



Namn, titel, telefon, e-post

2024-01-30

RÖG 2024/0405 3.2.3

Samuel Dahlström, Brandingenjör

010-480 4012, samuel.dahlstrom@rtog.se

## Olycksutredning gällande brand Luntgatan i Norrköpings kommun

Händelseadress: Luntgatan 13

Datum för händelsen: 2023-09-03

Datum för undersökning: 2023-09-05

Eget larmnummer: G2023.105650

Polisens k-nummer: 5000-K319751-23

Medutredare: -





## Innehållsförteckning

1. Anledning till olycksundersökningen .....	3
2. Objektsbeskrivning .....	3
3. Händelseförlopp innan och under räddningsinsatsen .....	5
<b>3.1 Händelseförlopp innan räddningstjänstens eller andra myndigheters ankomst</b> .....	5
3.1.1 Larmsamtal .....	5
3.1.2 Intervju med grannar/vittnen .....	6
3.1.3 Polisens förhör .....	6
3.1.4 Sammanfattning av informationen .....	7
<b>3.2 Händelseförlopp under räddningsinsatsen</b> .....	7
3.2.1 Inledande händelseförlopp. ....	7
3.2.2 Snabb brand- och rökspridning .....	8
3.2.3 Fortsatt evakuering av andra trapphus på grund av rökspridning .....	8
3.2.4 Begränsning av brandspridning .....	9
3.2.5 Släckinsats .....	10
3.2.6 Stödjande åtgärder .....	10
3.2.7 Räddningsinsatsens avslut .....	11
4. Undersökning av brandplatsen .....	11
4.1 Utvändig undersökning .....	11
4.2 Invändig undersökning .....	14
4.2.1 Undersökning av aktuellt trapphus 13B .....	14
4.2.2 Undersökning av primärt drabbad lägenhet .....	15
4.3 Undersökning av intilliggande utrymmen .....	27
4.3.1 Undersökning av intilliggande lägenheter .....	27
4.3.2 Undersökning av intilliggande trapphus .....	28
4.4 Undersökning av vinden .....	28
5. Annat underlag .....	31
5.1 Resultat från undersökning av Polisens bombtekniker .....	31
5.2 Litiumbatterier och brandrisker .....	33
6. Analys av brandförlopp och bedömning av primärbrandområde och brandorsak .....	35
6.1 Primärt brandområde .....	35
6.2 Primär brandorsak .....	35
6.3 Brandförlopp .....	36
6.4 Brandgasexplosion .....	38
7 Konsekvensanalys .....	41
7.1 Risker med batterier .....	41
7.2 Utrymnings säkerheten relaterat till brandförloppet .....	42
7.3 Förutsättningar för räddningsinsats vid händelsen .....	44
8 Sammanfattning .....	44
9 Åtgärder och förslag på åtgärder .....	46



## 1. Anledning till olycksundersökningen

Vid en brand den 3:e september 2023 på Luntgatan 13 i Norrköping blev händelseförloppet dramatiskt med flera personer som inte kunde ta sig ut själva ur sina lägenheter, utan behövde undsättas av insatspersonal. Branden föranleddes av någon form av explosion och brandspridning skedde snabbt till vindsutrymmet med brand- och rökspridning över stora delar av vinden och vidare till flera trapphus. Räddningstjänsten Östra Götaland utreder olyckan för att undersöka orsak och brandförlopp, vilka lärdomar som kan dras av olyckan samt vilka faktorer som påverkar förutsättningarna för en räddningsinsats vid liknande olyckor.

## 2. Objektsbeskrivning

Den aktuella fastigheten, Stenhuggaren 26, utgörs av ett större flerbostadshus som är uppfört i mitten av 1960-talet. Fastigheten är belägen i centrala Norrköping och utgör en del av ett sammanhängande kvarter med en gemensam innergård, där flera av byggnaderna är från samma tidsperiod medan vissa är nyare, se figur 1. Byggnaden består av fem våningar ovan mark samt källare och vind. På vinden finns lägenhetsförråd. Den aktuella händelsen startade på den översta femte våningen.

Byggnaden är enligt ritningar byggd med bärande innerväggar i tegel (1 och ½ - 2 stens tjocklek). Ytterväggar på kortsidorna består av betong med isolering av träullsmattor och ytterst klädd med puts (spritputs), medan ytterväggar på långsidorna består av putsat tegel med isolering. Bärande innerväggar är tvärgående genom byggnaden, medan övriga lägenhetsavskiljande väggar också består av tegel. Åt vardera riktningen mot direkt anslutande byggnader, med adress Luntgatan 11 respektive Smedjegatan 28, finns en brandmur som går rakt igenom som ett skyddande tvärsnitt genom byggnaderna i kvarteret. Detta är robust utfört i tegel och går igenom yttertaket. På vinden finns ytterligare avskiljande konstruktion, men den är inte förd upp över taket, det vill säga den skyddar inte helt mot brand- och spridning i takkonstruktionen.

Bottenbjälklag mot källaren, likväl som bjälklag mellan våningsplanen och även vindsbjälklag utgörs av betong. Vindsbjälklaget i betong sträcker sig dock inte över balkongerna, vilket syns från den primärt drabbade lägenheten där det brunnit igenom från balkongen upp till vinden. Takkonstruktionen består enligt ritning av takstolar i trä med en konstruktion av spont, papp och plåt.

Lägenheterna är direkt ventilerade med självdrag, men det finns också frånluft på badrummen. Men det är osäkert hur skydd mot rökspridning i ventilationen är dimensionerat och huruvida dagens krav på brandskydd i ventilationen uppfylls.



Figur 1. Ortofoto över fastigheten där röd markering visar lägenheten där branden startade.

I byggnaden finns fem trapphus mot Vattengatan med adress Luntgatan 13A-C samt 15A-B. Lägenheterna är genomgående med avsedd alternativ utrymningsväg med hjälp av räddningstjänstens höjdfordon mot Vattengatan, se figur 1. Under innergården finns det garage under marken, vilket medför att bärförmågan inte klarar av större fordon ovan innergården.



Figur 2. Ritning över aktuell byggnad. Lägenheterna är genomgående och alternativ utrymningsväg är med hjälp av räddningstjänstens höjdfordon mot Vattengatan. Den primärt branddrabbade lägenheten med dess utrymnen är markerad med orange.

### 3. Händelseförlopp innan och under räddningsinsatsen

Nedan beskrivs det som är känt av händelseförloppet innan räddningstjänstens ankomst samt förloppet efter det att räddningsinsats påbörjats.

#### 3.1 Händelseförlopp innan räddningstjänstens eller andra myndigheters ankomst

Här redogörs för händelseförloppet innan räddningstjänstens ankomst.

##### 3.1.1 Larmsamtal

Händelseförloppet innan räddningstjänstens ankomst är till stor del okänt. Personerna som vistades i den aktuella lägenheten [REDACTED] har inte gått att intervjua i utredningen. De har däremot förhörts av Polisen. Det finns vissa uppgifter från grannar och vittnen om vad som observerats i samband med att händelsen upptäcktes och samtal till SOS ringdes. Det finns också vissa observationer på den korta tiden mellan larmsamtal och dess att räddningstjänsten ankom till platsen.

##### Första larmsamtal klockan 05:52:25

I det första larmsamtalet som inkommer svarar inringaren (på frågor från SOS) först att hen ser lågor och rök. När frågan repeteras så anger inringaren att hen inte ser några lågor, men rök. Det är alltså av någon anledning så att svaret varierar på samma fråga. På frågor kring om någon är skadad och om vad som brinner svarar inringaren ”oklart”.

##### Nytt larmsamtal klockan 05:53:40



Nytt larmsamtal inkommer cirka en minut senare. Det är från en annan person (som uppger fullständigt namn), som inte är boende i den aktuella lägenheten, men i samma trapphus. I samtalet anges det;

- *Två personer befinner sig på balkongen, till lägenheten där det brinner. Brinner i hallen. Ingen av dem är skadade. Befinner sig högst upp. XX heter inringare. XX-telefonnummer. XX äger lägenheten.*

Inringaren anger att han ser lågor, trapphuset är rökfyllt. Denna inringare kan också svara på frågor avseende antal våningar och om trapphuset är låst.

### **Tredje larmsamtal klockan 05:55:12**

Följande anges i SOS-loggen från den inringaren;

*-Brinner på fjärde våningen, hördes en stor smäll. Rökfyllt trapphus. Smäller åter under samtalet. Sprucken fasad på huset 13B, väggarna i lgh krackelerar. Inringaren tar sig ej ut ur sin lägenhet. Fast i lägenheten, rökskadade. Håller sig lågt mot golvet, försöker öppna fönster mot Vattengatan.*

Denna inringare anger också att det är rök i intilliggande trappuppgång.

### **Räddningstjänsten ankommer 05:57:40**

När första enhet från räddningstjänsten (enhet 242-1080 och 242-1030) ankommer klockan 05:57 anges att det i framkomstrapporten att det ryker mycket och att två personer bekräftas finna sig på en balkong på fjärde våningen.

#### **3.1.2 Intervju med grannar/vittnen**

Av den information som sedan har gått att få från tre grannar som intervjuats avseende vad som hände räddningstjänstens ankomst, så är det egentligen ingen ytterligare information än den som framkommer i larmsamtalen (två av dessa är inringare till samtal 2 respektive 3). De anger att det förloppet går snabbt. Det hörs enligt dem en ”smäll” i trapphuset och sedan syns det hur lågor slår ut genom fönster från den aktuella lägenheten. Två personer har flytt ut till balkongen. Trapphuset rökfylles fort.

#### **3.1.3 Polisens förhör**

I Polisens förhör med de personer som vistades i lägenheten så har de angett att de somnade sent, uppskattningsvis runt halv fyra på natten. Sedan vaknade en av personerna av ett ljud vid 5-tiden, det låter som grejer ramlade. Personen såg sedan svart rök tränga in i sovrummet där dörren lämnats på glänt. När hen öppnade sovrumsdörren så såg hen att det brann i hallen för fullt och att branden sprid mot dem. Hen väckte den andra personen och de stängde sovrumsdörren och ringer 112. Eftersom de inte kunde utrymma genom lägenheten så klättrade de ut genom fönstret och ställde sig på balkongen. De stängde fönstret. Från balkongen såg de sedan att det började brinna i köket. Efter några minuter brann i hela köket också.



I förhöret anger personerna att de inte hört någon explosion eller smäll. De ljud de vaknade av var saker som ramlade och gick sönder, ljud som de anger kom från branden. Personerna anger vidare att de uppfattar tydligt att branden startade i hallen. Det fanns elkablar och två scootrar där, men scootrarna var inte på laddning enligt personerna.

#### 3.1.4 Sammanfattning av informationen

Från de uppgifter som framkommit så kan det konstateras att branden upptäcks i ett skede när den redan är omfattande. Vid tillfället då personerna som vistas i lägenheten först larmar så pågår det enligt deras uppgifter kraftig brand i hallen. De kan inte utrymma ordinarie entréväg. Dessa uppgifter stämmer överens med övriga grannar/vittnen. De vaknar eller blir varse om branden när brandförloppet är omfattande.

### 3.2 Händelseförlopp under räddningsinsatsen

Händelseförloppet efter räddningstjänstens ankomst samt och en övergripande beskrivning av räddningstjänstens insats redogörs för nedan.

#### 3.2.1 Inledande händelseförlopp.

När insatsledare 242–1080 och släckenhetsenhet 242–1010 ankom var det först oklart hur skadebilden och hjälpbehovet såg ut. Från Luntgatan och Vattengatan syntes inget särskilt utifrån. Insatspersonal på 1010 begav sig därför till innergården genom port (Luntgatan). De möttes av personer som evakuerat till innergården, samtidigt såg de att två personer på balkongen vid den primärt drabbade lägenheten på översta våningen var i direkt nöd. Lågor och svart rök slog ut från ett fönster (köksfönster) och hotade skada personerna, se figur 3. Fasaden buktade ut och trapphuset var skadat av vad som då bedömdes vara följd av en explosion. Styrkeledare på enhet 1010 sprang upp i trapphuset för att genomföra en riskbedömning. Han möttes av kraftig brand ur den drabbade lägenheten, entrédörren var skadad och lågor slog rakt ut i trapphuset. Bedömning skedde snabbt eftersom det var en kritisk situation. Det bedömdes inte finnas tid till att resa höjdfordon och evakuera personerna i och med att de stod på balkong mot innergården (då vara bristande bärighet för höjdfordon fortfarande okänt), utan det beslutades att ett släckangrepp behövde utföras i syfte att kunna utföra livräddning av personerna på balkongen. Den första rökdykargruppen fick i uppgift att släcka så mycket att personerna gick att evakuera genom lägenheten. Åtgärden lyckades och personerna fördes ut genom lägenheten och ned i trapphuset med hjälp av skyddshuva.



Figur 3 och 4. Figur 3 är en bild tagen av vittnen som visar hur personerna som vistades i lägenheten syns ha flytt ut på balkongen medan lågorna slår ut genom köksfönstret (Källa NT). I Figur 4 är bilden tagen lite senare i händelseförloppet av insatspersonal. Personerna på balkongen har då räddats (från balkong vänster om det sönderbrunna fönstret), medan brandspridning har skett till vinden.

### 3.2.2 Snabb brand- och rökspridning

På grund av det explosionsliknande förlopp som skett innan räddningstjänstens ankomst hade brand- och rökavskiljande konstruktioner skadats och förlorat sin funktion. Brand- och rök spreds snabbt mellan den startlägenheten till trapphus, lägenheten under och lägenheten bredvid. Lågorna som slog ut från köksfönstret blev snabbt intensivare och orsakade brandspridning till takfoten som endast var någon meter ovanför fönsterkanten. Ett mycket snabbt brandförlopp följde. Lägenheten bredvid började att brinna mer omfattande och brandspridningen till vinden fick fäste och spred sig snabbt i takkonstruktionen. Trapphusen bredvid, inte bara det primärt drabbade (Luntgatan 13C), blev rökfyllda från 3-5:e våningen. Flera personer kunde inte utrymma via trapphuset och tog sig istället ut på sina balkonger mot innergården.

### 3.2.3 Fortsatt evakuering av andra trapphus på grund av rökspridning

Högsta prioritet blev att få ut de boende från sina lägenheter och balkonger. Det behövde, precis som vid den första evakueringen av startlägenheten, ske via trapphusen med hjälp av rökdykare eftersom det inte gick att ställa upp höjdfordon på innergården på grund av begränsningar i bärighet. Den snabba brandspridningen på vinden orsakade utmaningar då det bedömdes finnas en risk att takfoten skulle fatta eld på grund av kraftig svart rök som tryckte ut från takfoten. Personer på balkonger stod precis under dessa svarta brandgaser, men de hann evakueras innan





någon antändning av brandgaserna skedde. Beslut togs dock om att ta fram och förbereda språngkudden på innergården som potentiell omfallsåtgärd (antalet våningar gjorde det inte möjligt med utskjutsstege). Evakuering genomfördes tillsammans med Polis och i de rökfyllda delarna av trapphusen användes skyddshuva till de personer som evakuerades. Under en intensiv tid i inledningen av händelsen behövde alltså mycket av resurserna läggas på evakuering av boende från samtliga fem trapphus i byggnaden.

Det skapades en uppsamlingsplats i Matteuskyrkan för de personer som evakuerats. Åtta personer avtransporterades till Vrinnevisjukhuset.

### 3.2.4 Begränsning av brandspridning

Efter hand som fler enheter ankom till skadeplatsen och evakueringen av de boende hade genomförts, så flyttades fokus från livräddning till att begränsa brand- och rökspridning. Från utsidan bedömdes det finnas två brandmurar vid vardera änden av byggnaden (vilka bröt igenom yttertakets), det vill säga mot Smedjegatan och Luntgatan 13C. Inga brandmurar observerades mot Vattengatan. Tidigt under insatsen inspekterade rökdykare vinden, men på grund av tjock tät rök var det svårt att identifiera alla brand- och rökavskiljande väggar. Brandmurar mot Smedjegatan och Luntgatan 13C beslutades vara yttersta begränsningslinjer avseende brandspridning. Där skulle inte branden ta sig förbi, men allra helst skulle begränsning av brandspridningen ske tidigare. Skadeplatsen delades upp i tydligare sektorer som tillsattes resurser för att uppnå detta mål.

Respektive trapphus hade en konstruktion upp till vinden där trapphuset är uppförd som en mindre konstruktion (liten kub) upp på vinden, se figur XX. Åtgärder påbörjades i respektive ände från trapphus 13A respektive 13C i denna konstruktionsdel. Ett slangbrott ute på gatan medförde att rökdykarna tvingades retirera och stänga plåtdörren till vinden i trapphus 13C. De fick sedan omgruppera till trapphus 15B. De mer offensiva begränsningsåtgärderna misslyckades alltså här. Teknikmässigt användes både skärsläckare, dimspikar och PPV-fläktar vid dessa begränsande åtgärder. Samtidigt skedde släckning även från höjdenheter, men branden var i detta skede så kraftig att det inte gav någon effekt.

Arbetet med att begränsa branden hade som nämnts delats upp i sektorer. Efterhand som brandens spridning utvecklades, likväl som olika effekter kunde följas upp, så omfördelades resurser mellan sektorerna. Det skapades också stödjande sektorer som depå och vattenförsörjning. Det bedömdes inte vara effektivt att använda vatten från höjdfordon direkt mot branden, den var så intensiv att det inte gav någon effekt, se figur XX. De begränsande åtgärderna, främst de genomförda av rökdykare invändigt, gav dock effekt. Runt klockan 12.00 så kunde en tydlig positiv trend ses, brandens intensitet avtog markant och risken för brandspridning reducerades.



Figur 5. Bild som visar hur kraftig och omfattande brandspridningen var på vinden. Källa Wighsnews.

### 3.2.5 Släckinsats

När det inte längre bedömdes finnas lika stor risk för att branden skulle sprida sig vidare så behövde insatsen ändras taktiskt. Insatsen behövde nu strukturerades med målet att släcka branden, men det fanns också stora behov av att hantera de drabbades perspektiv. Det vill säga informera dem, säkerställa att nödvändiga behov och att de får hjälpen de behöver.

En kranbil beställdes till platsen för släckinsatsen, med målet att lyfta undan brandrester och på så sätt underlätta släckarbetet. Fokus lades på de värst branddrabbade delarna på vindskonstruktionen. Släckarbetet tillsammans med kranbilen var effektivt och avslutades med att två meter golvyta på taket rensades närmast brandväggarna. På eftermiddagen hade öppna lågor och värmedetekterade delar släckts helt, det kvarstod endast lite rök från byggnaden/taket. Inga tecken på brand syntes eller detekterades med värmekamera, men med beaktande av komplexiteten i och omfattningen av branden och risken för ytterligare brand bedömdes det finnas behov av att räddningsinsatsen fortsatte under natten. För detta ändamål fanns resurser med höjdfordon kvar på platsen.

### 3.2.6 Stödjande åtgärder

För de personer som hade samlats i Matteuskyrkan skedde information kring lägesbilden med flera andra myndigheter, bland annat kommunens krisgrupp, ambulans och polis. De drabbade fick möjligheter att ställa frågor. Vid denna tidpunkt var många uppfattning, likaså myndigheternas, att på grund av skadorna i konstruktion hade branden orsakats till följd av en sprängning och det speglade stämningen på uppsamlingsplatsen. Ambulans hanterade de drabbades medicinska behov. Den restvärdesledare som hade kallats till platsen deltog och började strukturera behovet och fortsatta hanteringen för de drabbade.



Under eftermiddagen samverkade räddningstjänsten också med polisens bombgrupp som ankommit. Tillsammans med två rökdykare gick de in det drabbade trapphuset samt lägenheten för att genomföra en första undersökning. Riskerna med byggnaden bedömdes invändigt som "tillräckligt säker" då intilliggande trapphus var intakta bärighetsmässigt. När nationella bombgruppen var klara gick även regionala tekniker från den polisen in för att snabbt dokumentera invändigt.

### 3.2.7 Räddningsinsatsens avslut

Under natten från klockan 19.00 till klockan 07.00 (måndag) fanns ett höjdfordon samt tankbil på platsen med två brandmän på platsen. De har även en UAS (drönare) som kontrollerar taket var 30:e minut. Ingenting hade förändrats under natten, inga bränder hade blossat upp. Räddningsinsatsen avslutades klockan 07.00 på morgonen då det inte längre bedömdes finnas risk för brandspridning.

## 4. Undersökning av brandplatsen

Brandplatsen besöktes samma dag som räddningsinsatsen avslutades 2023-09-04. Vid det tillfället genomförde Polisens tekniker (██████████ ansvarig) undersökning av olika delar, men främst handlade det om att få en uppfattning och kunna planera kommande tekniska undersökning avseende säkerhets och praktiska delar. En bombtekniker från Polisen undersökte också platsen vid detta tillfälle. Huvudsaklig platsundersökning genomfördes nästa dag, 2023-009-05.

### 4.1 Utvändig undersökning

Från innegården syns det hur omfattande brandförloppet har varit. Stora delar av takkonstruktionen saknas helt, den har brunnit upp. Takfot och andra delar är skadade och lösa. På primärt branddrabbade lägenheten är samtliga fönster sönder och det syns kraftiga sotskador på fasaden. Vid det aktuella trapphuset syns också tydligt en större spricka i fasaden och ytterväggen är böjd utåt, tydliga tecken på att det skett en explosion av något slag. På marken nedanför ligger byggnadsdelar som rasat ned.



Figur 5. Bild på den branddrabbade byggnadens fasad mot innergården.

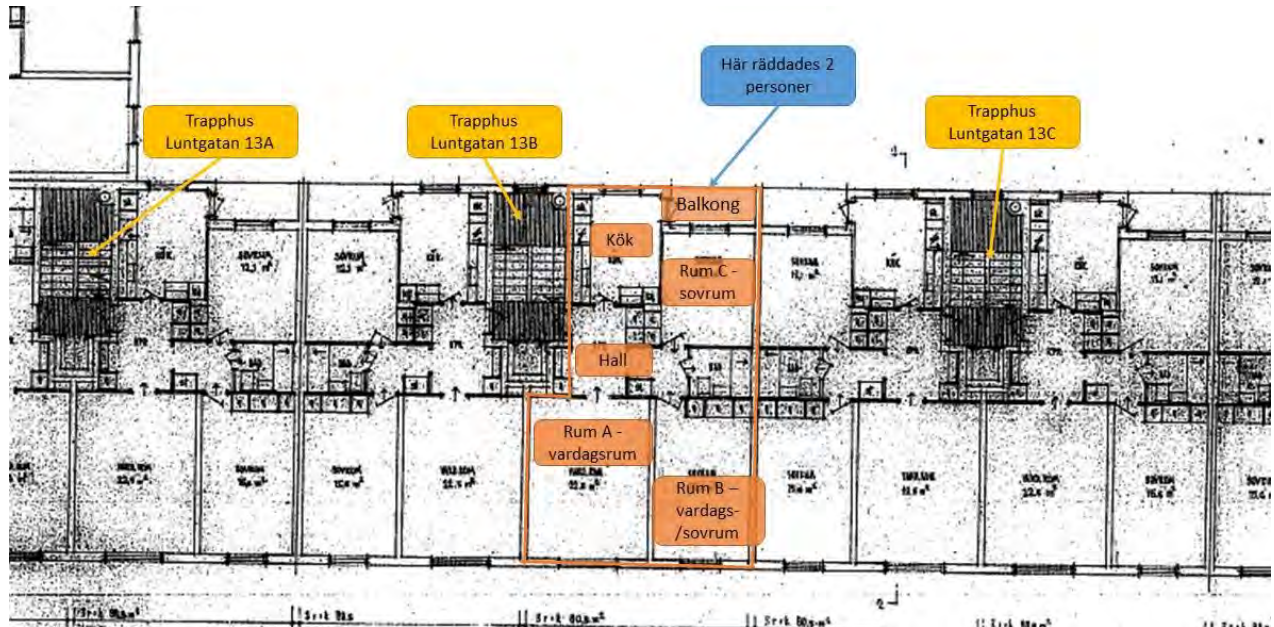


Figur 6. Bild på husets fasad som visar tydligt hur den buktar ut som ett resultat av att ytterväggen skadats av tryckvågen.



## 4.2 Invändig undersökning

Nedan redogörs för platsundersökningen invändigt i byggnaden. För den startlägenheten används benämningarna i ritningarna nedan.



Figur 7. Ritning över aktuell byggnad. Den primärt branddrabbade lägenheten med dess utrymmen är markerad med orange.

### 4.2.1 Undersökning av aktuellt trapphus 13B

För att komma till den primärt branddrabbade lägenheten på översta våningen behövdes ur säkerhetssynpunkt intilliggande trapphus användas (13A). Därifrån gick det att passera upp på vinden och ned genom det aktuella trapphuset (13B). I trapphuset 13B har hela trapphuset omfattande rökskador. Inifrån syns tydligt hur ytterväggen har skadats och tryckts ut cirka 25–30 cm från bjälklagen och bärande innerväggar. Den buktar ut från den drabbade lägenhetens vägg mot trapphuset (innanför är köket beläget), över hela trapphuset och det buktar även ut från intilliggande lägenhetens vägg. Utbuktningen av väggen sträcker sig längs hela väggen vertikal höjd, upp till vinden och hela vägen ned till markplan. Det har blivit ett stort mellanrum längs hela ytterväggen och nedåt.



Figur 8. Bild från trapphuset som visar hur ytterväggen tryckts ut från bjälklagen och att det bildats ett mellanrum mellan yttervägg och varje våningsplan.

#### 4.2.2 Undersökning av primärt drabbad lägenhet

##### Lägenhetsdörren

Dörren till den aktuella lägenheten är helt brandskadad och stod öppen. Det syns tecken på att den fläkts upp och skadats på annat sätt än enbart av värmepåverkan från brand. Insatspersonal som var först upp i trapphuset har angett att lågor stod ut rakt ut från dörröppningen mot intilliggande lägenhet, de uppfattade att lägenhetsdörren ”tryckts upp”.



Figur 9. Bild på trapphusets översta del. Till vänster i bilden syns resterna av lägenhetsdörren till den primärt drabbade lägenheten. Dörren har fläkts upp och stod öppen när rökdykare kom upp i trapphuset.





Figur 10. Närmare bild på lägenhetsdörren.

### Hallen

Hela lägenheten har omfattande rök- och sotskador. I flera av utrymmena syns skador och mönster från förbränning som visar på att det skett fullt utvecklade brand. Hallen och köket är helt utbrända hela vägen ned till golvet. Vid en första anblick i hallen kan det konstateras att det är det värst drabbade utrymmet, allting har förbränts, det har varit så varmt att ytskikt på väggarna har förbränts och/eller fallit ned så att den bärande tegelväggen har blottats, se figur 11. Direkt i hallen innanför lägenhetsdörren syns det tydliga brandmönster från att det har brunnit kraftigt även i golvet. Cirka en meter in från lägenhetsdörren återfanns två stycken elsparkcyklar/elscootrar. Runt den ena av dessa är brandmönstrena särskilt kraftiga i golvet, där det intill elsparkcykeln iaktogs djupa förkolningar i golvet konstruktion. Den elsparkcykeln (benämnd elsparkcykel A) har brandskador från intern värmeutveckling. Batteripaketet har fläkt upp och battericeller har flugit iväg i lägenheten, se figur 12 nedan. Stora delar batteriet



har sedan förbränts helt. Det är tydliga tecken på att en termisk rusning har skett i batteriet som har orsakat dessa skador. Elsparkcykel A omhändertogs av Polisens tekniker för undersökning på NFC. Den andra elsparkcykeln som finns i hallen har även den brandskador, men dessa är från värmestrålning och förbränning externt. Batteripaketet är invändigt intakt, men dess ”skal” har påverkats av värme och smält.



Figur 11. Bild på hallen i startlägenheten. Hela hallen var helt utbränd.



Figur 12. Bild på elsparkcyklarna i lägenhetens hall. Elsparkcykeln närmast i bild hade tydliga skador som pekar på termisk rusning i batteri.



Figur 13. Bild på hallen tagen i en vinkel mot köket.



### Köket

Köket som återfinns till vänster från lägenhetsdörren (mot innergården) har också det väldigt omfattande brandskador, se figur 14. Nästintill allt brännbart material har även här förbränts. Köksskåpen har brunnit upp och dess obrännbara innehåll har fallit ned. Väggarna har påverkats så att ytskikt har fallit ned och blottat tegelväggen. Vid ytterväggen mot innergården har det skett en påverkan och i den bärande tegelväggen mellan köket och trapphuset har ytterväggen lossnat från sin infästning. Den stora utbuktningen av ytterväggen som skapat ett stort mellanrum till bjälklagen och innerväggarna syns längs med väggen bort till balkongen. Från köket finns en dörröppning som leder mot balkongen där två personer räddades av insatspersonal. Dörren till balkongen är helt uppbrunnen.



Figur 14. Bild på köket med omfattande brandskador i hela utrymmet.

I hörnet mellan ytterväggen och den bärande tegelväggen syns brandrester från att det stått ett köksskåp där (från golv till tak). Undersökning av lägenheterna nedanför bekräftar den uppfattningen då de samtliga har ett sådant köksskåp. I resterna från köksskåpet återfinns behållare av diverse slag, bland annat matlagningsoljor och etc. Men här finns också brandskadade sprayburkar. Flera sprayburkar har sedan tidigare omhändertagits av Polisens tekniker för teknisk undersökning på NFC.



Figur 15. Bild på en sprayburk som återfanns i brandresterna vid platsen där det tidigare funnits ett köksskåp, det vill säga nära ytterväggen som tryckts ut.



Figur 16 och 17. Figur 16 visar det mellanrum mellan ytterväggen och bärande innervägg som skapats vid en tryckvåg. Figur 17 visar dörröppning mot balkongen.



### Balkongen

Balkongen var öppen (inte inglasad) och utgjorde således egentligen inte en del av lägenheten. Men den har varit starkt involverad i branden och det var härifrån som de två personerna från den branddrabbade lägenheten räddades. Balkongen nås primärt via balkongdörr i glas från köket. Personerna som räddades hade dock använt fönstret mot sovrummet innanför och klättrat ut genom det. På balkongens golv återfanns tegelpannor och andra rester från takkonstruktion som fallit ned på balkongen i samband med att vinden brann.

### Rum A - Vardagsrum

I vardagsrummet till höger från entrén i hallen, alltså mitt emot köket återfinns ett vardagsrum (benämnt vardagsrum A). Även i detta utrymme är brand- och sotskadorna omfattande, men det syns inga tecken på att någon brand har ägt rum på en låg höjd, se figur 18 och 19. Det kan konstateras att exempelvis soffa, bord och annan brännbar inredning som stod på golvet inte har involverats i förbränning. Fönstret (som vetter mot Vattengatan) är kraftigt sotat, men har inte gått sönder.



Figur 18. Bild på brandskador i vardagsrummet (benämnd som rum A)



Figur 19. Bild på brandskador i golvet i vardagsrummet.

### Rum B – Vardagsrum/sovrums

I det andra rummet med fönster mot Vattengatan ser brandskadorna ungefär likadana ut. Det kan konstateras att det varit väldigt varmt i rummet, ytskikt på väggarna har brunnit upp och/eller tagit skada så att tegelvägg blottlagts till stora delar. Men precis som i rum A så har det inte skett någon förbränning på låg höjd i rummet. Det fanns två madrasser som låg direkt kvar på golvet, vilka endast har brandskadats på ytan, se figur 20 och 21. Fönstret är kraftigt sotat, men har inte gått sönder. I övrigt återfinns inget särskilt relaterat till branden i detta rum.



Figur 20. Bild på brandskador i rum B.



Figur 21. Bild på brandskador i rum B.





### Rum C – Sovrum/vardagsrum

I det tredje rummet med fönster mot innergården är brandskadorna även här liknande som för rum A och B. Det kan konstateras att det varit väldigt varmt i rummet, ytskikt på väggarna har brunnit upp och/eller tagit skada så att tegelvägg blottlagts till stora delar. Ett stativ står som står kvar, vilken bedöms ha burit en TV, har förbränts helt, se figur 23. Rummet innehåller också en madrass som har brandskadats på ytan, se figur 22 nedan. Fönstret till sovrummet är trasigt. Av mönster i skärvorna och dess placering bedöms fönstret ha gått sönder av värme från brand och varma brandgaser i rummet. Under den livräddande insatsen var detta fönster intakt inledningsvis, personerna stod på balkongen precis utanför det till dess att det gick sönder och fick då huka sig för att skydda sig mot lågor som slog ut.



Figur 22. Bild på brandskador i sovrum/vardagsrum (rum C) där personerna vistades när branden bröts ut. De tog sig ut på balkongen via fönstret.



Figur 23. Bild på brandskador i rum C.

Vid madrassen (nedanför fönstret) återfinns rester av en blandning av föremål. Här finns bland annat cigarettfimpar i en askkopp och en brandskadad sprayburk, se figur 24. Sprayburken har inte fläkts upp, själva mantelytan är intakt. Men det har ”pyst” ut innehåll när den värmts upp och trycket inuti den har ökat. Det är tänkbart att dessa föremål stått på fönsterbräda och fallit ned under brandförloppet, men de kan även ha stått direkt på golvet. Det finns dock inga brandmönster runt omkring cigarettfimparna som tyder på att någon av dem har orsakat branden och att det spridit sig därifrån. Det stöds även av information från personerna i lägenheten, som vid upptäckten av branden befinner sig i detta rum och inte kan utrymma via entrén på grund av att omfattande och intensiv brand i hallen.



Figur 24. Bild på brandrester vid kanten av madrassen som fanns i Rum C.

### 4.3 Undersökning av intilliggande utrymmen

#### 4.3.1 Undersökning av intilliggande lägenheter

Flera lägenheter i anslutning till startlägenheten har också påverkats av brand och rök. Det gäller framförallt lägenheten under den primärt drabbade samt lägenheten bredvid på samma våningsplan. I lägenheten nedanför har det brunnit kraftigt i köket, särskilt i det hörn som är mellan ytterväggen och vägg mot trapphuset. Brandspridning har här skett från den primärt drabbade lägenheten nedåt genom att brinnande material och rök har rört sig ned genom det ”glapp” som bildades när ytterväggen trycktes utåt, se figur 25. Det bedöms även här ha varit ett köksskåp placerat i hörnet, vilket det återfanns rester av innehållet från, exempelvis kastruller, krukor och livsmedelsförpackningar.



Figur 25. Bild på brandskador i lägenheten under startlägenheten. Brandspridning skedde snabbt ned hit genom det mellanrum vid ytterväggen som bildades vid explosionen.

I lägenheten bredvid hade brandspridning skett på samma sätt fast i sidled, alternativt vertikalt från vinden. Glappet mellan yttervägg och bärande väggar sträckte sig över hela trapphuset och över den intilliggande lägenhetens köksvägg. Varm brandrök har kunnat tränga sig in på det sättet, likväl som brinnande material har kunnat falla ned från vindsutrymmet ned i lägenheten.

#### 4.3.2 Undersökning av intilliggande trapphus

I intilliggande trapphus, det vill säga adresserna Luntgatan 13A, 13C och 15A syns det tydliga tecken på att det skett rökspridning till dessa. Insatspersonal har återgett att det tidigt händelsen förlopp var rökfyllt på översta våningsplanen i dessa trapphus. Rökspridningen har skett från vindsutrymmet i samband med att trycket från varmbrandrök ökade under förloppet när byggnadens tak fortfarande var intakt.

#### 4.4 Undersökning av vinden

På en del av vinden mellan Luntgatan 13A och 13C är hela vindsutrymmet samt takkonstruktion uppbrunnen. Det har skett en intensiv brand i denna sektion, vilket bekräftas av insatspersonal och syns på bilder från insatsen. Nästintill allt brännbart material och konstruktion har brunnit upp inom detta område. Brandspridningen begränsades vid två stycken väggar i vardera sida om denna sektion. Dessa väggar var inte fullt fungerande brand- och rökavskiljande konstruktioner, de gick nämligen inte genom takkonstruktionen. motsvarande som en brandmur. Vid en av dessa väggar har branden därför spridits vidare genom



takkonstruktionen, se figur 26 och 27. Vid en annan vägg skedde brandspridning förbi väggen då dörren i väggen var öppen.



Figur 26. Bild på vinden och takkonstruktion. Bilden är tagen i västlig riktning.

Vid trapphuset med adress Luntgatan 13C och 15A har det skett rökspridning ned genom trapphuset. Lägenheter i dessa trapphus fick evakueras under insatsen.



Figur 27. Bild på vinden och takkonstruktion. Trapphusen konstruktion var dragen upp i en kubisk form upp på vinden. Rök trycktes ned i trapphusen med adress Luntgatan 13C och 15A.



## 5. Annat underlag

I detta kapitel redovisas annat underlag än platsundersökningen som är av relevans för utredningen

### 5.1 Resultat från undersökning av Polisens bombtekniker

Polisen har i samband med sin tekniska undersökning använt sakkunnig kollega från nationella bombskyddet i och med att det initialt misstänktes vara en sprängladdning som låg bakom skadorna i konstruktionen. I sin rapport till den tekniska undersökningen så är slutsatsen att skadorna på lägenheten och fastigheten i övrigt inte orsakats av explosivämnen, varken av detonerande (t.ex. dynamit) eller deflagrerande sprängämnen (t.ex. krut). Det finns inga tecken på det i skadebilden då det bland annat konstateras;

- *Det finns ingen detonationsgrop på golvet, eller på andra möbler / ställen har återfunnits.*
- *Ingen krosszon har återfunnits, varken på golv, möbler eller väggar.*
- *Det finns inget epicenter där tryckvåg och kraften normalt utgår ifrån.*
- *Ingen utstötning i taket i lägenheten rakt under den aktuella.*
- *Inga primärsplitter (splitter från själva bombkonstruktionen), eller sekundärsplitter, (delar av sådant som bara befunnit sig i bombens närhet och som kastats iväg av tryckvågen) eller skador av dessa har anträffats.*

I rapporten anges att skadebilden i lägenheten och fasaden däremot uppvisar karaktäristiska tecken som tyder på att gasexplosion kan ha ägt rum;

- *Skadorna på elsparkcykeln bedöms komma från en intensiv brand i batteripaket, se figur 28*
- *Lägenhetsdörren uppvisar inte några typiska skador som från en explosion, endast brandskador.*
- *Utkast från lägenheten begränsas till några meter in på innergården vilket tyder på att när väl lägenheten "öppnats upp" via fasaden och fönster som gått sönder så avtar trycket snabbt och delarna faller ner ganska omgående.*
- *Det finns inget epicenter som någon tryckvåg utgått ifrån utan det blir ett jämnt tryck över hela ytan, varför väggarna bågner och fastigheten knäcks i sina svagaste punkter. Ett betydligt långsammare förlopp jämfört med en explosion med explosivämnen.*



Figur 28. Närbild på elsparkcykeln där skador visar tydliga på intern värmeutveckling/termisk rusning och där battericellerna inuti "tryckts ut". Bilden är från Polisens tekniska undersökning.



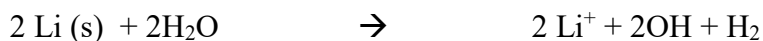


## 5.2 Litiumbatterier och brandrisker

Litiumjonbatterier är ett samlingsnamn<sup>1</sup> för en typ av uppladdningsbara batterier där litiumjontransport alstrar elektisk energi. Således finns olika batterikemier (olika elektrodmaterial och elektrolytsammansättningar) vilket ger olika egenskaper. Denna rapport redogör inte i detalj för olika batterisammansättningar kemikaliskt, men principen för ett litiumjonbatteri kan beskrivas enligt följande:

Vid uppladdning av battericellen 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>2</sup>. Det är litiumets reaktiva förmåga (att den lätt avger elektroner) som nyttjas i litiumjonbatterier. Exempelvis har litium en förmåga att regera 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):



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>3</sup>. Separatorm utgörs i regel av ett papper vilket hindrar kortslutning mellan polerna/elektroderna samtidigt som litiumjoner tillåts passera på kontrollerat sätt (som genom ett finmaskigt nät). I cylindriska battericeller är elektroderna och separator hoprullade och tillsammans med elektrolyten inneslutna i metallhöljet. Katod- och anodmaterialet appliceras på en elektriskt ledande folie, normalt grafit på koppar (anoden) och litiummetalloxid på aluminium (katoden).

<sup>1</sup> <https://batteriforeningen.se/litium-jon/>

<sup>2</sup> <https://www.sgu.se/mineralnaring/kritiska-ravaror/litium/>

<sup>3</sup> e-fordons Potentiella Riskfaktorer vid Trafikskadehändelse, SP Rapport 2013:58 ISBN 978-91-87461-44-6, sid 34-35



Ett batterisystem karakteriseras av spänning, elektrisk kapacitet, effekt och energitäthet. Det elektriska energiinnehållet är bara en bråkdel av den totala mängden energi som finns i batteriet. Den kemiska energi som är lagrad i cellernas material är grovt räknat cirka fem gånger högre än det elektriska innehållet och frigörs i samband med förbränning av batteriet.

Det är välkänt att även moderna litiumjonbatterier under vissa omständigheter kan orsaka brand och explosion. Detta genom att en så kallad termisk rusning uppstår i en eller flera battericeller. Termisk rusning är ett stadium då en battericell i ett litiumjonbatteri själv genererar stora mängder av värme, efter att cellen hettats upp av yttre eller inre värme. Battericellen har då blivit kemiskt instabil, vilket ger upphov till en accelererande temperaturökning som kan leda till brand i batteriet. När temperaturökningen nått en nivå då det kommer rök med hög hastighet eller lågor ur battericellen har det blivit en termisk rusning som inte går att stoppa. Vid något stadie under den termiska rusningen blir det en intern kortslutning i battericellen, vilken omvandlar den elektriska energin till värme. Hög temperatur sönderdelar elektrolyten i olika gaser och kan samtidigt frigöra syre från katodmaterialet.



Figur 29. Orsaker till termisk rusning i ett litiumjonbatteri.

Den termiska rusningen föregås av en temperaturuppbyggnad i cellen, antingen som en effekt av process inne i cellen eller som effekt av extern påverkan, se figur 29. Tröskeln för när litiumjonbatterier kan självgenerera värme som kan leda till en termisk rusning varierar mellan olika cellkemier, men kan för vissa celltyper ligga vid en celltemperatur i området 70-100° C eller högre<sup>4</sup>. Vid temperaturer på 80-150° C kan en så kallad gasning/ventilering uppstå, vilket är en inbyggd säkerhetsmekanism i batteriet som är till för att avlasta den tryckuppbyggnad som då sker inne i battericellen. Vid ventilering kan det, innan den termiska rusningen börjar,

<sup>4</sup> MSB. Vägledning - Räddningsinsats där litiumjonbatterier förekommer.



avges små mängder rök eller osynliga gaser. Det kan gå att bromsa det tidiga förloppet innan termisk rusning genom att kyla en battericell till under den kritiska temperaturen.

Energin som avges vid termisk rusning slår också sönder den jonledande vätskan, elektrolyten, till brandfarlig gas. Kombinationen av värme och brandfarlig gas är mycket farlig. Av den gas som bildas kan hela 30% – 50% vara vätgas. Dessutom kan syre frigöras som kan bidra till ett häftigt brandförlopp om den brandfarliga gasen antänds.

## 6. Analys av brandförlopp och bedömning av primärbrandområde och brandorsak

I följande kapitel beskriv analys av brandens orsak och dess förlopp.

### 6.1 Primärt brandområde

Hela lägenheten hade omfattande brandskador, men det är tydligt att hallen tillsammans med köket är de utrymmen som är värst drabbade. De lägsta brandskadorna i lägenheten var placerade på golvet i hallen på det område där den av elsparkcyklarna (elsparkcykel A) som bedöms ha skador från intern brandpåverkan har varit placerad, se figur 11 och 12. Under översta skiktet av golvet iaktogs djupa förkolningar. I området runt den andra elsparkcykeln i hallen finns inte sådana skador i golvet. Det finns heller inte liknande skador i golvet någon annanstans i lägenheten. Vid den nämnda elsparkcykeln syns dessutom kraftiga brandskador på väggen i ett V-liknande mönster.

Insatspersonal som genomförde livräddande insats via rökdykning möttes av att lägenhetsdörren var helt öppen, som de benämner det hade den ”tryckts ut”. De vittnade dessutom om att omfattningen av bränderna i köket var relativt begränsade. Det var långt ifrån övertänt, men det brann kraftigt på några platser, medan det i hallen pågick fullt utvecklade brand som släcktes ned.

Brandskadornas låga placering och utseende i hallen, tillsammans med uppgifter från både personerna som befann sig i lägenheten samt räddningstjänstens rökdykare ger väldigt starkt stöd för att det primära brandområdet är i hallen vid den elsparkcykel som var placerad innanför lägenhetsdörren.

### 6.2 Primär brandorsak

Vid det primära brandområdet fanns endast en ytterligare potentiell brandorsak i relation till de uppgifter och det underlag som finns, vilket var en laddare till elsparkcykeln. På den laddaren syntes inte några tecken på att förbränning startat inuti den och orsakat branden. Det finns inget annat i det primära brandområdet som på egen hand kan orsakat branden. I och med att den ena elsparkcykeln har sådana skador som karakteristiskt uppstår som en följd av en termisk rusning med intern ökning av tryck och temperatur, där battericeller har fläktats och slungats iväg, bedöms startföremålet kunna fastställas ha varit elsparkcykel A. Polisens tekniska



undersökning visar att det inte finns några spår alls efter sprängämnen, likväl som skadorna på byggnaden inte alls är sådana som uppkommer av en detonation till följd av användandet av sprängmedel. De sprayburkar som återfanns i brandresterna har heller inte skador som visar på att det orsakat eller bidragit till någon brandgasexplosion. De har inte fläkt upp till följd av snabb tryckstegring, utan innehållet har ”pyst ut”.

Någon form av fel i denna elsparkcykeln har orsakat en termisk rusning. Det kan exempelvis ha varit extern skada, fel i tillverkningen eller skada som uppstått under laddning. Den termiska rusningen orsakar utveckling av vätgas, koloxider och kolväten, vilka har spridits i hallen samt in i riktning in mot köket. Där de har blandats med syre från luften till en brännbar blandning som sedan antänts av varm yta från elsparkcykel (förblandad förbränning) vilket leder till en brandgasexplosion (deflagration). Brandgasexplosionen sker i en utbredning relaterat till geometrin i lägenheten, dess konstruktion samt hållfastheten i de olika konstruktionsdelarna. Det leder till att ytterdörren ”fläks upp” i och med att den är i eller nära området där antändning av gasblandningen sker och trycksvågrörelsen startar. Tryckökningen i köket medför också att ytterväggens infästning, som är en svag konstruktionsdel, lossnar och ytterväggen ”trycks ut”. Först när både lägenhetsdörren fläkts upp och ytterväggen tryckts ut har tryckökningen som skapats från brandgasexplosionen jämnats ut. Kvar finns då brandhårdar i hallen och köket.

Vid brandgasexplosionen så stänker elektrolytvätska ut från batteriet och sprids i lägenheten. Elektrolyten utgörs av brännbar vätska, vilken bidrar till ett snabbare brandförlopp efter explosionen. I närheten av elsparkcykeln finns brännbart material i form av bland annat kläder och inredning där brand sedan utvecklas och involverar övrigt material.

Det är svårt att bedöms hur långt detta förlopp tar, men relaterat till filmmaterial, erfarenheter från händelser och kunskap som finns avseende termisk rusning i batterier rör det sig om mellan några sekunder till några minuter.

### 6.3 Brandförlopp

När brandgasexplosionen sker leder det till ett snabbt brandförlopp. I hallen antänds brännbar inredning, möbler och kläder. Brandhårdar startar i köket och eventuellt också i vardagsrum A (rökdykarna kan inte redogöra till fullo för hur det såg ut i vardagsrum A vid livräddande insats). I köket finns en relativt hög brandbelastning (energi som kan frigöras vid förbränning per ytenhet) och brandhårdarna accelererar i omfattning. Dessa släcks/dämpas under livräddande insatsen, men när personerna i lägenheten hämtats från balkongen och har förts i säkerhet behövde rökdykarna omfördelas för andra livräddande åtgärder av personer i intilliggande lägenheter. Insatspersonal har redogjort att på grund av att brand- och rökavskiljande konstruktion mellan lägenheten och andra utrymmen (trapphus, intilliggande lägenheter och vind) hade förlorat sin funktion till stor del när ytterväggen trycktes ut, så skedde brand- och rökspridning snabbt. Samtidigt som insatspersonal evakuerade boende från det primärt drabbade trapphuset (adress Luntgatan 13B) så inkom information från annan insatspersonal



om att brandspridning skedde på vindsutrymmet och att rökspridning skett till andra trapphus, främst Luntgatan 13C och 15A.

Från det underlag som finns (bilder, film och uppgifter samt platsundersökning) kan det konstateras att brandspridning skett snabbt upp till vindsutrymmet från den branddrabbade lägenheten. Det har skett både genom den öppning mellan ytterväggen och vindsbjälklag som orsakades via brandgasexplosionen samt även via den lite annorlunda konstruktionen i bjälklaget ovanför balkongen. Där var inte betongbjälklaget draget ut över balkongens yta, utan utgjordes av träkonstruktion med öppen ventilation. Brandspridning till vinden skedde, enligt filmmaterial från privatpersoner, redan innan räddningstjänstens ankomst. Insatsledare (242–1080) kan bekräfta att vid hans ankomst 05:57 syntes det komma rök från vinden och takfoten. Det är ett snabbt förlopp och en snabb brandspridning relaterat till den information som är känd från tidpunkten för larm.

När brandspridning skett till vindsutrymmet antändes material som förvarades på vinden. Brandbelastningen var hög och branden blev snabbt intensiv och omfattande. Stor mängd värme och brandrök bildades. Initialt höll yttertaket konstruktion ihop och var tät, vilket medförde att den varma brandröken ansamlades i vindsutrymmet och snabbt ledde till en tryckökning. Brandröken trycktes över hela vindsutrymmet, särskilt i västlig riktning (mot Luntgatan 15B) där den största delen på vindsutrymmet återfinns. När trycket ökade inom vinden så började brandrök att spridas nedåt i de trapphusen Luntgatan 13C och 15A. Runt klockan 06.20 utförde insatspersonal evakueringsåtgärder för personal i ovan nämnda trapphus. De anger att det vid den tidpunkten var det rök i översta delen av trapphuset mot vindsutrymmet. Från larm till räddningstjänsten till dess att flera trapphus börjar rökfyllas har det alltså gått cirka 20–25 minuter.

Branden på vindsutrymmet tilltar sedan i omfattning och intensitet. Till slut brinner det igenom takkonstruktionen och trycket från brandgaserna lättar då. På vardera sidan från branden på vinden arbetade insatspersonal med begränsande åtgärder för att stoppa brandspridning i horisontellt led. Rökspridningen till trapphusen avtog i samband med detta. Efter cirka en timme avtog branden i intensitet när en stor del av bränslet på vinden hade brunnit upp. Klockan 08.44 lämnas en lägesrapport av räddningsledaren till räddningscentralen där situationen avseende vinden anges vara lugnare och bestå av vit rök. De begränsningslinjer som hade satts upp höll alltså och efter hand avtog risken för brandspridning längs vinden, brandförloppet avstannade som en effekt av vidtagna insatsåtgärder.

Samtidigt hade bränderna i lägenheterna hanterats. I startlägenheten kunde ingen släckinsats genomföras, brandförloppet var för intensivt där. Nästintill allt brännbart material i lägenheten brann upp. I de intilliggande lägenheterna dit brandspridning hade skett, det vill säga lägenheten under startlägenheten samt den mittemot i samma trapphus, släcktes de bränder som uppstod där. Brandförloppet begränsades även här genom släckinsatser.



Sammantaget kan brandförloppet beskrivas som väldigt snabbt och intensivt vid räddningstjänstens ankomst, där det på grund av skadorna i konstruktionen från brandgasexplosion i elsparkcykel, ledde till brand- och rökspridning till intilliggande lägenheter, trapphus samt vindsutrymmet.

#### 6.4 Brandgasexplosion

För att validera hypotesen avseende ett scenario där brandgasexplosion i batteriet på elsparkcykeln orsakat händelsen, kan data för termisk rusning i litiumjonbatterier i kombination lägenhetens volym användas. Det vill säga att visa att mängden brännbar gas som genereras från den termiska rusningen uppnår en brännbar blandning i motsvarande volym för den aktuella lägenheten och att det vid antändning kan leda till en brandgasexplosion med de aktuella skadorna.

Kapacitet på batterier i elsparkcyklar varierar relativt mycket, det finns enklare med lägre batterikapacitet och lägre spänning till de med seriekopplade battericeller och högre spänning för elmotorer med högre effekt. Vid en enkel undersökning av elsparkcyklar som finns tillgängliga för försäljning på den svenska marknaden så varierar batterikapaciteten mellan cirka 5–15 Ah, vanligast verkar det vara med runt 10 Ah. Det motsvarar, beroende på spänningsstyrkan (vanligast 36V), mellan cirka 200 – 700 Wh.

Mängden gas som genereras vid termisk rusning beror på flera faktorer, inklusive cellkemi, batteridesign, säkerhetsfunktioner och laddningsnivån (SOC). Vid en termisk rusning kan gasgenereringen bero på olika processer, inklusive elektrolytdegradering och termisk nedbrytning av batterikomponenter. För att beräkna exakt mängd gas som utvecklas, behövs specifik information om batteriets cellkemi, design och säkerhetsfunktioner, men sådan detaljerad information om det specifika batteriet saknas och är heller inte avsikten med valideringen.

Det finns många metoder att experimentellt i laboratorium kvantifiera gas- och energiutvecklingen vid termisk rusning. Tester kan bland annat genomföras i förseglad tryckbehållare, genom syreförbrukningskalorimetri, i en Accelerating Rate Calorimetry (ARC) och i Fractional Thermal Runaway Calorimeter (FTRC). För tester som gjort av Collera et al (2022) så är det sammantagna resultatet av dessa försök vid fulladdat batteri respektive laddat till hälften en utveckling gas enligt nedan, där först mängden gas per Wh anges och sedan sammansättning i gaserna beroende på laddnivå;



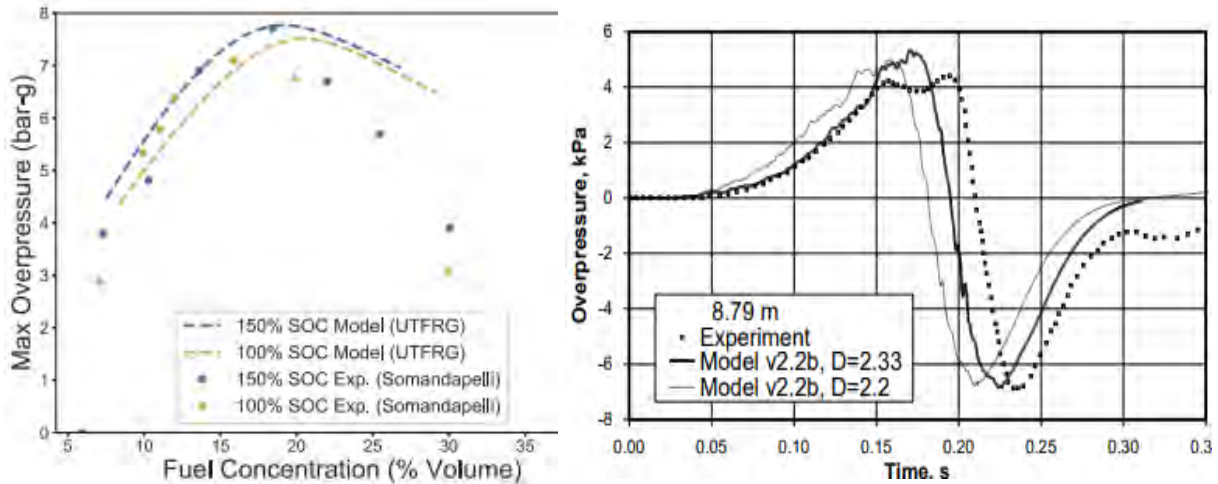
Laddnivå	Genererad mängd gas per Wh
50%	0.10 l/Wh
100%	0.33 l/Wh

Figur 30. Tabell som visar att vid högre laddnivå (SOC) så kan större mängd gas genereras vid en termisk rusning.

Gas	50% SOC (%vol)	100% SOC (%vol)
Koldioxid	32.3	30.0
Kolmonoxid	3.60	22.9
Vätgas	31.0	27.7
Kolväten (metan, propan etc.)	33.1	19.4

Figur 31. Tabell som visar andelen av olika gaser som utvecklas vid termisk rusning.

Som kan ses i tabellerna ovan så skiljer sig mängden gas som utvecklas om batteriet är fulladdat, likväl som sammansättningen också skiljer sig, framförallt mängden kolmonoxid. Kolmonoxid är dock inte relevant utifrån explosionsperspektivet. Exakt information för det aktuella batteriet vid tidpunkten för händelsen finns inte, likväl som data för ovanstående typer av tester är en sammanfattning av flera olika tester och kompositioner av batteristorlek, laddnivå etc. Men med ovanstående information kan det genomföras enkla beräkningar av den teoretiska möjligheten att batteriet i elsparkcykeln orsakade en gasutveckling som ledde till en explosion. För exempelvis ett batteri som är laddat till hälften (50% SOC) och har ungefär genomsnittet av den kapacitet som batterier i en elsparkcykel har (500 Wh), så utvecklas 15,5 l ren vätgas respektive 16,5 l kolväten. Det ger upphov till en brännbar blandning på cirka 400 liter brännbar gas av vardera vätgas-luft respektive kolväten-luft. Vid antändning av denna blandning, från exempelvis en varm yta på batteriet, ger det upphov till en snabb förbränning på flammen (laminära flamhastigheten är relativt hög) som kan orsaka en explosion. Hur explosionen ser ut beror bland annat på temperatur vid antändning, gasblandningens utbredning, var i brännbarhetsområdet gasblandningen är och geometri för ett utrymme. Vid ett scenario där mesta delen av den propagerade vätgasen trycks in i köket från elsparkcykeln, blandas med luft och sedan antänds, orsakar det en tryckuppbyggnad på minst 400 kPa (0,4 bar) i det slutna utrymme (som förutsetts inte har några större öppningar som kan tryckavlasta). Tryckuppbyggnaden är då beräknad på en expansion vid förbränning med hjälp av den ideella gaslagen och på enbart vätgas i kökets ungefärliga volym. Adderas de andra brännbara gaserna, kolväten och kolmonoxid, så ges större volym brännbar gasblandning. Ibland annat försök sammanställda av Baird et al (2020) och i Hydrogen Responder Trainer Programme vid Ulster University påvisas att tryckvägen kan bli betydligt högre än 200 kPa.



Figur 32 och 33. Diagram från försök som visar tryckupbyggnaden från brand i vätgasblandning vid termisk rusning i litiumjonbatterier.

I sammanställningen av försök och beräkningar påvisar de att övertrycket vid antändning av vätgas kan bli mellan 4–7,5 bar (4000 – 7500 kPa). Det övertryck som kan genereras vid en antändning av en förblandad gasmassa mellan vätgas och kolväten samt luft kan sedan relateras till den trycktålighet som olika konstruktioner har, se figur 34 nedan.

Konstruktion	Tryck (Pa)
Glasfönster	20–70
Rumsdörrar	20–30
Lättväggar (trästomme och träskiva)	20–50
10 cm tegelvägg	200–350

Figur 34. Tabell som redovisar olika materials tålighet mot tryck.

För en yttervägg bestående av tegel som inte är bärande, utan stående på sin egen tyngd och infäst i fasaden vid bärande hjärtväggar, räcker alltså det övertryck som kan skapas vid en antändning av brandfarliga gaser från ett litiumjonbatteri av storleksordningen för en elsparkcykel. När övertrycket bildades i köket så visade sig denna infästning vara den svagaste delen av konstruktionen. Ytterväggen var relativt svagt infäst (enligt konstruktör från WSP som deltog för bedömning av restaureringsarbete). Den är inte konstruerad för att tåla laster av det slaget som i det här fallet mitt på långsidan, undantaget är ytterkanterna av byggnaden där ytterväggen ska tåla vindlaster från turbulens som bildas runt hörnen. Fönster och dess fästningar i fasaden kan annars utgöra en svag del i konstruktionen och skadas först vid en tryckvåg (se tabellen ovan), men i detta fall har de hållit mot. Antändningen av de brännbara gaserna från elsparkcykeln bedöms ha lett till en deflagration (lägre än ljudets hastighet) och trycket bedöms ha varit jämnt fördelat i köket och mot ytterväggen

Som nämnts redovisar detta avsnitt endast principiella beräkningar och relationer till forskning för att validera att en termisk rusning i elsparkcykeln kan ha orsakat skadorna på främst





ytterväggen och lägenhetsdörren, de är inte exakta beräkningar eftersom så mycket data är okänd.

## 7 Konsekvensanalys

Det finns flera konsekvenser av händelsen som är relevanta att belysa, men fokus har valts att läggas på tre aspekter;

1. Brandrisker med batterier.
2. Utrymnings säkerheten relaterat till brandförloppet
3. Förutsättningarna som de två ovanstående konsekvenserna kombinerat skapar för räddningsinsatsen.

### 7.1 Risker med batterier

Det finns brandrisker förenat med batterier/laddbara produkter. Forskning visar att batterierna inte har blivit kvalitetsmässigt sämre, men i takt med att antalet batterier snabbt har ökat totalt sett i samhället, ökar också sannolikheten för att batterier orsakar bränder. Det inträffar ungefär 24 000 bostadsbränder i Sverige varje år, där räddningstjänst larmas till ungefär 6 000 av dessa. Under 2022 var det cirka 100 av bostadsbränderna som hade batteri, batteriladdare och datorer som värmekälla, efter vad räddningstjänsterna kunnat bedöma och ange i sina händelserapporter<sup>5</sup>. Det gäller alla typer och storlekar av batterier, inte bara laddningsbara litiumjonbatterier. Sannolikheten för bränder i batterier sett till det sammantaget stora antalet batterier är alltså relativt låg, men de kan ge allvarliga konsekvenser, ibland genom ett snabbt förlopp liknande det i denna händelse.

Konsekvenserna vid en brand i batteri är beroende av storleken på batteriet, var det är placerat i en byggnad/lägenhet, konstruktion och föremål i omgivningen samt hur brandskyddet i övrigt ser ut i byggnaden. Större batteri kan ge upphov till större mängd brännbara gaser vid en termisk rusning. För denna händelse hade exempelvis konsekvenserna inte blivit lika allvarliga om det rört sig om ett mindre batteri till exempelvis en dator eller mobiltelefon. I den aktuella händelsen så var batteriet av tillräcklig storlek att det generade sådan mängd gas att efterföljande antändning och förlopp ledde till att brandcellsgränser skadades. Brand- och rökspridning skedde snabbt inom lägenheten samt till intilliggande utrymmen i och med att den fördröjande effekten av brandcellsgränserna satts ur spel. Konsekvenserna är också beroende av var i byggnaden eller lägenheten som batteriet är placerat vid brandtillfället. Vid den här händelsen spelar placeringen av elsprakcykeln en stor roll, konsekvenserna hade inte blivit detsamma om batteriet varit placerat på annan plats än i hallen precis intill lägenhetsdörren som leder till den primära utrymningsvägen i trapphuset. Det snabba brandförloppet i hallen medförde att personerna i lägenheten inte kunde ta sig ut via den primära utrymningsvägen. De kunde heller inte ta sig till andra sidan av lägenheten där utrymning med höjdfordon kan ske, utan de "blev fast" på balkongen mot innergården där de utsattes för stor fara.

---

<sup>5</sup> [www.msb.se](https://www.msb.se). <https://www.msb.se/sv/rad-till-privatpersoner/brandsakerhet-i-hemmet/ladda-batterier/>



Av de händelser som statistiskt orsakats av batterier så är det långt ifrån alla av dessa som resulterar i sådana konsekvenser som det gjorde vid denna händelse. Men riskerna för fler allvarliga händelser ökar och det är viktigt att säkerheten för den ökade mängden batterier i bostäder eller i samma byggnad som bostäder hanteras. Det är av den anledningen som exempelvis Rise och andra aktörer gett ut rekommendationer om brandskydd och batterienergilagring, likväl som Boverket beaktar frågan om batterilagring i revideringar av bygglagstiftning. Det behöver ske åtgärder för ökad säkerhet avseende batterier för att säkerställa att konsekvenserna hålls på en rimlig nivå, dels genom lagstiftning, dels genom rådgivning, men även genom att räddningstjänsternas kunskap och förmåga till insats behöver anpassas. Det finns gällande lagstiftning avseende batterier och laddbara produkter, men den kommer att behöva revideras. Avseende råd för hantering av batterier/laddbara produkter relaterat till brandsäkerheten så finns det redan sådana från flera myndigheter och organisationer, bland annat MSB och elsäkerhetsverket. Utmaningen är att nå ut med rekommendationerna så att allmänheten och enskilda följer dem.

Sammantaget kan det konstateras att tre viktiga faktorer relaterat till batteriet i elsparkcykeln påverkade händelsens konsekvenser;

- Storleken på batteriet och därmed mängden brännbar gas som propagerades innebar att brandgasexplosionen blev kraftig.
- Placeringen av elsparkcykeln i hallen som förhindrade utrymning
- Brandgasexplosionen ledde till snabb brandspridning inom lägenhet och till intilliggande utrymmen (trapphus, vinden, lägenheten nedanför).

## 7.2 Utrymnings säkerheten relaterat till brandförloppet

Det syntes inga tecken efter någon brandvarnare i lägenheten vid brandplatsundersökningen och ingen av insatspersonalen har hört någon ljuda under insatsen. Att det troligtvis inte funnits en fungerande brandvarnare är en bidragande faktor till att personerna som vistades i lägenheten inte upptäckte branden förrän det brann i hela hallen (enligt deras beskrivning). Det medförde att de inte kunde utrymma varken den primära vägen genom trapphuset eller till andra sidan av lägenheten där utrymning med höjdfordon kan ske. De blev tvungna att först hålla dörren till sovrummet stängd och därefter ta sig ut på balkongen. I det snabba brandförloppet som följde så kan det konstateras att deras liv var i akut fara i och med att branden spred sig till köket och lågor slog ut från köksfönstren.

Det är svårt att bedöma effekten av en brandvarnare i det aktuella händelseförloppet eftersom det inte är kunnat klarläggas exakt hur snabbt förloppet varit. Som nämnts tidigare så kan förloppet med termisk rusning resultera i väldigt snabba brandförlopp där antändning sker inom sekunder från det att progagering av brännbar gas börjat ske. Men det kan också ta flera minuter innan först brännbar blandning uppnås och sedan antänds. Oavsett tidsfaktorn som inte kan klarläggas med noggrannhet i det aktuella fallet, är brandvarnare som alltid, en väldigt kostnadseffektiv åtgärd som räddar liv vid bränder.



En brandvarnare bidrar vid sådana tillfällen till att varna personerna tidigare om faran.

En annan faktor som påverkade utrymnings säkerheten i lägenheten är det faktum att det är lägenheter som har en så kallad genomgående planlösning, det vill säga att de har fönster på vardera sidan av byggnadens långsidor. Avsedd alternativ utrymningsväg från lägenheterna på översta våningsplanet är via fönster med hjälp av räddningstjänstens höjdfordon. Men de kan bara användas på ena sidan av byggnaden, inte på innergården där bärförmågan är lägre på grund av garage under marken. När inte trapphuset kan användas, behöver personer ta sig till fönster i andra sidan av lägenheten som vetter mot Vattengatan för att kunna bli evakuerade med höjdfordon. Branden startade i elsparkcykeln som stod i hallen, så den primära utrymningsvägen var omedelbart omöjlig att använda. En brandvarnare hade kunnat ge en tidigare varning så att personerna hade kunnat röra sig till vardagsrum B och på så sätt kunna utrymmas från höjdfordon via fönster mot Vattengatan. Det är dock högst osäkert om personerna i lägenheten hade kunskap om den alternativa utrymningsvägen. Det kan inte förutsättas att personer till fullo har sådan information om vilka delar nedanför deras byggnad som kan användas av räddningstjänstens höjdfordon, utan de uppfattade troligtvis att de skulle bli räddade från balkongen. Även om personerna fått information om var höjdfordon kan ställas upp, kan det vara svårt att beakta detta när de vaknade tidigt på morgonen av en panikartad situation. Det kan alltså konstateras att vid ett snabbt brandförlopp där primär utrymningsväg via trapphuset är satt ur spel så är personernas möjligheter att sätta sig i säkerhet väldigt begränsande och det föreligger tydlig risk för människors hälsa och liv.

Den snabba brand- och rökpåverkan gentemot trapphuset som primär utrymningsväg innefattade inte bara för startlägenheten. När brandgasexplosionen skedde så tryckte den ut lägenhetsdörren samt skapade ett stort glapp mellan lägenheten och trapphuset (samt till intilliggande lägenheter och vinden). Det medförde att trapphuset rökfylldes snabbt, vilket innebar att det tidigt var olämpligt och direkt farligt att använda det som utrymningsväg, även för boende i andra lägenheter i aktuellt trapphus. Det skedde samtidigt som framförallt rök, men även brand, kunde ta sig in i deras lägenheter snabbare än avsett när brandcellsgränser mellan lägenheter och trapphus hade skadats och förlorat delar av sin funktion. Personer längre ned i trapphuset var dock i säkerhet i sina lägenheter under en tid eftersom brandcellgränser här var intakta.

Det går också att begrunda över om en handbrandsläckare hade kunnat dämpa eller till och med förhindra brandförloppet. I sådana fall behöver branden upptäckas tidigt och en släcksinsats inledas innan brandspridning har skett i större omfattning och det blir mer akut fara för liv. Med



utgångspunkt av det som är känt vid denna händelse bedöms det ha varit svårt att genomföra en släckinsats med en handbrandsläckare. Men vid en brand i mindre batteri eller vid ett mindre snabbt förlopp så hade det varit av värde att dämpa/släcka branden med en handbrandsläckare för att kunna skapa bättre förutsättningar för utrymning samt reducera risken för brand- och rökpåverkan på andra delar av byggnaden.

### 7.3 Förutsättningar för räddningsinsats vid händelsen

Som belysts flera gånger skedde brand- och rökspridning snabbt från startlägenheten. Brandspridning till vindsutrymmet utgör i sig ingen brådskande fara för människoliv då ingen person förväntas vara på vinden under nattetid, likväl som det går att utrymma från vindsutrymmet via flera trapphus. Men i den aktuella händelsen var den snabba brandspridningen till vinden en av parametrarna i en händelsekedja som medförde att människor behövde utrymmas från lägenheter i flera trapphus när dessa började rökfyllas. Det medförde en omfattande livräddande insats i flera lägenheter och trapphus, att jämföra med ”standardbranden” i flerbostadshus där en lägenhet orsakar rökspridning till ett trapphus. Åtgärden initialt vid sådant scenario blir en insats mot lägenheten samt att säkerställa trapphusets funktion genom att göra det rökfritt. Med flera trapphus som rökfylls är åtgärderna mer komplexa och svåra att hantera simultant. Oavsett om en brand orsakats av en oavsiktlig brandgasexplosion eller av kriminell handling med sprängämnen, så behöver insatsens taktik och metodik ställas om och anpassas för en situation där fler personer i flera utrymmen är exponerade för brand och rök tidigt i händelseförloppet eftersom brandcellsgränser har förlorat hela eller delar av sin funktion.

Förutom att förutsättningarna ändras avseende snabb rök- och brandspridning på grund av potentiellt skadade brandcellsgränser, behöver även risken för ras beaktas och hanteras. Där har det, på grund av det ökade antalet sprängningar, skett en förbättring och ökad förmåga operativt att både bedöma riskerna med ras av konstruktion och att hantera dessa vid en räddningsinsats. Det är svåra avvägningar och bedömningar som behöver ske under en tidspress, men vid händelser med explosioner behöver det finnas en förberedelse på att det vara så att snabba livräddande åtgärder behöver vägas mot risken för ras som drabbar egen personal.

## 8 Sammanfattning

Med utgångspunkt i platsundersökningen, uppgifter och information från insatspersonal och underlag i övrigt bedöms branden ha startat i köket i hallen till följd av termisk rusning i en elsparkcykel. Det finns inget som tyder på att branden är anlagd och det förekom inte några spår efter sprängämnen. De sprayburkar som återfanns i brandresterna har heller inte skador som visar på att de orsakat eller bidragit till någon brandgasexplosion. De har inte fläkts upp till följd av snabb tryckstegring, utan innehållet har ”pyst ut”. Orsaken till varför det börjar ske termisk rusning i elsparkcykeln har inte kunnat fastställas i detta fall.

Propagering och antändning av brännbar gas leder till en brandgasexplosion i lägenheten och ett snabbt brandförlopp. Tryckvågen från brandgasexplosionen skadar lägenhetsdörren samt



ytterväggen mot innergården (i köket) så att brandcellsgräns förlorar sin brand- och rökavskiljande förmåga. Dett medför att brand- och rökspridning sker snabbt till vinden, trapphuset samt intilliggande lägenheter. Personerna i lägenheten upptäckte branden enligt egen redogörelse när hela hallen brinner. De kan då inte ta sig ut genom den primära utrymningsvägen i trapphuset, inte heller till andra sidan av lägenheten. De stänger dörren till sovrummet och flyr ut på balkongen där de utsätts för stor fara när lågor börjar slå ut från köksfönstret.

Konsekvensanalys av orsak- och brandförloppet har resulterat i tre viktiga aspekter;

1. *Brandrisker med batterier.*

Avseende brandrisker med batterier så konstateras tre faktorer påverkats händelsens konsekvenser;

- Storleken på batteriet och därmed mängden brännbar gas som propagerades innebar att brandgasexplosionen blev kraftig.
- Placeringen av elsparkcykeln i hallen förhindrade utrymning.
- Brandgasexplosionen ledde till snabb brandspridning inom lägenhet och till intilliggande utrymmen (trapphus, vinden, lägenheten nedanför).

2. *Utrymnings säkerheten relaterat till brandförloppet*

Det är mest troligt att det saknades fungerande brandvarnare, vilket alltid är en kostnadseffektiv åtgärd som räddar liv. När utrymning inte kan ske via ordinarie

3. *Förutsättningarna som de två ovanstående konsekvenserna kombinerat skapar för räddningsinsatsen.*

Brandcellsgränser skadades och den snabba brand-och rökspridningen både inom lägenheten och till intilliggande utrymmen (vinden, trapphuset och intilliggande lägenheter), medför att räddningsåtgärder för lägenhetsbrand inte kan användas på ett standardiserat sätt. Räddningsinsatsen måste ställas om och snabbt utformas till att livrädda många personer samtidigt i flera trapphus. Därtill ska risker med ras av byggnadskonstruktion adderas.



## 9 Åtgärder och förslag på åtgärder

Med utgångspunkt i analys av orsak- och händelseförlopp samt konsekvensanalys föreslås följande förslag på åtgärder;

- 1. Räddningstjänsten och andra aktörer bör informera allmänheten om hur batterier och laddbara produkter ska hanteras på ett säkert sätt ur brandperspektiv.**  
Det finns färdiga råd och rekommendationer hos bland annat MSB och Elsäkerhetsverket. Men Räddningstjänsten bör informera om dessa vid riktade kampanjer eller hembesök.
- 2. Det bör finnas rekommendationer och lagstiftning för hur stor batterikapacitet som får förvaras i en bostad, i vilka utrymmen samt på vilket sätt.**  
Sådana rekommendationer och lagstiftning kan relateras till principerna för exempelvis reglering avseende brandfarlig vara i bostad.
- 3. Fungerande brandvarnare ska finnas i varje bostad.**  
Fastighetsägare, organisationer och räddningstjänsten ska fortsätta att arbeta för att det ska finnas fungerande brandvarnare i samtliga bostäder.
- 4. Uppställningsplatser-/möjligheter för höjdfordon bör inventeras.**  
Uppställningsplatser för höjdfordon bör inventeras systematisk för att dessa ska kunna användas effektivt under en insats. Brister som upptäcks ska åtgärdas av fastighetsägare. Det bör skapas insatsstöd kopplade till respektive fastighet som hjälper insatspersonal med höjdfordon (samt beslutande befäl) vid en händelse.



## Underlag

Underlag som ligger till grund för bedömningar och slutsatser i denna rapport är följande;

- Räddningstjänstens insatsrapport G2023.105650
- SOS-rapport 14.6624118.2
- Intervju med [REDACTED], styrkeledare (station Kvillinge 1200).
- Intervju med rökdykare och rökdykledare station Centrum 1000.
- Intervju med [REDACTED], insatsledare och räddningsledare initialt
- Intervju med [REDACTED], regional insatsledare och räddningsledare mellan 05:52 – 14:22
- Intervju med [REDACTED], insatsledare och räddningsledare under söndag eftermiddag
- Brandplatsundersökning 2023-09-05
- Polisens tekniska protokoll i ärende 5000-K319751-23
- Bilder och film från Räddningstjänstens insatspersonal

## Källor

- Austin R. Baird, Erik J. Archibald, Kevin C. Marr, Ofodike A. Ezekoye. Explosion hazards from lithium-ion battery vent gas. *Journal of Power Sources* 446 (2020).
- MSB. Vägledning - Räddningsinsats där litiumjonbatterier förekommer. Publ nr: MSB2371 – juni 2024
- <https://www.msb.se/sv/rad-till-privatpersoner/brandsakerhet-i-hemmet/ladda-batterier/>
- <https://batteriforeningen.se/litium-jon/>
- <https://www.sgu.se/mineralnaring/kritiska-ravaror/litium/>
- e-fordons Potentiella Riskfaktorer vid Trafikskadehändelse, SP Rapport 2013:58 ISBN 978-91-87461-44-6

Räddningstjänsten Östra Götaland

Samuel Dahlström  
Brandingenjör