



MSB

Enheten för lärande från olyckor

## **Olycksundersökning gällande explosion och brand i lägenhet, fastigheten [REDACTED] i Linköpings kommun**

Händelseadress: [REDACTED], Linköping

Datum för händelsen: 2023-08-18

Datum för uppgiftsinsamling: 2023-08-24 – 2024-02-12

Eget larmnummer: G2023.098726

Polisens k-nummer: 5000-K1020543-23



Omslagsbild – Bildruta hjälmkamerafilm Styrkeledare 242-2210. Cirka 2 minuter efter framkomst. Räddningstjänsten har påbörjat invändig släckning.



## Inledning

På eftermiddagen fredagen den 18 augusti 2023 fick räddningstjänsten larm om en lägenhetsbrand i ett flerbostadshus i Linköping, i stadsdelen [REDACTED]. Under framkörning uppges att något exploderat i den berörda lägenheten och att det brinner. När räddningstjänsten närmar sig adressen syns att det ryker kraftigt från byggnaden.

Direkt vid framkomst uppper en person utanför byggnaden att "ett elcykelbatteri exploderade" och att hon befann sig i lägenheten vid tillfället för explosionen. Hon uppper vidare att ingen är kvar i den drabbade lägenheten och att lägenhetsdörren är stängd men olåst.

Brand pågår vid detta tillfälle i lägenhetens sovrums. Utrymmet är tryckavlastat och branden är fortfarande bränslekontrollerad. Sovrumsfönster (hela fönstret inklusive karm) och fasadmaterial ligger på marken utanför byggnaden, nedanför det aktuella rummet. Fönstret har av allt att döma tryckts ut med kraft eftersom dess placering vid framkomst är flera meter från fasaden, se omslagsbild.

Branden kunde relativt enkelt hanteras av räddningstjänsten och begränsades till sovrumsrummet. Ingen person skadades allvarligt vid händelsen. Samtliga lägenheter med undantag för den brandutsatta kunde fortsatt användas. Räddningsinsatsen inleddes klockan 16:10 och avslutades klockan 17:45.

Räddningstjänsten undersöker nu händelsen närmare i syfte att utröna om ett elcykelbatteri kan ligga bakom skadefallet eller om det kan finnas andra förklaringar till branden och/eller den kraftiga tryckuppbyggnaden som av allt att döma skett i samband med händelsen.



## Innehåll

Inledning.....	2
Anledning till olycksundersökningen.....	4
Underlag.....	5
Objektsbeskrivning .....	6
Övrig bakgrundsinformation.....	9
<i>Om explosioner, deflagrationer och detonationer</i> .....	9
<i>Om litiumjonbatterier</i> .....	10
Händelseförlopp innan olyckan .....	14
Olycksförlopp innan räddningstjänstens ankomst.....	17
Olycksförlopp efter räddningstjänstens ankomst.....	19
Skadebild .....	20
Bedömning/analys .....	31
<i>Värdering av uppgifter</i> .....	31
<i>Bedömning av primärbrandområde, brandorsak och brand-/explosionsförlopp</i> .....	32
Slutsatser .....	36



## Anledning till olycksundersökningen

Räddningstjänsten Östra Götaland undersöker händelsen med hänvisning till 3 kap 10 § Lag (2003:778) om skydd mot olyckor, LSO<sup>1</sup>. Se även MSBFS 2021:5<sup>2</sup>. Undersökningen ska i möjligaste mån kartlägga orsaker till händelsen och dess konsekvenser. Det övergripande ändamålet är att med ett lärande förhållningssätt identifiera och ta tillvara på viktiga erfarenheter från händelsen.

Initialt kan fastslås att räddningstjänsten släcker en brand i den aktuella lägenhetens sovrums. Centrala frågeställningar för undersökningen kan sammanfattas enligt följande:

- Vad ledde till och orsakade denna brand och hur uppstod de materiella skadorna avseende byggnadens konstruktion (fönster och fasad)?
- Givet en explosion<sup>3</sup> (eller flera), är branden en följd av explosion/explosioner eller sker explosion/explosioner som en följd av en föregående brand?

Utvärdering av räddningsinsatsens genomförande sker inte inom ramen för denna undersökning.

---

<sup>1</sup> Utdrag LSO 3 kap 10 §: ”När en räddningsinsats är avslutad ska kommunen se till att olyckan undersöks för att i skäligen omfattning klarlägga orsakerna till olyckan, olycksförloppet och hur insatsen har genomförts.”

<sup>2</sup> Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps föreskrifter om undersökningsrapport efter kommunal räddningsinsats

<sup>3</sup> Observera att begreppet explosion innefattar såväl deflagration som detonation. Enligt National Fire Protection Association (NFPA) kan en explosion beskrivas enligt följande (översatt från engelska): ”*En plötslig snabb frigöring av energi som producerar potentiellt skadliga tryck. Deflagrationer och detonationer är typer av explosioner.*” Hela artikeln återfinns här: [Explosions, Deflagrations, and Detonations | NFPA](#). Begreppen redogörs för närmare på sidan 9 i denna rapport



## Underlag

Uppgifter och iakttagelser som ligger till grund för resonemang och slutsatser i denna rapport har inhämtats:

- Vid platsundersökning 2023-08-25

*Kommentar: Vid platsundersökning har polisens tekniker redan genomfört sin undersökning och tidigare avspärrning av lägenheten är hävd sedan en tid. Räddningstjänstens undersökning samordnas med saneringsfirmas besiktning och nyckel till drabbade lägenheten erhålls på plats av en av lägenhetsinnehavarna. Lägenhetsinnehavare intervjuas inte vid detta tillfälle men har inga invändningar mot att ge räddningstjänsten tillträde.*

- Från fastighetsägaren:

- I telefonkontakt med förvaltare 2023-08-25 erhålls kontaktuppgifter samt en kortfattad redogörelse av händelsen/byggnaden samt fastighetsägarens åtgärder efter händelsen.

- Från Polismyndigheten:

- Inledande samtal med förundersökningsledare 2023-08-24
- Kortare avstämning kriminaltekniker 2023-08-25
- Förundersökningsprotokoll dat. 2023-10-05. Erhållet via mail från förundersökningsledare 23-10-05. Innehåll:
  - Huvudanmälan
  - PM – Patrull redogör för omständigheter [REDACTED] Linköping 23-08-18.
  - PM Brottsplastundersökning – Kriminaltekniker i beredskap dat. 23-08-19
  - Beslagsprotokoll – dat 23-08-19
  - Sakkunnigutlåtande NFC avseende förekomst av brandfarlig vätska i beslagtaget material – Dat 23-08-24. Ref nr NFC: 2023016078
  - Förhörsuppgifter - Vittnen inkl. lägenhetsinnehavare 2023-08-18
  - Förhörsuppgifter - Lägenhetsinnehavare 2023-08-24 resp. 2023-08-25
- Bildbilaga första patrull på plats dat. 2023-10-06 – Erhållet via mail från förundersökningsledare 2023-10-09.
- Sakkunnigutlåtande NFC avseende om elektriskt fel i beslagtaget material har orsakat brand– Dat 24-01-31. Ref nr NFC: 2023016078. Erhållet via mail 2024-02-12.

- Genom längre intervju med de drabbade (de två lägenhetsinnehavarna) 2023-09-14
- Från Bygglövskontoret (ritningsunderlag, konstruktionsbeskr. mm.), via mail 2023-08-24
- Från Lantmäteriet (min karta.se) och Google (Google.se/maps)

Uppgifter har även inhämtats från räddningstjänstens händelserapport, SOS-logg samt genom att ta del av räddningstjänstens film- och fotomaterial från händelsen. Filmmaterial utgörs av hjälmkamerafilmer från Insatsledare och Styrkeledare (sammanklippt nerkortad version som visar framkörning samt inledande skedet av insatsen).

I analys av händelseförloppet har dialog förts med brandingenjör PerOla Malmquist vid Utkiken Sverige (omvärldsbevakare och kunskapsförmedlare inom räddningstjänstområdet). PerOla har även varit behjälplig med erfarenhet och generell kunskap rörande litiumjonbatterier samt med litteratur och annat material inom detta område. Räddningstjänsten Östra Götaland svarar helt och fullt för slutsatser i denna rapport.



## Objektsbeskrivning

Den branddrabbade byggnaden ligger i sydvästra delen av Linköpings tätort, i stadsdelen Vimanshäll. Förväntad insatstid (anspanningstid + körtid) från närmaste räddningsstation understiger 10 minuter.



Figur 1 - Station Kallerstad (heltid) med inritad körväg till den aktuella adressen. Station Lambohov (heltid) har något längre förväntad insatstid. Karta från Lantmäteriet (min karta).

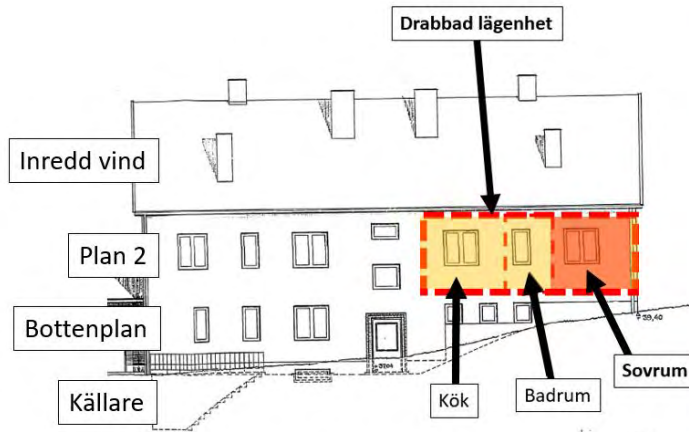
Byggnaden där branden inträffade uppfördes i början av 1950-talet och utgörs av en tvåplansdel och en enplansdel. Enplansdelen och källaren är inte berörda av aktuell händelse och redogörs inte för närmare. Tvåplansdelen har en pizzeria och bostad i bottenplan samt bostäder på plan 2 och i vindsplan. Totalt finns 6 bostadslägenheter. Lägenheterna nås via trapphus från baksidan. Se figur 2.



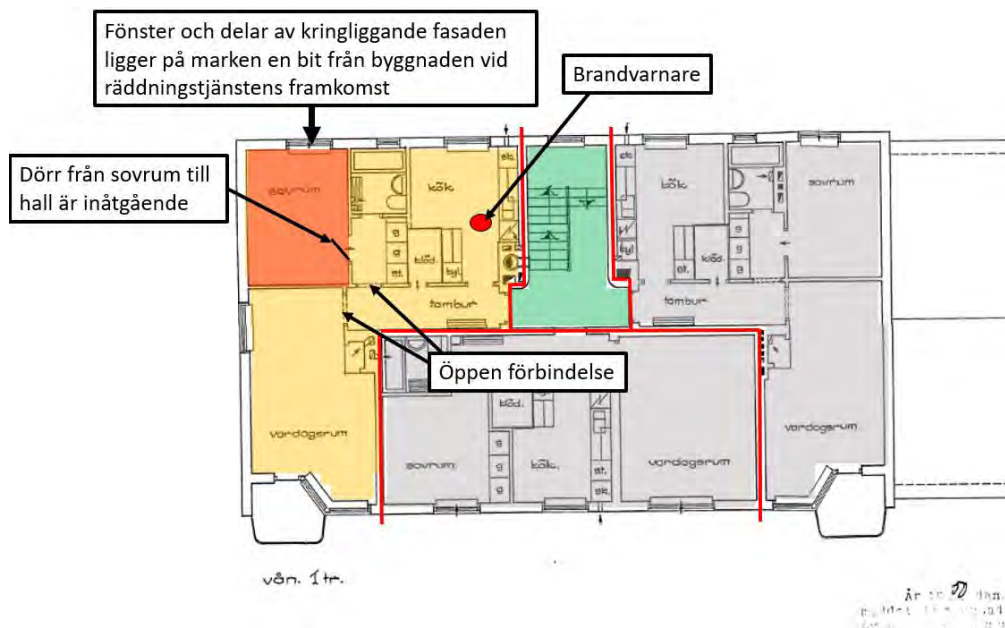
Figur 2 - Aktuell fastighet med branddrabbad byggnad inom röd markering. Karta/flygfoto från Lantmäteriet (min karta).



Drabbad lägenhet finns på plan 2, rakt ovanför pizzerian. Lägenheten är genomgående, 2 rok, cirka 65 m<sup>2</sup>.



Figur 3 – Fasad baksida med trapphusentré. Drabbad lägenhet markerad. Klipp från bygglovsritning 1950. T.h. visas foto från baksidan, taget vid platsbesök 2023-08-25.

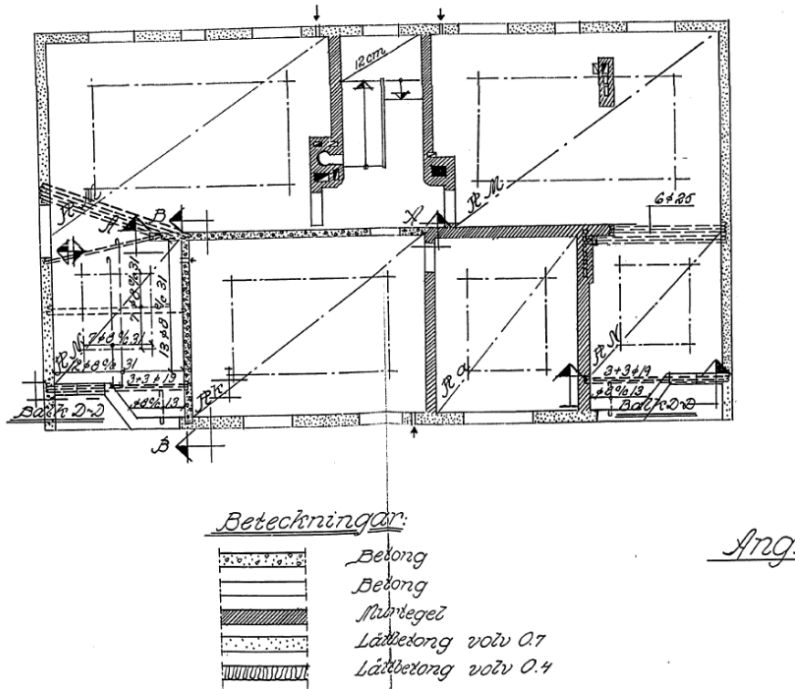


Figur 4 - Planlösning plan 2 med vissa tillägg, kommentarer och förtydliganden. Klipp från bygglovsritning 1950.

Sovrummet där branden inträffade är cirka 12 m<sup>2</sup> med en takhöjd om cirka 2,5 meter och har således en volym om cirka 30 m<sup>3</sup> (cirka 59 m<sup>2</sup> omslutningsarea). Sovrummet nås via tambur och mindre hall. Dörren till sovrums är en enkel innerdörr av trä (ej massiv) som öppnas in i sovrums. I övrigt finns inom lägenheten dörr till kök, till klädkammare och till badrum. Brandvarnare sitter i kök. Fönsteröppning från sovrums är cirka 1,8 – 2,0 m<sup>2</sup> (cirka 3 % av omslutningsarean). Fönster kan antas vara utbytta sedan nybyggnation men det är inte känt när byte skedde.

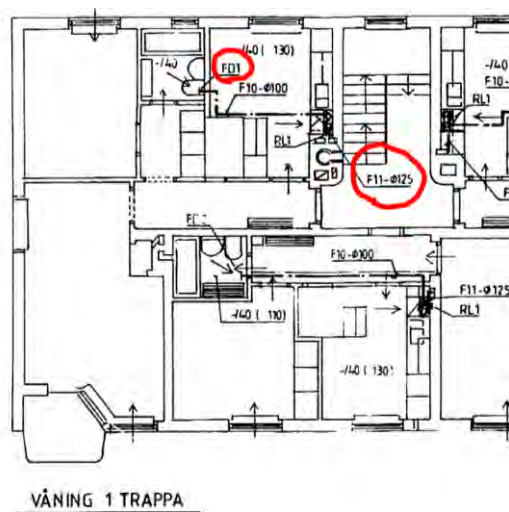


Byggnaden har stomme av betong/tegel (bjälklag är betong). Såväl yttervägg (lättbetong/betong) som vissa innerväggar (murtegel/betong) samt trapphuskonstruktion (murtegel) är bärande. Se klipp från konstruktionsritning nedan. Ytterväggar utgörs av lättbetong i form av murade block (blåbetong). Fasaden är putsad. I det aktuella sovrummet är ytterväggarna bärande medan innerväggar inte är bärande. Innerväggar är tunnare lättbetongväggar. Såväl tak som golv i sovrum är betong.



Figur 5 – Klipp från konstruktionsritning 1950.

Ventilation i lägenheten är fläktstyrd frånluft som tas från kök och badrum. Tilluft är självdrag via fönsterventiler i sovrum och vardagsrum. Se klipp från ritning över luftbehandling nedan.



Figur 6 – Klipp från ritning luftbehandling 1985.





## Övrig bakgrundsinformation

### *Om explosioner, deflagrationer och detonationer*

Begreppet explosion innefattar såväl deflagration som detonation. Enligt National Fire Protection Association (NFPA)<sup>4</sup> kan en explosion beskrivas enligt följande (översatt från engelska):

*”En plötslig snabb frigöring av energi som producerar potentiellt skadliga tryck. Deflagrationer och detonationer är typer av explosioner.”*

Avgörande för om en explosion är att betrakta som en deflagration eller en detonation är huruvida förbränningshastigheten (flamfrontens hastighet genom bränslet) sker snabbare eller långsammare än ljudhastigheten (ca 335-340 m/s). Vid en deflagration understiger förbränningshastigheten ljudhastigheten.

Typiskt sett orsakar deflagration inte samma förstörelse som en detonation i fråga om hur utsatt material (material som begränsar utbredningen) påverkas. Enkelt uttryckt kan sägas att deflagration i regel har en framåt drivande effekt (dvs. kapacitet att flytta materiel/föremål) snarare än den sönderlagande effekt som förknippas med detonationer (att material krossas). Här ska dock poängteras att skadeutfall till följd av deflagration kan variera avsevärt beroende på bl.a. bränsletyp, bränslemängd, hur inneslutningen ser ut samt hastigheten hos deflagrationen (kan variera mellan 1-350 m/s).

Observera vidare att en detonation nödvändigtvis inte förutsätter inneslutning för att orsaka skada medan en deflagration i regel förutsätter en inneslutning som förbränningen (och därmed trycket) verkar i. Exempel på typiska deflagrationer är:

- När antändning av ett bränsle som blandats med luft inom ett utrymme sker, exempelvis förångad motorbensin, gasol eller oförbrända brandgaser (s.k. brandgasexplosion).
- När antändning av svartkrut i ett vapen sker (driver kulan framåt).
- När antändning av bränsle i en förbränningsmotor sker.

---

<sup>4</sup> [www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2023/03/27/explosions-vs-deflagrations-vs-detonations?l=136](https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2023/03/27/explosions-vs-deflagrations-vs-detonations?l=136)

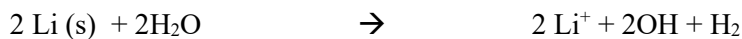


### *Om litiumjonbatterier*

Litiumjonbatterier är ett samlingsnamn<sup>5</sup> för en viss typ av uppladdningsbara batterier där litiumjontransport alstrar elektrisk energi. Således finns olika batterikemier (olika elektrodmaterial och elektrolytsammansättningar) vilket ger olika egenskaper. Denna rapport redogör inte i detalj för olika batterikemier men principen för ett litiumjonbatteri kan beskrivas enligt följande:

Vid uppladdning av battericellen<sup>6</sup> rör sig litiumjoner från katoden till anoden, via en elektrolyt och en separator (ett membran). Genom processen uppstår en potential (en spänning) mellan polerna. Vid urladdning (då batteriet används) rör sig litiumjoner mellan elektroderna i omvänd riktning (från anod till katod) och den tillförda energin vid uppladdning (spänningsökningen i cellen) fås tillbaka genom att energi avges (som elektrisk ström) och spänningen i cellen minskar.

Litium är en väldigt reaktiv metall (reducerande) vilken alltså lätt joniseras (avger elektroner) och förekommer därför i regel inte som ren litium (dvs. med oxidationstal 0). För att förvara litium i ren form utan att det oxiderar (dvs. förbränns) måste ämnet nedsänkas i syrefri vätska<sup>7</sup>. Det är litiumets reaktiva förmåga (att den lätt avger elektroner) som nyttjas i litiumjonbatterier. Exempelvis har litium förmåga att reagera med vatten vars molekyl annars är att betrakta som stabil. Produkterna blir då litiumjoner, hydroxidjoner och vätgas. Rektion sker enligt följande (kraftig exoterm reaktion):



Reaktion med syre ser ut enligt följande vid fullständig förbränning (till litiumoxid):



Utvecklingen av litiumjonbatteriet har belönats med nobelpriset i kemi (2019). I tillkännagivande från Kungliga Vetenskapsakademien<sup>8</sup> beskrivs framstegen från 1970-talet då utvecklingen tog fart.

Utgångspunkten var då ett anodmaterial innehållande metalliskt litium. Det revolutionerade var att katoden (mottagande elektrod vid urladdning) bestod av titandisulfid med förmåga att fånga upp och

<sup>5</sup> <https://batteriforeningen.se/litium-jon/>

<sup>6</sup> Observera att ett litiumjonbatteri kan bestå av en eller flera celler. Elcykelbatterier som är relevanta för denna rapport består av flera cylindriska battericeller (kombinerat seriekopplade och parallellkopplade) som tillsammans utgör ett batteripack. Batteripack (cellerna tillsammans) ihop med övriga komponenter såsom ytterhölje och intern elektronik omnämns i denna rapport som ett batteri.

<sup>7</sup> <https://www.sgu.se/mineralnaring/kritiska-ravaror/litium/>

<sup>8</sup> Pressmeddelande från Kungl. Vetenskapsakademien 9 oktober 2019. Se följande länkar:  
<https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2019/61698-press-release-swedish/>  
<https://www.nobelprize.org/uploads/2019/10/popular-chemistryprize2019-swedish.pdf>



härbärgera/omsluta litiumjoner (så kallad interkalation). Med metalliskt litium var dock reaktiviteten alltför stor och explosionsrisken (på grund av intern kortslutning) gjorde detta batteri oanvändbart. Snart utvecklades ett nytt katodmaterial och metallsulfid ersattes med metalloxid varpå potentialen (möjligheten att härbärgera litiumjoner) ökade ytterligare, detta genom att koboltoxid användes. Vanligaste katodmaterialet är numer s.k. NMC (litium-nickel-mangan-kobolt-oxid).

Dock kvarstod problemet med anoden och det metalliska litiumets reaktivitet. Under 1980-talet skedde ett genombrott då ett anodmaterial som innehöll ett kolmaterial (petroleumkoks), istället för metalliskt litium, togs fram. Detta anodmaterial har (likt katodmaterialet) möjlighet att härbärgera (interkalera) litiumjoner. Numer används grafit i anoden.

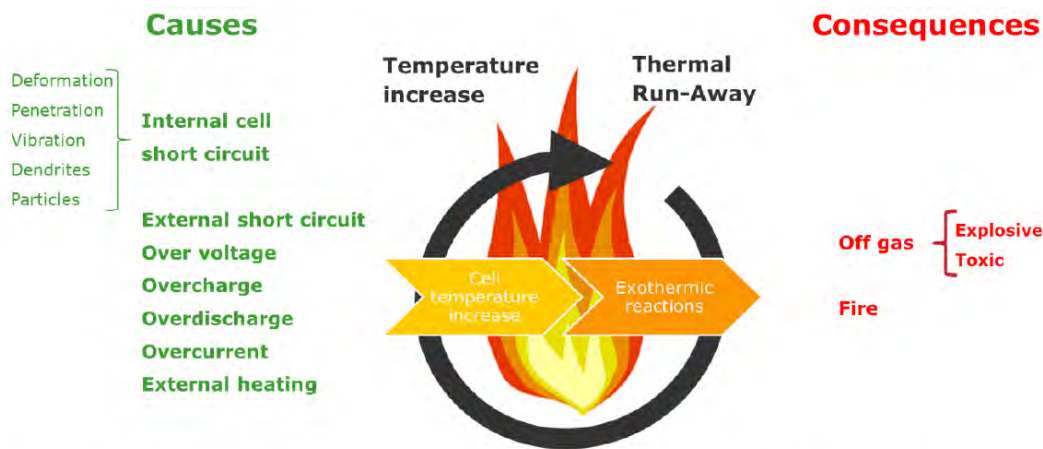
Batteriets kapacitet kan sägas bestå i möjligheten för anod- och katodmaterialet att interkalera litiumjoner i de lager som materialstrukturen utgör (hur stor denna förmåga är). En stor fördel med litiumjonbatterier är att elektrodmaterialiet inte genomgår nedbrytande kemiska processer med elektrolyten. Detta gör att batteriet klarar väldigt många upp- och urladdningar. Vidare innebär användning av litiumjoner (små atomer) att energitätheten blir hög.

Mediet för transport av jonerna mellan anod och katod (elektrolyten) utgörs i regel av en brännbar vätska (ett organiskt lösningsmedel) samt ett salt (vanligtvis Litiumhexafluorfosfat,  $\text{LiPF}_6$ )<sup>9</sup>. Separatorm utgörs i regel av ett papper vilket hindrar kortslutning mellan polerna/elektrodena samtidigt som litiumjoner tillåts passera på kontrollerat sätt (som genom ett finmaskigt nät). I cylindriska battericeller är elektrodena och separator hoprullade och tillsammans med elektrolyten inneslutna i metallhöljet. Katod- och anodmaterialiet appliceras på en elektriskt ledande folie, normalt grafit på koppar (anoden) och litiummetalloxid på aluminium (katoden).

Det är välkänt att även moderna litiumjonbatterier under vissa omständigheter kan orsaka brand och explosion. Detta genom att en s.k. termisk rusning uppstår i en eller flera battericeller. Denna rusning föregås av en temperaturuppbyggnad i cellen, antingen som en effekt av process inne i cellen eller som effekt av extern påverkan. Rusning kan beskrivas som en oåterkallelig och självunderstöjande process där värme i cellen ökar i väldigt snabb takt. Termisk rusning inträder i regel vid cirka 150-170 °C men beroende på katodmaterial kan intervallet vara högre<sup>8</sup>. Observera att bildandet av brännbar gas och utsläpp av sådan gas från cellen kan ske innan termisk rusning inträffar, antingen genom att cellen går sönder eller att gas ventileras ut via säkerhetsventil<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> e-fordons Potentiella Riskfaktorer vid Trafikskadehändelse, SP Rapport 2013:58 ISBN 978-91-87461-44-6, sid 34-35

<sup>10</sup> Termisk rusning i litiumjonbatterier - Examensarbete Lunds Tekniska Universitet 2021, Albin Henning och Martin Scott, sid 12-13



**Figure 2-1: Causes and consequences of a thermal runaway in a battery system.**

Figur 7 – Möjliga orsaker till temperaturuppbyggnad och termisk rusning. Figuren återfinns på sidan 8 i rapport 2019-1025, Rev. 4 - Technical Reference for Li-Ion Battery Explosion Risk and Fire utgiven av DNV GL AS Maritime Environment Advisory i Norge. Se följande länk: [www.dnv.com/Publications/technical-reference-for-li-ion-battery-explosion-risk-and-fire-suppression-165062](http://www.dnv.com/Publications/technical-reference-for-li-ion-battery-explosion-risk-and-fire-suppression-165062). Med tillåtelse.

Intressant för denna rapport är att relatera vad som leder till termisk rusning (se figuren ovan) till vad som är känt kring de föregående omständigheterna i detta fall (se nästa avsnitt, händelseförlopp före olyckan). Särskilt intresse riktas mot scenariot där explosion förekommer.

Vid efterforskning för att mer i detalj få förståelse för de bakomliggande orsakerna till såväl termisk rusning samt hur denna kan leda till explosion påträffas beskrivning hos kinesisk batteritillverkare (Nanjing Torphan Tech Co., Ltd) som i en artikel på sin hemsida<sup>11</sup> mer ingående går igenom orsaker till explosion i litiumjonbatterier. Här ska betonas att källan kan ha olika intressen (främst kommersiella) samt att det är osäkert om informationen översatts till engelska eller är skriven på engelska (översättning har även skett från engelska till svenska via Google). Källan ska alltså användas och tolkas med försiktighet men bedöms ändå som relevant och därför rimlig att redovisa. Observera vidare att tillverkaren inte har någon känd koppling till batteriet i det aktuella fallet. Syftet är enbart att redovisa innehåll i artikeln som bakgrundsinformation rörande litiumjonbatterier på ett generellt plan.

Enligt artikeln fungerar interkaleringen av litiumjoner som ett skydd för att undvika reaktion med syre (som kan orsaka explosion), detta även om cellhöljet går sönder och syre finns närvarande. Syremolekylerna är helt enkelt för stora för att kunna nå fram till det inkapslade litiumet. Dock innebär överladdning av battericell en risk och ju högre överladdningen är desto större är risken. Vid en

<sup>11</sup> Artikel publicerad hos Nanjing Torphan Tech Co., Ltd juni 2021- [www.torphanbattery.com/news/what-causes-a-lithium-ion-battery-to-explode-46455001.html](http://www.torphanbattery.com/news/what-causes-a-lithium-ion-battery-to-explode-46455001.html)



spänning i cellen över 3,7 V finns risk att lagringsutrymmet (gittret med små hålrum där interkaleringen sker) kollapsar på katodsidan, detta eftersom antalet litiumatomer på denna sida minskat så pass mycket. Detta innebär att batterikapaciteten permanent försämras. Om laddning fortsätter kommer även antalet litiumatomer på anodsidan bli för många vilket innebär att jonerna inte längre kan interkaleras (finns inte mer plats). Då kommer litiumatomer ackumuleras på ytan av anodmaterialet och med risk för att separatorn penetreras och med intern kortslutning och explosion som följd. Artikeln nämner att explosion skulle kunna ske innan kortslutningen inträffar, genom att battericellen hölje går sönder eller att övertryckventilen sväller sönder i själva överladdningsprocessen och syre kommer in till litium som ackumulerats på anodsidan.

Artikeln betonar därför vikten av en övre laddningsspänning och anger att ideal övre spänning är 3,6 V. Samtidigt framhålls att spänningen inte heller bör bli för låg. Under 2 V börjar en del av materialet att förstöras. Man konstaterar att 3,0 V är en idealisk ”urladdningsavstängningsspänning”. Vidare redogörs för risken om upp- eller urladdningsströmmen är för stor. Detta kan leda till att litiumjoner ”inte hinner” in i elektrod materialet utan att det sker en ”litiumatomär kristallation” på ytan av materialet istället. Om cellhöljet då gör sönder av någon anledning kan explosion ske. Utifrån detta konstateras att skyddet måste innehålla en gräns för såväl laddningsspänning, urladdningsspänning samt en strömgräns. Dessa skydd fås normalt genom BMS (Battery Management System) men artikeln konstaterar att detta skydd inte är helt tillräckligt eftersom det sker explosioner med litiumjonbatterier runt om i världen och redovisar därför en fördjupad analys där orsakerna till batteriexplosion sammanfattas enligt följande:

- Extern kortslutning
- Intern kortslutning
- Överladdning

### **Extern kortslutning**

Om kortslutning sker utanför battericellen och om kretsen inte bryts av säkring etc. kommer temperaturen i cellen öka och en del av elektrolyten att förångas. Dock kommer separatorn förhindra litiumjonpassage vid cirka 135 grader, detta om membranpappret är av hög kvalitet. Om passage inte förhindras kommer temperaturen att fortsättas stiga, mer elektrolyt kommer förångas, battericellens skal kommer brista och brand/explosion kan inträffa.



### **Intern kortslutning och överladdning**

Artikeln konstaterar att explosion beroende på intern kortslutning främst orsakas av överladdning. Det finns förvisso andra skäl till att intern kortslutning kan uppstå i battericell men dessa är främst enstaka mikrokortslutningar till följd av fel i tillverkningen (exempelvis små grader/utskott av aluminium- eller kopparfolie som penetrerar membran) men dessa innebär statistiskt inte särskilt stor risk för allvarliga följder och kan också relativt enkelt sorteras bort i tillverkningsprocessens kontroller. Vid överladdning sker också mikrokortslutningar (från den kristallation som sker på anodens yta) men penetreringen sker då överallt i membranpappret. Temperaturen stiger gradvis till följd av kortslutningarna vilket får elektrolytgas att förångas. Här anger artikeln sedan två scenarion. Antingen att temperaturökning leder till förbränning/explosion med utgångspunkt inuti cellen eller att cellskalet först går sönder av tryckökningen från gasproduktionen vilket släpper in syre och orsakar explosion.

Man redogör sedan för att explosion till följd av överladdningen ofta inte sker i samband med laddning utan en tid efter att laddning skett. Detta eftersom att temperaturen inte hunnit bli tillräckligt hög för att orsaka brand eller att gasuppbyggnaden ännu inte tillräcklig stor för att bryta skalet (här får antas att artikeln syftar på battericellens skal och inte själva batterihöljet som omger alla cellerna).

Slutligen går artikeln igenom de skyddsmekanismer som tillverkaren fokuserar på (såväl elektroniskt skydd som mekaniskt och kemiskt skydd). Här kan nämnas att laddare som medföljer batteri är en del av skyddet och att konsumenter som ersätter originalladdare med annan laddare av låg kvalitet och/eller som inte kan kommunicera med BMS löper större risk att drabbas av batteriexplosion.

### **Händelseförlopp innan olyckan**

I samtal med de två lägenhetsinnehavarna (en kvinna och en man) framkommer följande avseende den aktuella dagen då branden inträffar:

Mannen har under dagen använt paret's elcykel. När han kommer hem är batteriet halvt urladdat och han sätter det på laddning i sovrummet. Ström till batteri tas från uttag (ojordat) till höger innanför sovrumsdörren och batteriet ställs på TV-bänken som finns utmed denna vägg (mot badrummet).

Batteri är designat för att stå upp på högkant vid laddning. Såväl elcykel som batteri ska enligt uppgift ha inköpts begagnat från privatperson för cirka 1,5 år sedan. Laddare/adapter till batteri ska ha varit original vad paret känner till. Batteri kan ha tappats i marken/golvet några gånger men inget särskilt ska ha hänt med batteriet den aktuella dagen innan händelsen.



På eftermiddagen befinner sig mannen i källaren, i tvättstugan, medan kvinnan uppehåller sig i vardagsrummet. Hon hör då knäppningar som återkommer med regelbundenhet, cirka var 30:e sekund. Hon beskriver knäppningarna som ett ”smack”, ungefär som försök till tändning med tändare men något högre. Hon nämner att det låter som en ”fuse”. Först kan hon inte lokalisera var knäppningar kommer från men efter cirka 10 minuter går hon för att undersöka saken närmare. Hon hör då ganska omgående att knäppningarna kommer från batteriet som står på laddning i sovrummet. Det luktar även inne i sovrummet. Hon beskriver lukten som ”udda” och ”kemisk”, inte jättestark, inte som aceton.

Hon drar ur kontakten till laddaren från vägguttaget. Batteriet har då varit på laddning i cirka 2 h och batteriet är fulladdat (laddningsgraden visas med dioder). Hon lyfter upp batteri och ser att det sipprar ut en vätska i nederkant av batteriet, från en skarv. I övrigt är batteriet intakt vad hon kan se. Hon ringer till mannen som kommer upp från källaren. Han drar ut även laddkabeln från batteriet (lågvoltsladden mellan laddare och batteri).

De ställer ner batteriet på golvet framför TV-bänken och det bildas då en liten pöl runt batteriet. De lägger en liten rosa frottéhandduk under batteriet. De tänker att det inte ska vara någon fara eftersom de dragit ur laddningen, knäppandet har också upphört i samband med detta. Nära platsen för batteriet på golvet finns kläder liggande, detta eftersom de håller på med sortering från vindsförråd.

Mannen går sedan tillbaka till källaren efter att ha varit uppe i lägenheten cirka 1-2 minuter. Kvinnan går tillbaka till vardagsrummet och dörren till sovrummet lämnas öppen cirka 45 grader. Dörren kan inte öppnas mer än så eftersom den hindras av kläder som hänger på krokar på dörrens insida.

Efter ett tag går kvinnan tillbaka till sovrummet, detta då hon oroar sig lite för batteriet. Hon håller i dörrhandtaget och funderar på om hon ska stänga dörren eller inte. Det luktar fortfarande i sovrummet och nu mer än tidigare. Hon ser dock ingen rök. Hon bestämmer sig för att lämna dörren som den är (öppen på glänt cirka 45 grader) och går sedan tillbaka till vardagsrummet. Då smäller det, enligt hennes egen uppskattning cirka 5 sekunder efter att hon lämnade dörröppningen.

Ovanstående beskrivning av händelseförloppet innan olyckan stämmer väl överens med vad som framgår av förhörsuppgifter erhållna från Polismyndigheten. Av förhörsuppgifter framgår även att kvinnan beskriver lukten i sovrummet som ”en skarp eldoft”. Vidare framgår att hon uppskattar tiden från upptäckt till dess att smällen sker till cirka 30 minuter.

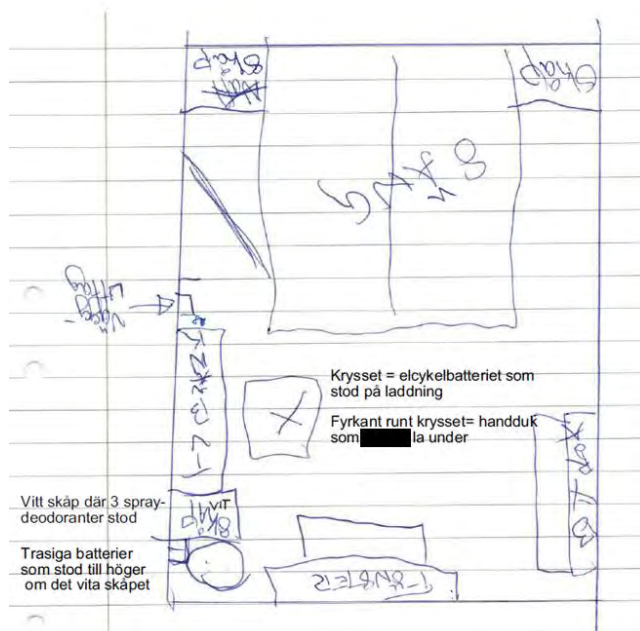


Mannen har uppgett i förhör kort efter händelsen att batteriet köptes begagnat. Han vet därför inte hur gammalt batteriet är men uppger att det kan röra sig om cirka 2-3 år. Han uppger vidare att det fanns ytterligare två ej fungerande batterier i sovrummet, dessa två ska inte gått att starta eller ladda, ”de är bara skrot”. Han ska inte ha rört dessa batterier på flera dagar. Mannen beskriver vidare att vätskan som runnit ut från det läckande batteriet var en ”cirka 15 cm rund ring” och att det luktade väldigt konstigt, fränt.

I senare förhör uppger han att det aktuella batteriet använts i säkert 1,5 - 2 år. Gällande de två andra batterierna så uppger han att de inte fungerat på länge och att det var batterier av samma typ som det som fungerande, dvs. till samma elcykel. Dock ska ett av dessa tre batterier ha varit lite kortare än de andra två. Han ska ha försökt laga dessa två ej fungerande batterier genom att skruva av respektive hölje, byta säkring och skruva på höljena igen. Han ska inte ha gjort något annat med dessa batterier. Batteriet som började läcka har han inte tagit bort höljet från vid något tillfälle.

I hörnet av rummet, till höger om fönster sett inifrån, har det enligt mannen funnits tre sprayparfymer.

I polisförhör har mannen ritat en skiss av sovrummet där det framgår var det läckande batteriet placerades på golvet samt var de två ej fungerande batterierna och sprayparfymerna fanns, se nedan.



Figur 8 – Skiss som mannen ritat i samband med förhör. Klipp från förundersökningsprotokoll.





## Olycksförlopp innan räddningstjänstens ankomst

Nedan redogörs för hur branden upptäckts och vad som sker fram till dess att räddningstjänsten anländer. Uppgifterna baseras på vad de boende och personal på pizzeria uppgett samt vad som framkommer i förhörsuppgifter erhållna från polismyndigheten. Vidare hämtas uppgifter från SOS-logg, resursrapport och händelserapport.

Kvinnan beskriver att hon hör två smällar kort efter varandra, cirka 1-2 sekunder. Andra smällen ska ha varit sovrumsdörren som far igen, likt när det blir korsdrag. I förhör kort efter händelsen beskriver kvinnan första smällen som en ”pust” och att dörren till sovrummet for igen direkt. I senare förhör beskriver hon första smällen som ett ”Wooosch” och jämför ljudet med att man tänder eld på bensin. Ljudet ska ha stegrats och den andra smällen, från när dörren smällde igen, var högre och mer distinkt. I samtal med paret uppger kvinnan att första smällen var ganska hög men dov.

Efter de två smällarna öppnar kvinnan dörren till sovrummet och där inne är det fyllt av svart rök samt små ”glödbäddar” utspridda. I samtal med kvinnan uppger hon dock att det inte var särskilt mycket rök vid tillfället direkt efter att smällarna skett. Hon har ingen minnesbild av om fönster fanns kvar eller inte. Kvinnan tänker att hon ska kväva elden och hämtar en matta från vardagsrummet som hon kastar in rummet, mot batteriet på golvet. Hon stänger sedan dörren. Hon hör hur det fortsätter brinna på andra sidan dörren (knaster/sus).

Hon springer därefter ut i trapphuset och bankar på dörrar samtidigt som hon ropar att det brinner. Mannen i källaren hör kvinnan banka/ropa och tar sig då upp till lägenheten för att försöka göra en insats. Han hämtar brandsläckare (pulver) i köket och öppnar sedan dörren till sovrummet. Det väller då ut tung svart rök och han tvingas snart avbryta släckförsöket. Kvinnan står i dörröppningen till lägenheten och ropar att han ska ta sig ut. Han stänger dörren till sovrummet och lämnar lägenheten. Ytterdörren till lägenheten stängs.

När de kommer ut har personal från pizzeria börjat spruta vatten med trädgårdsslang genom fönsteröppningen i fasaden. Utifrån förhörsuppgifter kan antas att kvinnan larmar SOS i detta skede, då de kommit ut. Mannen iakttar att fönstret ligger på gräset ett antal meter från byggnaden. Han uppger vidare att det hördes en smäll någon gång efter att de kommit ut, under pågående brand, han tror att det bara var en smäll.

Vid platsbesök 2023-08-25 intervjuas person som arbetar på underliggande pizzerian. Han uppger att de hörde en smäll (ingen röklukt eller annat innan). Smällen var inte så jättehög, mer som att någon



tappar något och det ska inte ha skälvt/skakats. Det var inte som sprängämne. På pizzerian där intervjun sker är det lite skramligt och det är musik på. Han uppger att det var liknande ljudförhållanden vid tillfället för händelsen. Efter att de hört smällen springer de upp till baksidan och fönster ligger då en bit från fasaden. Han sprutar vatten med en trädgårdsslang eftersom att det brinner i lägenheten. Medan de sprutar vatten mot elden smäller det två gånger ganska rejält, ”så man ryckte till”. Samma person har uppgett till polisen kort efter händelsen att han först hörde en explosion och att en person kom in till pizzerian och sa att det brinner ovanför. När han kommit ut från pizzerian runt huset hörde han ytterligare två smällar, inte så kraftiga utan två små. Han ser bara rök när han kommer ut.

### **Larm till SOS och till räddningstjänsten**

Första samtal om händelsen besvaras av SOS kockan 16:09. Det är för räddningstjänsten oklart vem som först larmar men det kan vara någon av grannarna eller någon på pizzerian. Andra person som larmar (16:10) är en förbissande som uppger att det brinner ovanför pizzerian på [REDACTED]. Tredje person som larmar (kl. 16:11) uppger att han hört en mindre smäll, att det ryker och att det luktar krut. Han säger att det luktar som fyrverkerier har avfyrats. Den personen ringer från parken (bör vara cirka 50 meter från byggnaden åt sydväst). I fjärde samtalet till SOS (klockan 16:12) uppges att ett batteri till elcykel har exploderat och börjat brinna. Den uppgiften bör komma från kvinnan (eller mannen alternativt att någon förmedlar denna uppgift).

Räddningstjänsten erhåller larm klockan 16:10 och anländer till adressen klockan 16:16. Under framkörning förmedlas att det brinner och strax innan ankomst med första enhet (242-2210) förmedlas att det ska ha varit något som exploderade, eventuellt en elcykel. När första enhet närmar sig objektet syns hur det ryker kraftigt. Personer utanför byggnaden gestikulerar och visar in räddningstjänsten till baksidan.

### **Övrigt**

Det aktuella fönstret i sovrummet ska ha varit öppet i vädringsläge (ovankant) cirka 2 dm. Även köksfönster och vardagsrumsfönster har varit öppna på liknande sätt. Även balkongdörr kan ha stått öppen. Brandvarnaren som sitter i köket aktiverades inte i samband med händelsen. Paret uppger att den suttit där jättelänge och att den aldrig tjutit.



## Olycksförlopp efter räddningstjänstens ankomst

Nedan redogörs kortfattat för den fortsatta händelseutvecklingen efter räddningstjänstens framkomst klockan 16:16. Uppgifterna baseras främst på filmmaterial från hjälmkameror (Styrkeledare 242-2210 och Insatsledare 242-2080).

Vid framkomst befinner sig tre personer utanför det aktuella trapphuset, de två boende i den drabbade lägenheten samt en av grannarna. Kvinnan uppger direkt att ”ett elcykelbatteri exploderade” och att hon befann sig i lägenheten vid tillfället för explosionen. Hon uppger vidare att ingen är kvar i den drabbade lägenheten och att lägenhetsdörren är stängd men olåst. Uppe på gräsmattan utanför den drabbade lägenheten finns ytterligare några personer och en trädgårdsslang finns framdragen, det syns även att fasaden runt fönstret är blöt. Räddningstjänsten vidtar utvändig åtgärd med handbrandsläckare cirka 30 sekunder efter framkomst och rökdykning påbörjas efter ytterligare en minut.



*Figur 9 – Bildklipp från hjälmkamerafilm Styrkeledare. T.v. cirka 30 sekunder efter framkomst (utvändig släckåtgärd genomförs). T.h. syns hur det brinner i det aktuella sovrummet samtidigt som rökdykning påbörjas.*

Rökdykare uppger ganska omgående att miljön i lägenheten är hyfsat bra. Branden i sovrummet kan snabbt lokaliseras och släckning påbörjas inom en minut från påbörjad rökdykning. Kort därefter sätts fläkt igång och lägenheten/sovrummet ventileras. Därefter sker eftersläckning, lämpning och ytterligare kontroller.

Branden begränsades till sovrummet och ingen person skadades allvarligt vid händelsen. Samtliga lägenheter med undantag för den brandutsatta kunde fortsatt användas. Räddningsinsatsen avslutades klockan 17:45.



Figur 10 - Bildklipp från hjälmkamerafilm Insatsledare. Vädring med fläkt pågår. Notera fasadmateriell och fönster med utsidan uppåt på marken utanför lägenheten samt spricka i gavelfasaden.

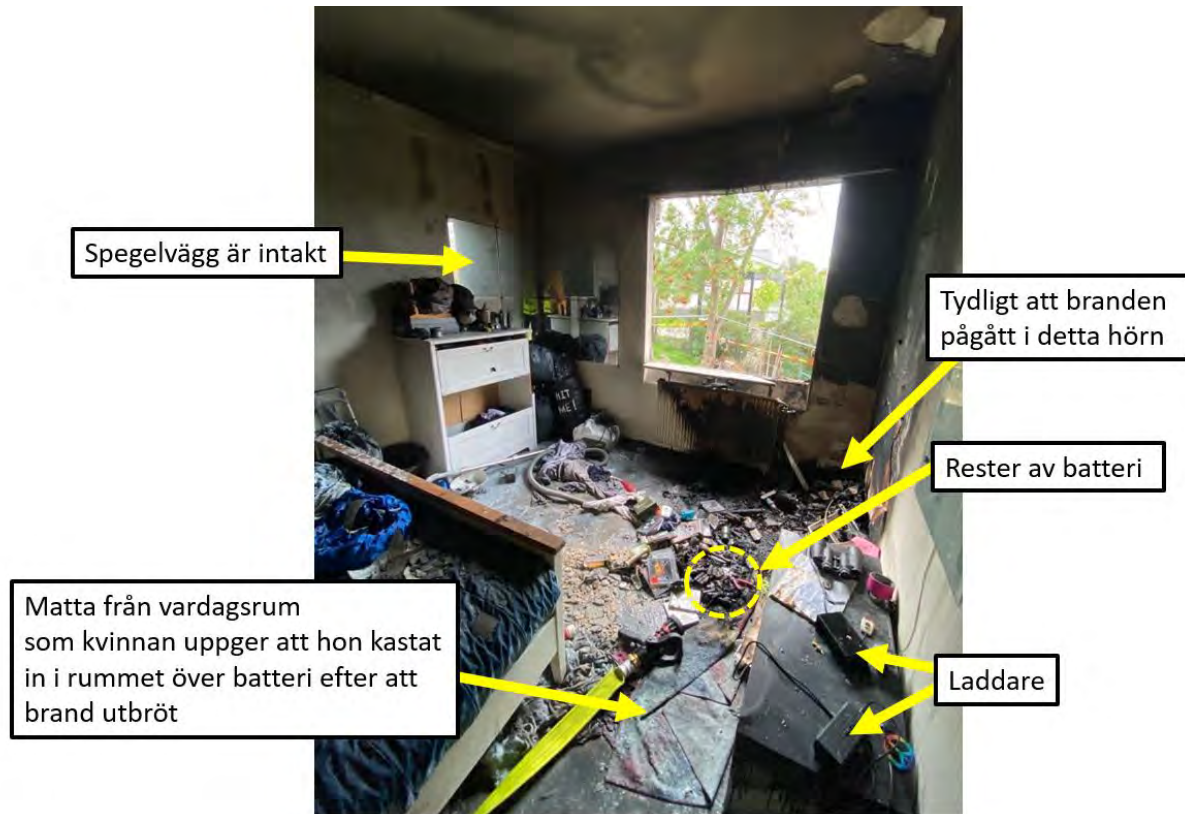
## Skadebild

Foton tagna av räddningstjänsten (efter vidtagna släckåtgärder, vädring och lämpning) visas nedan.

Skadebild kommenteras i figurer och i figurtext.



Figur 11 – Översikt utvändigt efter lämpning (t.v.). Närbild sprickbildning i fasad på gavelsida (t.h.).



Figur 12 – Översikt. Foto som insatsledare tar efter att lämpning skett.



1. Bedöms vara hölje till elcykelbatteri. Undersida av batteri kraftigt skadat.  
2. Annat hölje som förfaller ha spruckit.  
Platsen överensstämmer med vad mannen uppgett avseende de två ej fungerande batterierna.

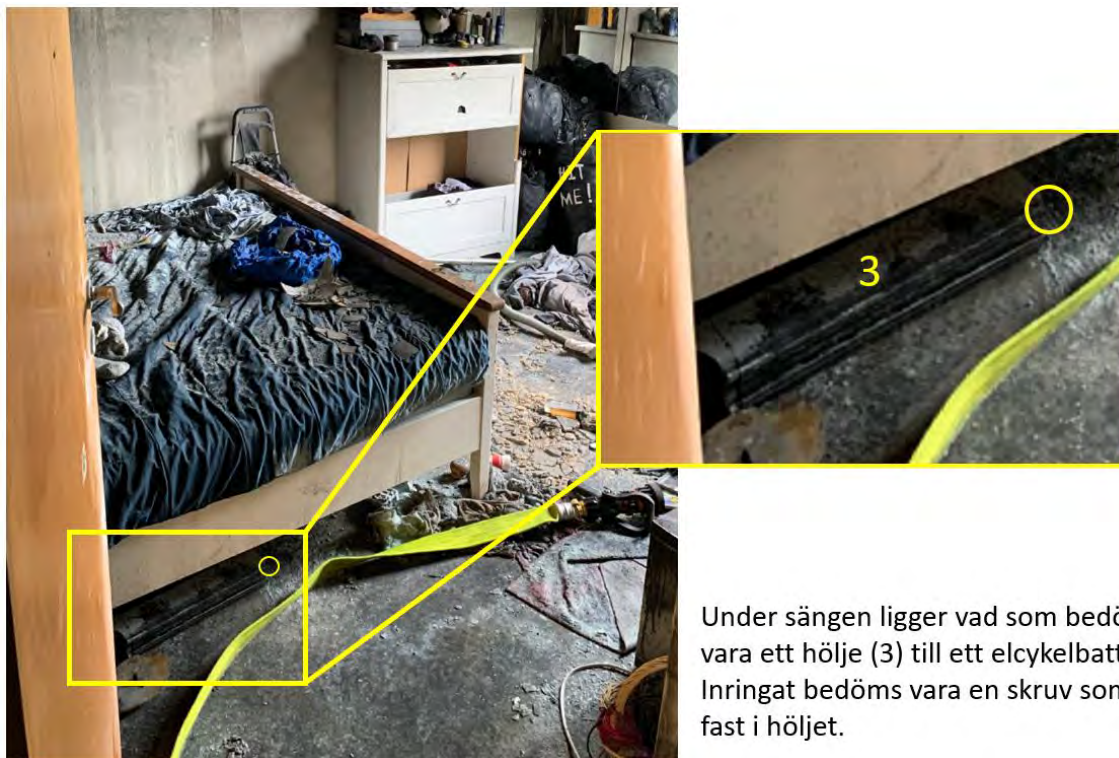
Kraftigt brandpåverkade battericeller på platsen där paret uppgett att de placerat batteri efter upptäckt av läckage.

Figur 13 – Foton som insatsledare tar efter att lämpning skett.



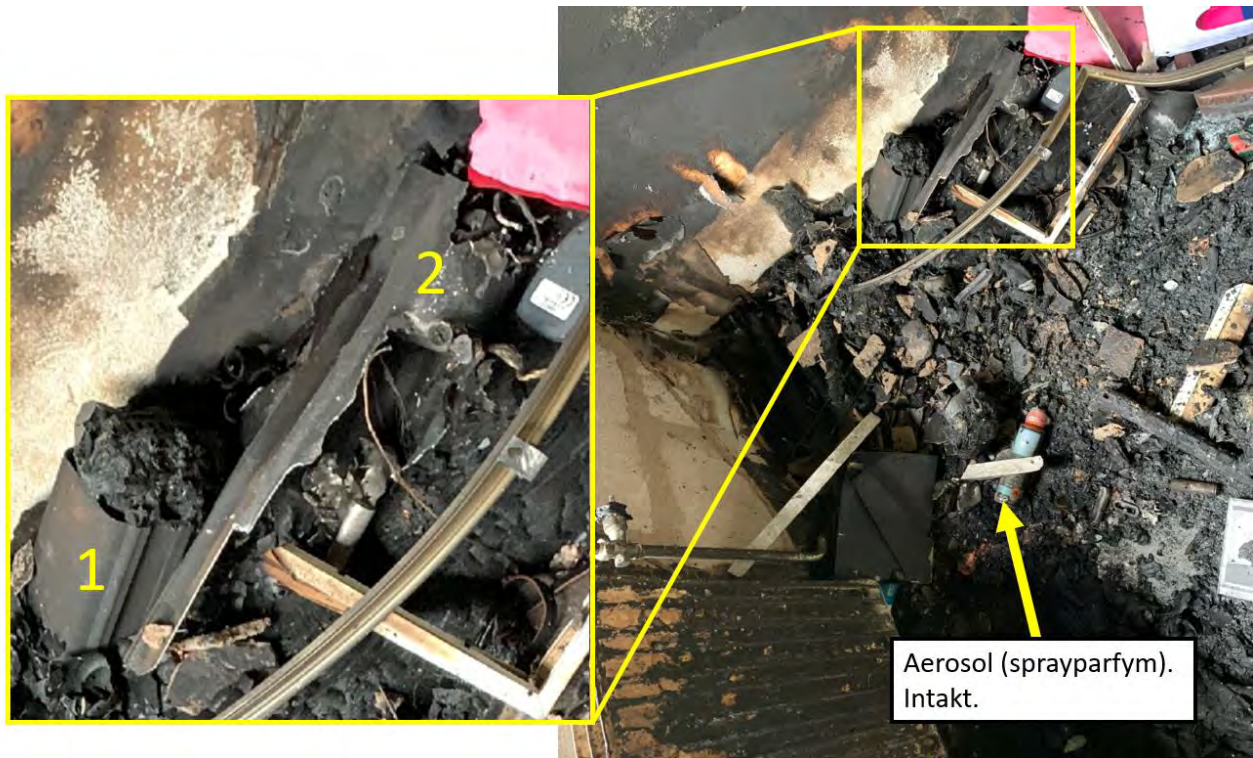
Figur 14 – Brandskadade och deformerade battericeller i annan del av rummet.

Vissa foton från sovrummet tagna av polismyndigheten (efter vidtagna släckåtgärder, vädring och lämpning) visas nedan. Skadebild kommenteras i figurer och i figurtext.



Under sängen ligger vad som bedöms vara ett hölje (3) till ett elcykelbatteri. Inringat bedöms vara en skruv som sitter fast i höljet.

Figur 15 – Från hall mot sovrum. Foto polisen.



Figur 16 – Det brandutsatta hörnet av rummet. De två föremål som bedöms vara höljen till elcykelbatterier förstoras, dessa finns på platsen där mannen uppgett att två ej fungerande batterier fanns. I området finns en aerosolbehållare som synes vara opåverkad. Foto polisen.



Figur 17 – Vad som bedöms vara battericeller i området visas inom markeringar. Foto polisen.



Figur 18 – Friliggande fönsterbänk av marmor har gått av. Foto polisen.

Vid platsbesök 2023-08-25 har kriminaltekniker redan genomfört sin undersökning och polisiär avspärrning av lägenheten är hävd sedan en tid. Kriminaltekniker har även tagit med sig visst material i beslag från platsen.

Lämpat material utanför lägenheten har hanterats och flyttats. Vid invändig kontroll kan konstateras att trapphuset är helt opåverkat av brand. Den utsatta lägenheten är inte nämnvärt synligt påverkad annat än själva sovrummet. I sovrummet har material hanterats och flyttats, golvet är frilagt och brandskadat kvarvarande löst material är hopsamlat. Nedan visas vissa bedömt relevanta foton som tas i samband med platsbesök. Foton kommenteras i figurtext och i löpande text.



Figur 19 – Översikt utvändigt.





Fönster som påträffas utanför lägenheten är relativt oskadat och fönsterglas är intakt. Karmen har varit spikad i blåbetongen, tre spik per sidostycke (totalt 6 spikar). På överstycke och understycke har karm inte varit fastsatt.



Figur 20 – Överstycke av fönsterkarm närmast i bild. Insidan av fönstret uppåt (låg nedåt efter händelsen). Till höger visas fönsteröppningen och skadorna på fasaden runt denna öppning.

Vid platsbesök ställs fönstret upp på ena sidan, vikten är svår att uppskatta men det är tungt att lyfta.



Figur 21 – Sidostycke av karm har varit spikad i betongen. T.h. syns utsidan av fönster. Det var denna sida som låg uppåt efter händelsen (se tidigare figurer). Ingen sot eller andra tecken på brand syns på fönster (har dock legat ute och vänts/hanterats).

Bland det lämpade materialet påträffas kraftigt brandskadad matta med material som förbränts och fastnat i mattan. Det kan antas att matta funnits i brandutsatta hörnet av rummet, nära platsen där det läckande batteriet placerades.



Figur 22 – T.v. syns matta som påträffas bland det lämpade materialet utvändigt. T.h. visas invändigt foto på platsen där matta kan antas ha legat. Se avgränsning, Till höger i denna bild syns området där läckande batteri ska ha varit placerat.



Vid kontroll av dörren till sovrummet dras slutsatsen utifrån sotmönster att dörren varit stängd under brandförloppet. Detta utesluter inte att den kortvarigt kan ha varit öppen. På insidan av dörren hänger kläder. Dörren är inte skadad (inte trasig) och kan öppnas och stängas utan problem.



Figur 23 – Överstykke av dörrkarm har ventilationsspringa vilket ger överensstämmelse med sotmönster på dörren.



Figur 24 – Insidan av sovrumsdörren (t.v.) och trycke till sovrumsdörr sett från utsidan (t.h.).

Eluttag till höger innanför sovrumsdörren (där laddning av elcykelbatteri ska ha skett från) är till synes opåverkat från värme/brand. Kåpan förefaller vara tejpad.



Figur 25 – Eluttag från vilket laddning av elcykelbatteri ska ha skett. Kontakt hade enligt uppgift dragits ut innan dess att smällen skedde.



I brandresterna på golvet påträffas en sprayparfymbehållare (aerosol) som av allt att döma har fläktts upp. Baserat på uppgifter från mannen har denna funnits i hörnet där brand pågått (totalt tre sprayparfymer ska ha funnits där).



Figur 26 – Uppfläkt aerosolbehållare (sprayparfym) påträffas i hopsamlade brandresterna i sovrummet vid platsbesök.

I rummet påträffas även den matta som kvinnan ska ha kastat in i rummet, över batteri, strax efter det att smällen skedde. Mattan är brandskadad (genombränd).



Figur 27 – Matta som kvinnan ska ha kastat in i rummet.

I hörnet yttervägg (långsida/gavel) finns svart plastsäck som indikerar att värmen på denna höjd (cirka 1 meter över golv) och i denna del av rummet varit tillräcklig för att påverka plasten men utan att denna antänds/brunnit och inte heller så mycket att några större hål i plasten uppstått. Avståndet till brandutsatta hörnet är cirka 2,5 meter. Skadorna kan antas härröra främst från strömning/strålning från varma brandgaser.



Figur 28 – Svart plastsäck i ena hörnet har värmeskador.



I samma hörn går att se sprickbildning mellan väggspelar. Skadorna bedöms kunna motsvara de som syns utvändigt (se figur 11).



Figur 29 – Sprickbildning mellan yttervägg långsida och yttervägg gavel.

Inga tecken på brandskador kan ses under sängen i sovrummet.



Figur 30 – Inga tecken på skador under sängen.

I protokoll över brottsplatsundersökning redogör kriminaltekniker för att de påträffar två batterihöljen och battericeller i det lämpade materialet utvändigt. Vidare framgår att de påträffar ett tomt, relativt oskadat batterihölje under sängen i sovrummet samt battericeller utspridda bland de brandskadade inventarierna på golvet. Vidare påträffar de två laddare i sovrummet. Det påträffade materialet samt en brandskadad handduk tas med från platsen som beslag.

Av beslagsprotokoll framgår bland annat att ett av de höljen som påträffas utomhus på gräset är till synes helt och bör innehålla celler. Vidare framgår att de två batteriladdarna påträffades på byrå i sovrummet. Beslag redovisat som ”brandskadade batterirester sammansmält med handdukar, röd och rosa- vitmönstrad handduk” vilket anträffades på golvet i sovrum har skickats till NFC med ändamål att undersöka om det förekommer brandfarliga vätska i materialet. NFC skriver i sakkunnigutlåtande (Dat 23-08-24. Ref nr NFC: 2023016078) att det påvisades flyktiga ämnen i materialet som inte bedömdes härröra från brandfarlig vätska. Slutsats från NFC är att ingen brandfarlig vätska påvisats i materialet.



Materialet som tagits i beslag (total sex föremålspunkter) har analyserats av NFC avseende att utröna om något elektriskt fel i materialet har orsakat brand. Räddningstjänsten har tagit del av sakkunnigutlåtandet från NFC och sammanfattningsvis uppfattar räddningstjänsten följande (observera att räddningstjänsten i nedan redogörelse drar vissa egna slutsatser utifrån utlåtandet relaterat till vad som i övrigt framkommit, för att ta del av fullständiga analysen från NFC hänvisas till aktuellt utlåtande från NFC, ref.nr. 2023016078, dat 2024-01-31):

Av de två batterierna med höljen som påträffas utomhus är ett kraftigt deformerat, trasigt och brandskadat medan ett är brandskadat men relativt intakt. Vad gäller det mest skadade batteriet med kraftigt deformerat hölje (räddningstjänsten bedömer att detta är hölje 2, se figur 13 och 16 och resonemang under värdering) och deformerade celler (15 st.) kan NFC inte avgöra om skadorna på cellerna är primära eller sekundära. Således talar resultatet varken för eller emot att något elektiskt fel i materialet har orsakat brand (Grad 0 enligt NFC:s utlåtandeskala). Vad gäller det andra mer intakta batteriet (bedöms av räddningstjänsten vara hölje 1, se figur 13 och 16) talar resultatet av undersökningen starkt för att något elektriskt fel i materialet inte orsakat brand (Grad -3).

Gällande det metallhölje (se figur 15) som påträffats under sängen konstaterar NFC att insidan är sotig och inga battericeller finns i höljet. I den öppna änden av höljet (där anslutningsdelen normalt sitter, dvs. dit förbrukare kopplas) finns fyra skruvar monterade (räddningstjänsten bedömer att aktuella skruvar är de som håller fast anslutningsdelen i plast mot metallhöljet). Runt skruvarna, i gängorna påträffades plastrester. I den andra änden där handtag sitter och från vilken laddning ansluts finns i höljet en säkringshållare för flatsäkring med anslutna elledare. Flatsäkringen är märkt ”10” och bedöms av NFC vara hel. På hölje finns beteckning med produktnamn där det framgår att det rör sig om batteripack med litiumjonbatterier . Vidare finns angivet ”output: 36 V 16 Ah 576 Wh”. Resultatet av undersökningen av det aktuella beslaget (själva höljet) talar enligt NFC starkt för att något elektriskt fel i materialet inte har orsakat brand (Grad -3).

Utifrån beslag av battericeller (82 st.) som påträffades på golvet i sovrum (detta beslag innefattar även två tygbitar med smält plast, tre brandskadade kretskort samt fyra ca 30 cm långa stjärnskruvar samt flera elledare i olika längder) redovisar NFC att de inte kan avgöra om skadorna på aktuella celler är primära eller sekundära. Således talar resultat varken för eller emot att något elektriskt fel i materialet har orsakat brand (Grad 0 enligt NFC:s utlåtandeskala).

Gällande beslag av en rosa och vit filt, en lila filt/handduk samt tre brända plastdelar bedömer NFC att en av plastdelarna är en anslutningsdel till ett batteripack. Delen är brandpåverkad. NFC redovisar att



resultatet av undersökningen av materialet talar starkt för att något elektriskt fel i materialet inte har orsakat brand (Grad -3).

Utifrån undersökning av de två laddarna samt 3 st. apparatsladdar (sladdar på AC-sidan vars stickkontakt kopplas in i vägguttag) drar NFC slutsatsen att resultatet talar extremt starkt för att något elektriskt fel i detta material inte har orsakat brand (Grad -4). Båda laddarna bedöms fungera och vid spänningsmätning utan ansluten belastning uppmättes för ena laddaren 42 V (denna laddare är i plast) respektive 54 V för den andra (denna laddare är i aluminiumliknande material). Båda laddarna har fast ansluten lågvoltssladd, sladden till laddare med 54 V uppmätt spänning hade dock inte någon kontakt i änden utan de två ledarna var blottade. Denna laddare hade ingen apparatsladd ansluten. I änden av lågvoltssladd hörande till laddare med 42 V uppmätt spänning fanns en rund DC-kontakt. Denna laddare hade apparatsladd ansluten till sig.

Av NFC:s utlåtande framgår att laddare med 42 V uppmätt spänning bland annat har följande beteckningar på hölje:

- "MODEL: HP 1202L3 (2A)"
- "Class 2 Battery Charger"
- "INPUT: 100-240VAC"
- "DC OUTPUT: +36V"
- "Charge (36V Li-ion) Type Rechargeable Batteries".

På oskadat kretskort hörande till laddare med 42 V uppmätt spänning finns bland annat följande beteckningar:

- "90W-42V-2A"
- "Rev: V11-NTC"
- "2016-09-07"

Laddare med 54 V uppmätt spänning har följande beteckningar på hölje:

- "MODEL: AF300"
- "For Battery:Li-ion"
- "AFU"
- "AC input: 209-240V"
- "DC output: 54,6V 5A Charger"



## Bedömning/analys

### *Värdering av uppgifter*

Parets redogörelse av händelseförloppet i samtal (gemensamt) och var för sig (i förhör med polisen) bedöms sammantaget som trovärdigt. Dels finns god överensstämmelse mellan vad de uppger var för sig och dels mellan de olika tillfällena (förhör vid olika tidpunkter och i gemensamt samtal direkt med räddningstjänstens utredare). Vidare stöds uppgifterna i stora delar av de fynd och iakttagelser som gjorts. Här kan nämnas såväl fynd som polisen gjort av rosa handduk sammansmält med batterirester, den brandskadade matta som kvinnan uppgett att hon kastat in på batteri samt sotmönster på dörr som indikerar att den varit stängd. Inga motsägelser bedöms heller finnas i slutsatser från NFC relaterat till vad de boende uppger. Det finns dock vissa mindre motsägelser och oklarheter i det övriga insamlade underlaget. Vissa av dessa bedöms som relevanta att närmare reda ut:

Gällande mängden rök som fanns i rummet direkt efter de två smällarna uppgav kvinnan i förhör att rummet då var fyllt av svart rök medan hon i samtal uppger att det inte var särskilt mycket rök direkt efter smällarna. Motsägelsen bedöms inte som särskilt anmärkningsvärd givet situationen och hur den utvecklades.

Uppgifter om att smällar hörts under pågående brand (efter kraftiga smällen) finns från person arbetande på pizzerian och från mannen. Person på pizzeria uppger att det var två smällar medan mannen minns en smäll. Vidare uppger person på pizzeria att smällarna inträffade medan de höll på att släcka/dämpa med trädgårdsslang och att de var relativt kraftiga, ”så man ryckte till”. I förhör uppger samma person att två smällar hördes när han kom runt till baksidan och att dessa var ”små”. Slutsatsen utifrån detta är att minst en smäll inträffat under pågående brand efter att sovrummet tryckavlastats.

Polisens tekniker påträffar två batterihöljen och battericeller bland det brandskadade materialet utanför på gräset. Battericeller påträffas även invändigt i sovrummet, utspridda ”i de brandskadade inventarierna på golvet”. Vidare påträffas i sovrummet ett relativt oskadat tomt batterihölje under sängen i sovrummet. Vad som påträffas bedöms överensstämma med vad som kan iaktas i foton som polisen och räddningstjänsten tar i sovrummet direkt efter händelsen (se figurerna 12-18). Dock finns inte materialet på samma plats eftersom två batterihöljen påträffas utvändigt medan enbart ett hölje påträffas invändigt (i foton kan iaktas tre höljen invändigt). Vad som påträffas och vad som kan iaktas i bilderna är dock i överensstämmelse med vad mannen uppgett ska finnas i rummet. Slutsatsen är att material måste ha flyttats från sovrum efter att foton togs men innan teknikerna genomför sin undersökning. Att kraftigt skadat hölje som påträffas utomhus har överensstämmelse med hölje som syns i sovrum (i hörnet) på foton tagna direkt efter insatsen bekräftas även när utlåtande från NFC studeras.



I utlåtande finns foto på detta kraftigt skadade hölje vilket kan jämföras med foton tagna i sovrummet i samband med insatsen och det bedöms alltså röra sig om samma hölje (hölje 2, se figur 13 och 16).

Sammantaget utifrån uppgifterna finns inte skäl att betvivla den beskrivna händelsekedjan där läckage av batteri upptäckts, laddning av batteriet avbryts, batteriet placeras på golvet och en explosion inträffar i sovrummet cirka 30 minuter efter att läckage upptäckts.

### *Bedömning av primärbrandområde, brandorsak och brand-/explosionsförlopp*

Det kan direkt konstateras att brand uppstått i sovrummet och utifrån fotodokumentation samt iakttagelser vid platsbesök kan konstateras att material som brunnit varit placerat i ena hörnet vid fönster (yttervägg/badrumsvägg).

Utifrån den beskrivna händelsekedjan är det svårt att se någon annan förklaring till att branden uppkommer än att det elcykelbatteri som tidigare varit på laddning har börjat brinna/avgett gnista och att explosion skett omedelbart i samband med det (alternativt att explosionen inträffar på grund av att gas från batteri självantänder vid viss temperatur). Vid explosionen sprids brinnande material från batteri ut i rummet (kvinnan beskriver att det var utspridda ”glödbäddar” i rummet). I närheten av batteri finns brännbart material i form av bland annat kläder där brand sedan utvecklas och involverar övrigt material i detta hörn mellan yttervägg och badrumsvägg. Branden bekämpas av de boende (släckförsök med handbrandsläckare), av omgivningen (med trädgårdsslang) varpå den släcks av räddningstjänsten utan att övertändning skett.

Att kvinnan befinner sig i dörröppningen till rummet bara ett fåtal sekunder innan dess att smällen sker gör att föregående brand/rökutveckling kan uteslutas. Här kan också läggas till att fönster till synes är opåverkat av rök/värme vilket i sig talar för att utvecklade brand i sovrummet inte föregått att fönster trycktes ut. Att det skulle vara något annat i rummet än det läckande batteriet som ligger bakom smällen förefaller så pass osannolikt att det helt kan bortses från. En förklaring skulle förvisso kunna vara att läckage från batteri gett upphov till brännbar blandning inom utrymmet men att tändkälla av gasblandningen är något annat än det aktuella batteriet. Även detta förefaller osannolikt och bedöms kunna bortses från.

Således fastslås att det skett en explosion utan någon längre pågående brand eller rökutveckling (vilket skulle ha iakttagits av kvinnan) och att denna explosion kan sättas i samband med elcykelbatteriet placerat på golvet.





Exakt hur explosionen närmare gått till kan inte helt fastställas. Det faktum att batteriet läckt pekar tydligt på att en eller flera battericeller har gått sönder. Vätskan kan inte gärna vara något annat än elektrolyt (brännbar vätska) och lukten som beskrivs (samt hur lukten tilltar) bör kunna sättas i samband med läckage och avdunstning av denna vätska. I sammanhanget är det dock relevant att beakta vilka inneslutningar som finns vari gastryck kan uppstå. I detta fall finns vad räddningstjänsten kan se tre olika inneslutningar som är relevanta att beakta:

- **Hölje/skal runt de enskilda battericellerna**

Minst en av dessa bör ha varit trasig eftersom vätska kunnat läcka från batteri innan dess smällen skedde. Förutsättning för att battericellhölje ska gå sönder behöver inte vara att det uppstår förbränning inne i själva cellen (bör vara möjligt baserat på att det finns syre i cellen, se sidan 14 som beskriver två scenarion vid förhöjd temperatur inuti cellen på grund av intern kortslutning) utan hölje kan brista/gå sönder av ökat gastryck från elektrolyt. Battericeller är också normalt försedda med övertryckskydd i form av säkerhetsventil. Möjligen skulle de knäppningar som kvinnan beskriver kunna sättas i samband med dessa ventiler.

- **Batterihölje**

Här avses det yttre höljet av metall som innesluter battericellerna och övriga komponenter. Förutsättning för att det ska uppstå gasansamling i hölje bör vara att det skett läckage från en eller flera battericeller. Antändning av gas inom hölje bör innebära att hölje antingen far iväg/lossnar alternativt brister. Enbart förhöjt tryck inom hölje (utan en antändning som innebär snabb tryckökning) bör inte orsaka att hölje lossnar/far iväg eller går sönder men detta kan antas bero på hur tät/starkt hölje är i relation till hastigheten på tryckökningen.

- **Rummet som sådant**

Denna inneslutning är cirka 30 m<sup>3</sup> och har väggar och golv av betong. De sårbara punkterna (där man kan anta att tryckavlastning kommer ske) bör vara själva fönstret och dörren. Det bedöms inte rimligt att långsam tryckuppbyggnad inom utrymmet skulle orsaka de skador som föreligger utan det bedöms vara nödvändigt med en snabb tryckuppbyggnad (som vid antändning av brännbar gas).

Relevanta iakttagelser rörande trycket och explosionen är givetvis att fönster tryckts ut men också att fönsterglas i fönster är intakt samt att annat material i rummet som tänkbart skulle kunna förstöras vid mer kraftig explosion (särskilt väggspeglar) också är intakta.

Det bedöms kunna uteslutas att fönster trycktes ut innan dess att kvinnan hörde de två smällarna men hon kan inte säga om fönster fanns kvar då hon öppnade dörren till rummet efter smällarna. Utifrån



scenariot, iakttagelser och vad som framkommit från övriga vittnen bedöms det dock som högst troligt att fönster trycktes ut redan vid andra smällen som kvinnan hörde (den av dörren som for igen). Motsvarande tryckökning som tar tag i dörren bedöms alltså trycka ut fönstret. Fönster låg redan på marken då personal från pizzeria kom runt till baksidan, vilket skedde innan mannen och kvinnan kommit ut.

Det tomma batterihölje som påträffas under sängen är relativt oskadat enligt polisen (vilket också kan antas utifrån foto, se figur 15). Detta bekräftas även av NFC:s utlåtande men det framgår att hölje är sotigt på insidan. Detta hölje bedöms höra till det läckande batteriet som placerades på golvet av paret. Det finns förvisso två ytterligare höljen varav det ena är kraftigt demolerat. Dessa har funnits i det brandutsatta hörnet av rummet. Denna placering stämmer väl överens med var mannen sagt att två ej fungerande batterier varit placerade varför dessa höljen kan antas höra till dessa batterier. Således blir dessa batterier sekundärt involverade i branden (förklarar deras skador) och det relativt oskadade höljet under sängen kan antas ha skjutits/farit iväg samband med tryckökning/explosion. Detta stärks även av att skruvar påträffas monterade på höljet där själva anslutningsdelen av plast funnits. Dessa skruvar har rester av plast vilket bedöms ligga väl i linje med att hölje lösgör sig från anslutningsdelen på grund av tryckökning inom hölje. Om hölje efter smällen legat någon annanstans på golvet och hamnat under sängen i senare skede (exempelvis i samband med rökdykning) eller om det hamnat under sängen direkt vid smällen får vara osagt.

Fönsterbräda som är trasig i det brandutsatta hörnet skulle möjligen kunna sättas i samband med explosion men skadan är mer troligen relaterad till temperaturpåverkan i samband med brand och släckning av brand. Den uppfläta aerosolbehållare som påträffas har funnits i det brandutsatta området i hörnet (tillsammans med ytterligare två behållare). Personer beskriver att det smällt i samband med branden (då tryckavlastning av sovrummet redan skett) och det kan mycket möjligt vara denna aerosolbehållare som ligger bakom en av de smällar som det finns uppgifter om.

Sammantaget tyder uppgifterna och iakttagelserna på att explosionen som skett varit en deflagration med låg hastighet (långsam utbredning, antagligen ett fåtal meter i sekunden). Fönsterytan och karmens infästning (sex spikar) samt väggen konstruktion (bärande/oeftergivlig) i kombination med dörrens utformning och öppningsläge bedöms vara orsaken till skadebilden avseende fönster och fasad. Kvinnan beskriver hur dörren flyger igen med en smäll. Hade dörren varit öppen mer än den var eller öppnats utåt är det möjligt att ytterligare tryckavlastning istället skulle skett genom dörrhål vilket av allt att döma varit mindre gynnsamma för fortsatt utvecklingen av händelsen.



Förutsättning för denna deflagration bedöms vara förekomst av en brännbar blandning i utrymmet, inte i hela sovrummet utan mer troligt begränsat till området runt batteriet. Det är möjligt att detta skett i två steg, att batterihölje först flyger iväg (släpper i infästningen mellan själva höljet och anslutningsdelen i plast) genom att gaser antänds inom höljet (överensstämmer med att hölje är sotigt på insidan) och att gas som finns runt batteriet då direkt antänder. Gas kan finnas runt batteriet som en effekt av läckande elektrolytvätska vilken avdunstar utanför batteriet och/eller som en effekt av att hölje släppt ut gas. Det kan också möjligen vara så att själva tryckökningen inom höljet tillslut får det att ge vika i infästningen mot anslutningsdelen (utan antändning inom höljet) och att antändningen då sker omedelbart när gaserna som funnits inom höljet kommer i kontakt med syre och att detta förklarar deflagrationen dvs. att förekommande gaser utanför hölje inför explosionen egentligen inte är avgörande för utfallet. Att påträffat tomt hölje är sotigt på insidan måste dock beaktas.

Anledningen till att batteri havererade på detta sätt kan inte fastställas men givet det beskrivna händelseförloppet och övriga omständigheter kan starkt misstänkas att överladdning skett vilket orsakat interna kortslutningar i en eller flera celler.

Rörande eventuell överladdning är de två påträffade laddarna av intresse. Räddningstjänsten kan inte avgöra om någon av dessa är original (dvs. den laddare som följer med batteriet vid försäljning) men det är fullt möjligt att dessa laddare inte är original. De boende uppger att man utgått från det men de uppger samtidigt att elcykel med batteri och laddare köptes begagnat av privatperson. Det kan dock konstateras att de två laddarna har olika prestanda (se sidan 30). Utifrån underlaget bedöms det som troligast att laddaren med uppmätt spänning om 42 V är den som har använts (den som på foton från insatsen finns närmast vägguttaget, se figur 12). Denna laddare har enligt NFC en DC-kontakt på lågvoltsladden (vilket den andra laddaren saknar) och apparatsladden är ansluten till laddaren vilket utifrån de boendes beskrivning av händelseförloppet pekar på att denna laddare är den som använts den aktuella dagen innan explosionen. Denna laddare kan också rent prestandamässigt antas vara kompatibel med det förekommande batteriet. Den andra laddaren bedöms vara någon typ av snabbladdare (högre DC-ouput, såväl spänning som strömstyrka (5A)) och är eventuellt inte kompatibel med det förekommande batteriet.



## Slutsatser

- Det kan fastslås att det skett en explosion i sovrummet utan någon föregående brand eller rökutveckling (annat än högst kortvarig). Denna explosion kan sättas i samband med det läckande elcykelbatteriet placerat på golvet i detta rum. Batteriet var inte anslutet till något vid tillfället för explosionen men hade kort dessförinnan laddats. Läckage av vätska från batteriet uppstod i samband med laddning.
- Vid explosionen trycks fönster ut och från batteri sprids brinnande material ut i rummet. I närheten av batteri finns brännbart material i form av bland annat kläder där brand sedan utvecklas och involverar övrigt material i hörnet mellan yttervägg och badrumsvägg.
- Explosionen som skett har varit en deflagration med låg hastighet. Fönsterytan och fönsterkarmens infästning (sex spikar) samt väggen konstruktion i kombination med dörrens utformning och öppningsläge bedöms vara orsaken till skadebilden avseende fönster och fasad.
- Förutsättning för denna deflagration bedöms vara förekomst av en brännbar blandning i utrymmet, inte i hela sovrummet utan mer troligt begränsat till området runt batteriet. Det går dock inte att fastslå exakt hur själva initiala antändningen och explosionsförloppet sett ut relaterat till de enskilda cellerna och höljet som omgett cellerna. Det är möjligt att detta skett i två steg som följer direkt på varandra, att batterihölje först flyger iväg (släpper i infästningen mellan själva höljet och anslutningsdelen i botten), detta genom att gaser antänds inom höljet och att gas som finns runt batteriet då direkt antänder.
- Anledningen till att elcykelbatteriet havererade på detta sätt kan inte fastställas men givet det beskrivna händelseförloppet och övriga omständigheter kan starkt misstänkas att överladdning skett vilket orsakat interna kortslutningar i en eller flera celler.

Räddningstjänsten Östra Götaland

Martin Wigilius  
Inspektör

0CFF3A54-2D64-4B09-BB81-36E79202438B