrisk, så länge laddningssystemet är konstruerat och underhållet efter DSB:s föreskrifter.³⁹

5.2.3 Australien och Nya Zeeland

2017 kom det rapporter i Australien att batterilager för hemmet av typen litiumjon skulle komma att förbjudas i australiensiska hem på grund av att brandrisken bedömdes vara för stor. I ett utkast från Standards Australia skrevs det att litiumjonbatterier skulle bedömas som "Category 1 fire risk", vilket skulle innebära att batteripack av den här typen inte skulle få installeras i hemmet.⁴⁰

³⁵ Byggningsreglementet, <http://byggningsreglementet.dk/>, hämtad 2019-08-13.

³⁶ Direktoratet for byggkvalitet, <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>, hämtad 2019-08-13.

³⁷ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap, <https://www.dsb.no/lover/elektriske-anlegg-og-elektrisk-utstyr/tema/elbil---lading-og-sikkerhet#krav-til-brannsikring-i-bygning>, hämtad 2019-11-07.

³⁸ Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap.

³⁹ Ståle Frydenlund, "DSB: - Ikke høyere brannrisiko i parkerte elbiler", *Norsk elbilforening*, 2017-03-17. <https://elbil.no/dsb-ikke-hoyere-risiko-for-brann-i-parkerte-elbiler/>, hämtad 2019-11-11.

⁴⁰ Giles Parkinson, "The new standard that could kill the home battery storage market", *Renew Economy*, 2017-07-03, <https://reneweconomy.com.au/the-new-standard-that-could-kill-the-home-battery-storage-market-93609/>, hämtad 2019-11-08.

Australien och Nya Zeeland har jobbat gemensamt för att ta fram nya krav och uppdatera sina standarder rörande batteriinstallationer. Standards Australia har röstat för att acceptera ett förslag på en ny standard gällande batterier för att ersätta den äldre standarden. Den gällande standarden nämner inte nutida tekniker som till exempel litiumjonbatterier.⁴¹ Därför har ett utkast med förslag på ändringar kallat AS/NZS: 5139 arbetats fram. Utkastet föreslår högre krav på batterier som installeras för privat bruk i hemmet, än för batterier som används industriellt som redan måste uppfylla andra krav.⁴² Förslaget ska nu alltså ratificeras och ersätta den äldre standarden gällande privata batteriinstallationer i både Australien och Nya Zeeland.⁴³

Sammanfattningsvis gäller standarden för system över 1 kWh och mindre än 200 kWh inom spänningsområdet 12 V till 1500 V med bly, litium eller andra kemikalier och system. Standarden hänvisar till ett annat dokument som kallas Best Practice Guide.⁴⁴ Dokumentet är utarbetat av hushållsbatteriindustrin och är riktat till tillverkare, montörer och importörer av deras hushållsbatteriutrustning för att för att assistera dem i hanteringen av säkerhetsriskerna med batterilagringssystem. Batteripaketet får inte installeras i takutrymmen, hållrum i väggar, under trappor, utrymningsvägar och inte i bebodda rum inomhus. Om ett batteripaket monteras på yttervägg till ett bebodda rum måste alla krav i lämpliga sektioner uppfyllas, inklusive krav på begränsning av brandspridning. En riskbedömning behöver också göras utifrån en bilaga given av standarden.⁴⁵

⁴¹ Clean Energy Council, *Battery install standard draft accepted*, 2019-07-25, <https://www.cleanenergycouncil.org.au/news/battery-install-standard-draft-accepted>, hämtad 2019-11-08.

⁴² Clean Energy Council, *Draft Battery Standard Update*, 2019-07-08, <https://www.cleanenergycouncil.org.au/news/draft-battery-standard-update>, hämtad 2019-11-08.

⁴³ Clean Energy Council, *Battery install standard draft accepted*, 2019-07-25.

⁴⁴ Best Practice Guide: Battery storage equipment, 2018-06-06, <http://www.batterysafetyguide.com.au>, hämtad 2019-11-03.

⁴⁵ DPA Solar, *The new battery standard AS/NZ 5139*, 2019-04-03.

5.2.4 USA

USA:s brandlag är inte kopplad till deras byggregler på samma sätt som här i Sverige. USA:s brandregler ges ut i form av standarder av National Fire Protection Association (NFPA). NFPA har hundratals standarder, där varje standard fokuserar på krav gällande ett specifikt område.⁴⁶

Den mest generella av alla standarder är *NFPA 1 Fire Code*. NFPA 1 främjar brand- och livssäkerhet för allmänheten och räddningstjänsten såväl som egendomsskydd genom att tillhandahålla en omfattande, integrerad strategi för reglering av brandreglerna och riskhantering. Den samlar extrakt och referenser från över 130 NFPA-koder och standarder.⁴⁷ Genom initiativ som utbildning, utveckling av standarder och forskning ämnar NFPA att skapa förståelse om förnybara energikällor och nya potentiella faror med dessa. Det finns ett flertal standarder från NFPA som berör energilagringssystem.⁴⁸

- NFPA 1, Fire Code, Chapter 52
- NFPA 70, National Electrical Code, Article 706
- NFPA 855, Standard for Installation of Energy Storage Systems (*currently in development*)
- NFPA 110, Standard for Emergency and Standby Power Systems
- NFPA 111, Stored Electrical Energy Emergency and Standby Power Systems⁴⁹

⁴⁶ National Fire Protection Association, *List of NFPA codes & standards*, 2019, <https://www.nfpa.org/Codes-and-Standards/All-Codes-and-Standards/List-of-Codes-and-Standards>, hämtad 2019-11-07.

⁴⁷ National Fire Protection Association, *NFPA 1 Fire Code*, 2019, <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1>, hämtad 2019-10-27.

⁴⁸ National Fire Protection Association, *Energy Storage & Solar Systems*, 2019, <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Resources/Emergency-Responders/High-risk-hazards/Energy-Storage-Systems>, hämtad 2019-10-28.

⁴⁹ National Fire Protection Association, *Energy Storage & Solar Systems*, 2019.

6 Hantering av energilagring med litiumjonbatterier samt elbilar i småhus

Det är viktigt att begränsa att brand och rök sprids om brand bryter ut. Brandavskiljande väggar och bjälklag begränsar sådan spridning och delar upp byggnaden i brandceller. Tanken med avskiljningen i brandceller är att brand inte ska spridas mellan brandceller inom en bestämd tid. Därigenom ökar möjligheterna att människor och egendom som befinner sig i en brandcell inte tar skada från en brand i en annan brandcell. Småhus är sällan indelade i brandceller, därmed finns inga inre brandavskiljande väggar och bjälklag som hindrar branden från att sprida sig till hela huset. Om garage är sammanbyggt med ett småhus däremot ska det finnas en brandcellsgräns mellan garaget och småhuset.

Det finns inga regler idag som förhindrar förvaring av litiumjonbatterier i småhus men vi avråder från att förvara batterier (för energilagring eller i el-fordon) direkt i bostaden. Åtgärder som bör genomföras är att säkerställa att utrymmet där batterierna finns utgör en egen brandcell och därmed är avskilt från övriga delar av småhuset. Detta kräver oftast ombyggnation i småhus, då de inte brukar vara indelade i flera brandceller. Ett undantag är dock att det ska finnas ett avskilt pannrum i egen brandcell i småhus om effekten på pannan överstiger 60 kW. I äldre småhus kan pannrummet utgöra en brandcell även om effekten på pannan understiger 60 kW. Om man inte vet om pannrummet är en brandcell eller brandcellens skick bör detta kontrolleras innan man nyttjar detta utrymme för batterier.

Garage ska generellt vara skilt från bostaden via brandcellsgräns. Om elbil ska parkeras i garaget eller ett batteripack för energilagring ska placeras där, bör brandcellsgränsen kontrolleras. Bland annat bör man säkerställa att dörren mellan garage och bostad förblir stängd när den inte används.

Ventilationen bör vara separat för småhus och garage för att minska risken att de giftiga gaserna tar sig in i bostaden. Om ventilationen är gemensam för garage och bostad ska det finnas ett fullgott ventilationsbrandskydd som upprätthåller brandcellsgränserna. I just småhus brukar ventilationen i garage vara separerad. Det kan dock vara lämpligt att kontrollera att så är fallet.

Att förvara batterierna i ej ventilerade utrymmen avråds ifrån. Räddningstjänsterna är mycket tydliga på denna punkt på grund av att i ett icke ventilerat utrymme ökar riskerna för att exponeras för höga doser vätefluorid.

Det brandskydd vi får med Boverkets byggregler är inte i alla delar förlåtande idag. Dörrar i brandcellsgräns, som den mellan garage och småhus, ska hållas stängda för att upprätthålla brandcellsgränsens funktion. Om det inte sker finns risk att exempelvis brand och vätefluorid vid brand sprids in i bostaden t.ex. när vi sover. Mänskligt beteende är en risk i sig (som att t.ex. lämna en brandcellsavskiljande dörr öppen), men det tar varken byggreglerna generellt eller räddningstjänstens rekommendationer angående batterier höjd för.

7 Slutsatser och rekommendationer till småhusägare

Genomgående är det viktigt att:

- gällande regelverk efterlevs, t.ex. Elsäkerhetsverkets krav.
- material och utrustning ska vara avsedda för ändamålet (originaldelar och inga förlängnings- eller skarvsladdar).
- installationer ska vara utförda av behörigt elinstallationsföretag.
- utrustning används som avsett.

7.1 Laddning av elfordon

Generellt rekommenderas att laddning sker utomhus. Detta är dock inte alltid möjligt och sammanställda rekommendationer avser laddning inomhus.

- Använd Mode 3 för laddning av elbil.
- Ladda endast i garage som är egen brandcell.
- Laddplats för elbil bör vara placerade långt ifrån ventilationsintag för att minska risken att brandgas sprider sig till byggnaden i övrigt.
- Säkerställ möjlighet till brandgasventilation.
- Frånluften från garaget bör vara separerad från småhusets ventilation.
- Säkerställ att eventuell dörr mellan garaget och småhuset är stängd för att förhindra spridning av brand till småhuset.
- Kontrollera gärna med jämna mellanrum laddningskontakterna visuellt, så ökar chansen att du upptäcker eventuella skador på ett tidigt stadium.

7.2 Litiumjonbatterier i småhus (energilagring)

- Vid installation av återbrukat batteri, säkerställ att batteriets status är kontrollerad och dokumenterad av behörig elinstallatör.
- Utsätt inte batterierna för höga eller låga temperaturer, vibrationer, stötar eller mekanisk påverkan.
- Placera batterierna så att de är åtkomliga för räddningstjänsten.
- Placera litiumjonbatterier som används för energilagring i egen brandcell, Detta kräver ofta ombyggnation, då småhus i allmänhet inte är indelade i flera brandceller, om inte t.ex. ett avskilt pannrum i egen brandcell finns.
- Placeras i ett utrymme med separat ventilation.