



CHALMERS



Brandsäkerhet i framtidens miljöer:

Batteriskåp som skydd mot batteribränder

Examensarbete inom högskoleingenjörprogrammet Ekonomi och
Produktionsteknik

Sebastian Brunzell

Jihad Radjab Adel

INSTITUTIONEN FÖR TENIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SUPPLY AND OPERATIONS MANAGEMENT

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2024
www.chalmers.se

Brandsäkerhet i framtidens miljöer:

Batteriskåp som skydd mot batteribränder

Sebastian Brunzell

Jihad Radjab Adel

Brandsäkerhet i framtidens miljöer:
Batteriskåp som skydd mot batteribränder

Sebastian Brunzell
Jihad Radjab Adel

© Sebastian Brunzell, 2024
© Jihad Radjab Adel, 2024

Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Sverige
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Omslag: Illustration av batteriskåp i en kontorsmiljö

Göteborg, Sverige 2024

Göteborg, Sverige 2024

Brandsäkerhet i framtidens miljöer:
Batteriskåp som skydd mot batteribränder

Sebastian Brunzell

Jihad Radjab Adel

Institutionen för Teknikens ekonomi och organisation
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Denna studie fokuserar på effektiviteten och säkerheten hos batteriskåp som en lösning på de ökande riskerna associerade med batteribränder. Studien behandlar främst litiumjonbatterier i mindre produkter såsom el-cyklar och verktyg. Mot bakgrund av den snabba tillväxten av marknaden för litiumjonbatterier, undersöker denna studie befintliga batteriskåp och identifierar kritiska brister i dagens batteriskåpslösningar. Genom en marknadsanalys och intervjuer med branscheexperter såsom brandingenjörer och riskhanterare, belyser arbetet hur externa faktorer som politiska, ekonomiska, miljömässiga, sociala och tekniska förändringar påverkar den framtida marknaden och produktutvecklingen. Slutligen syftar studien till att formulera rekommendationer för förbättringar av batteriskåp för att öka brandsäkerheten i samhället. Resultaten indikerar att behovet av säkerhetslösningar, såsom batteriskåp för att hantera batteribränder, är stort och växer snabbt. För att batteriskåp ska bli en lösning att räkna med krävs det dock att lösningarna är verifierade och har stor legitimitet hos branschintressenter.

Nyckelord: Litiumjonbatteri, batteriskåp, marknadsundersökning, brandsäkerhet

Gothenburg, Sweden 2024

Fire Safety in Future Environments:
Battery Cabinets as Protection Against Battery Fires

Sebastian Brunzell

Jihad Radjab Adel

Department of Technology Management and Economics
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

This study focuses on the effectiveness and safety of battery cabinets as a solution to the increasing risks associated with battery fires. The study primarily addresses lithium-ion batteries in smaller products such as e-bikes and tools. Given the rapid growth of the lithium-ion battery market, this study examines existing battery cabinets and identifies critical shortcomings in current battery cabinet solutions. Through market analysis and interviews with industry experts, such as fire safety engineers and risk managers, the study highlights how external factors like political, economic, environmental, social, and technological changes influence the future market and product development. Ultimately, the study aims to formulate recommendations for improving battery cabinets to enhance fire safety in society. The results indicate that the demand for safety solutions, such as battery cabinets to handle battery fires, is substantial and rapidly increasing. However, for battery cabinets to become a reliable solution, they need to be verified and gain significant legitimacy among industry stakeholders and fire services.

Key words: Lithium-ion battery, battery cabinet, market analysis, fire safety

Förord

Följande rapport är ett examensarbete vid Chalmers Tekniska Högskola inom programmet Ekonomi och Produktionsteknik. Arbetet genomfördes under våren 2024 och motsvarar 15 HP.

Vi vill inleda med att tacka vår handledare Sandra Brüel Grönberg på avdelningen Supply and Operations Management som funnits tillgänglig under hela arbetet. Din vägledning och ditt stöd genom hela processen har varit avgörande för genomförandet av denna rapport.

Vi vill även rikta ett stort tack till alla respondenter för att ni tagit er tid och bidragit till vår datainsamling. Utan er vore denna studie inte möjlig.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte och Frågeställningar	2
1.3 Avgränsningar	3
2. Studiens utgångspunkt	4
2.1 Nuvarande marknad	4
2.1.1 Analys av marknadsaktörer	5
2.2 Marknadspåverkande faktorer	5
2.2.1 PESTLE.....	5
3. Metod	6
3.1 Marknadsundersökningsprocessen	6
3.1.1 Forskningsplanering	6
3.1.2 Utforskande forskning.....	7
3.1.3 Huvudsaklig datainsamling	7
3.1.4 Dataanalys och tolkning	8
3.2 Etik.....	9
3.3 Källkritik	9
4. Marknadsanalys	10
4.1 Nuvarande marknad	10
4.1.1 Marknadsstatistik och trender	10
4.1.2 Marknadsaktörer.....	11
4.2 Marknadspåverkande faktorer	13
4.2.1 Politiska faktorer	13
4.2.2 Ekonomiska faktorer	14
4.2.5 Sociala faktorer	14
4.2.3 Tekniska faktorer.....	15
4.2.4 Juridiska faktorer.....	18
4.2.6 Miljöfaktorer	20
5. Slutsatser	22
6. Referenser	26

1. Inledning

I takt med den expanderande marknaden för litiumjonbatterier, har nya utmaningar och behov uppstått inom säkerhetsinfrastrukturen för batterihantering. Denna studie utforskar användningen av batteriskåp som en effektiv säkerhetslösning för att hantera ökande risker förknippade med batteribränder. Genom att analysera de batteriskåp som erbjuds hos olika aktörer på den befintliga marknaden, syftar denna studie till att identifiera brister i dessa lösningar. Studien omfattar också en granskning av hur marknadsdynamik och externa faktorer påverkar produktutvecklingen och erbjudanden. Målet är att formulera rekommendationer för att förbättra effektiviteten och säkerheten hos dessa skåp, samt att uppmuntra utvecklingen av mer robusta och tillförlitliga batteriskåp.

1.1 Bakgrund

Elektrifieringen av samhället har under senare tid lett till en kraftig ökning av användningen av batterier, särskilt litiumjonbatterier. Den globala marknadsstorleken för litiumjonbatterier estimeras till \$180.7 miljarder år 2030, med en årlig tillväxt på 17.65% över perioden 2023-2030 (Chauvin, 2023). Denna trend har på senare år väckt oro med tanke på de potentiella riskerna för omfattande skador vid eventuella bränder, samt de utmaningar som finns vid släckningsförsök. Litiumjonbatterier är kända för att vara svåra att släcka och skapar farliga gaser vid brand, vilket resulterar i en ökad risk för skador på människor och egendom (Bissmark, personlig kommunikation, 29 februari 2024). Frågan kring batteriers säkerhet och dess risker har flera gånger lyfts i media under det senaste året. I Malmö blev exempelvis en hyresgäst av med kontraktet på grund av att ett cykelbatteri börjat brinna när det laddades under natten (TT, 2023). En liknande incident inträffade även i Norrköping, men i detta fall handlade det om en brand troligen orsakad av ett överhettat elscooterbatteri (Aftonbladet, 2023).

Med den ökande elektrifieringen av samhället är det nu av yttersta vikt att implementera proaktiva och preventiva åtgärder för att minimera dessa risker. Flera företag har idag begränsat möjligheten till användning och laddning av batterier i kontorsmiljöer för att säkerställa arbetsplatsens säkerhet (Controller Försäkringsbolag 1, personlig kommunikation, 13 februari 2024; Bissmark, personlig kommunikation, 29 februari 2024). Denna åtgärd syftar till att förhindra potentiella incidenter och skapa en säkrare arbetsmiljö för anställda. Även skolor och andra myndighetslokaler har reagerat på denna utmaning genom att införa förbud mot laddning av batterier för scootrar och cyklar inom sina faciliteter som en åtgärd efter Kammarkollegiets nya riktlinjer (Kammarkollegiet, 2023). Dessa förbud är en direkt respons på de ökande riskerna och behovet av att minska potentiella faror för människor och egendom.

För att tackla dessa utmaningar och möjliggöra säkrare laddning av batterier har flertalet rekommendationer presenterats av företag och myndigheter. MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) råder exempelvis folk att ladda sina batterier på hårt underlag, hålla koll på batteriernas skick samt att använda CE-märkt laddare (MSB, 2023). Dessa rekommendationer bör följas för att göra laddning så säker som möjligt och minimera risken

för brand. För att möjliggöra säker förvaring samt ännu säkrare laddning för batterier har en ny typ av produkt, batteriskåp, börjat formas.

Ett batteriskåp är ett förvaringsskåp för batterier av olika slag. Det finns olika modeller i olika storlekar med olika specifikationer. Ett batteriskåp kan exempelvis vara brandskyddat för både invändig och utvändigt brand, samt ha integrerade släcklösningar och larm. De flesta batteriskåp har indragen el vilket möjliggör laddning av batteriet i skåpet, men det finns även varianter som endast är till för förvaring. Dagens batteriskåp är huvudsakligen lämpade för företag, myndigheter, fastighetsägare och kanske inte lämpliga att införskaffas av privatpersoner.



Figur 1, *Illustration av batteriskåp*

1.2 Syfte och Frågeställningar

Syftet med studien är att genom en marknadsundersökning titta på hur och om batteriskåp är lämpade som en säkerhetslösning mot batteribränder. Genom att granska batteriskåpen som marknadsförs på den svenska marknaden idag, i kombination med att undersöka marknadspåverkande faktorer, är syftet att se hur väl dagens batteriskåp möter marknadens behov och krav. Målet är att formulera konkreta rekommendationer för egenskaper och specifikationer för mer tillförlitliga batteriskåp som kan minska risken för bränder och öka säkerheten i miljöer där litiumjonbatterier används.

- Hur ser nuvarande marknad ut för batteriskåp som en lösning vid batteribränder?
- Vilka batteriskåp erbjuds på nuvarande marknad och vilka aktörer erbjuder dessa?
- Vilka brister finns hos dagens batteriskåp och hur bör en lösning se ut för att vara konkurrenskraftig?

1.3 Avgränsningar

Undersökningen kommer främst att fokusera på den svenska marknaden. Relevant forskning kopplat till ämnet från företag i andra europeiska länder kommer att inkluderas, men intervjupersoner kommer att vara begränsade till intressenter på den svenska marknaden. Undersökningen kommer att särskilt inriktas på batteriskåp som lämpar sig för förvaring av batterier till elcyklar, elscootrar, barnvagnar, mindre verktyg och liknande. Större batterier och energilagringlösningar kommer inte att behandlas.

2. Studiens utgångspunkt

Marknadsundersökningar är avgörande för företag och organisationer för att samla och analysera information om marknadstrender, kundbehov och andra relevanta faktorer. Det finns flera anledningar till att en marknadsundersökning bör göras innan lansering av en ny produkt eller tjänst. I boken *Principles and Practice of Marketing* menar författarna David Jobber och Fiona Ellis-Chadwick (2019) att en marknadsundersökning underlättar förståelsen för kundernas behov och preferenser, vilket i sin tur minimerar risken för en misslyckad investering av en ny produkt eller expansion till en ny marknad. En marknadsundersökning ger även ett bra underlag av nödvändig data vid kritiskt beslutsfattande samt vid identifiering av marknadstrender, vilket är viktigt för att kunna anpassa sig till förändrade marknadsförhållanden. Genom en väl gjord marknadsundersökning kan man enklare försäkra sig om att man uppfyller ett behov som finns på marknaden (Jobber & Ellis-Chadwick, 2019).

Marknadsundersökningen i denna studie utgår från två områden enligt Figur 2. En närmare beskrivning av områdena presenteras nedan.



Figur 2, Huvudområden i studiens utgångspunkt

2.1 Nuvarande marknad

David Aaker menar i boken *Strategic Market Management* (2001) att en mikroanalys delas upp i områdena konkurrenter, kunder, industri och marknad. Denna studie fokuserar på två av områdena - konkurrenter och marknad. Framöver kommer även konkurrenter att benämnas som marknadsaktörer, då vi inte uppfattar någon aktör som direkt konkurrent.

En analys av mikromiljön hjälper företag att förstå marknaden, inklusive konkurrenssituationen och tillväxtpotentialen, för att bedöma marknadens attraktivitet. Genom denna insikt kan företag identifiera möjligheter och hot, utveckla effektivare strategier för att skilja sig från konkurrenterna, och stärka sitt varumärkes position på marknaden (Johnson et al., 2011).

2.1.1 Analys av marknadsaktörer

Vid utförande av en aktörsanalys undersöks olika aspekter av aktörernas verksamhet (Aaker, 2001). Detta kan inkludera deras strategier, styrkor och svagheter, marknadsposition, produktportfölj, marknadsföringsaktiviteter, och kundrelationer. Syftet är att få en djupare förståelse för hur marknadsaktörerna opererar och hur det kan påverka den egna verksamheten (Aaker, 2001).

2.2 Marknadspåverkande faktorer

En makroanalys avser studie av de bredare, övergripande faktorerna i en marknad eller miljö som påverkar ett företag eller en organisation (Jobber & Ellis-Chadwick, 2019). Syftet med att utföra en makroanalys är att få förståelse för den miljö som finns på marknaden man vill ut på. För att minimera risker och för att maximera möjligheter är det viktigt att förstå sin omgivning och dess påverkande faktorer (Jobber & Ellis-Chadwick, 2019). En makroanalys kan utföras på flera olika sätt. En välkänd mall att följa är PESTLE, som presenteras nedan.

2.2.1 PESTLE

Nedan presenteras de olika faktorerna som ingår i en PESTLE-analys samt några exempel för respektive faktor.

- **Politiska** - regleringar, subventioner, mål och krav
- **Ekonomiska** - ekonomiskt klimat och försäkringspremie
- **Sociala** - trender, beteenden och medvetenhet
- **Teknologiska** - egenskaper, specifikationer och innovation
- **Lagstiftande/Juridiska** - riktlinjer, rekommendationer och regelverk
- **Ekologiska/Miljömässiga** - miljöpåverkan, säkerhet, mål och krav

En PESTLE-analys är ett effektivt verktyg för att företag ska få en omfattande överblick över externa faktorer som kan påverka deras verksamhet. Genom att analysera politiska, ekonomiska, sociala, teknologiska, lagstiftande och ekologiska faktorer hjälper PESTLE-analysen företag att identifiera möjligheter och hot. Detta är avgörande för att stödja ledningens beslutsprocesser (Jobber & Ellis-Chadwick, 2019). En PESTLE-analys är ett verktyg som är känt för sin enkelhet samt för att bedöma marknadstrender (Shtal et al., 2018).

Analysen är särskilt användbar när företag planerar att expandera till nya marknader eller lansera nya produkter, eftersom den ger värdefulla insikter i de relevanta externa miljöerna. Dessutom är en PESTLE-analys avgörande för att anpassa företagsstrategier i tider av stora ekonomiska eller politiska förändringar, vilket hjälper företag att navigera framgångsrikt genom dessa utmanande perioder (Jobber & Ellis-Chadwick, 2019).

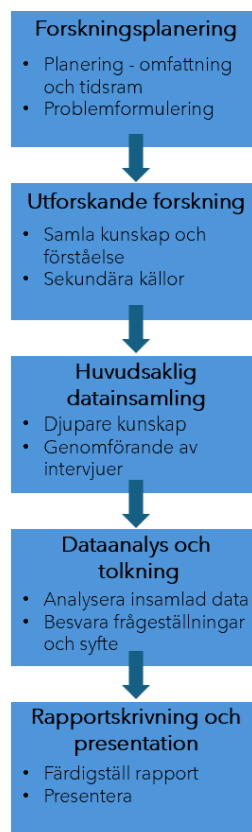
3. Metod

Denna studie kommer att använda en kvalitativ forskningsansats för att genomföra en marknadsundersökning. Forskningens huvudfokus är att förstå och tolka deltagarnas perspektiv och erfarenheter, snarare än att kvantifiera data i form av siffror. Detta eftersom en kvalitativ metod ger en djupare insikt samt ett mer nyanserat resultat (Szklański, 2002). Datainsamlingen sker främst genom direkt interaktion i form av intervjuer, men också genom att söka information från andra skriftliga källor.

Denna metod kommer att möjliggöra en djupgående förståelse för marknaden och dess aktörer, vilket kommer att ligga till grund för utvecklingen av en strategi för att ta fram konkurrenskraftiga produkter och bättre åtgärder mot batteribränder.

3.1 Marknadsundersökningsprocessen

Enligt Jobber och Ellis-Chadwick (2019) kan en marknadsundersökning delas upp i fem olika steg i linje med Figur 3 nedan. Arbetet kommer att följa dessa steg, vilka presenteras nedan:



Figur 3, Visualisering av marknadsundersökningsprocessen

3.1.1 Forskningsplanering

Detta steg är viktigt eftersom det kommer att ligga till grund för resten av arbetet. Det krävs planering inför datainsamling eftersom det är viktigt att veta vilken information som ska samlas in och analyseras senare i processen.

Ofta inleds detta steg med ett möte där syfte och forskningsfrågor diskuteras, men där även information angående bakgrund, omfattning och tidsram tas upp.

3.1.2 Utforskande forskning

Detta steg involverar den inledande utforskningen utifrån studiens syfte och forskningsfrågor man kommit överens om under steget ovan. I detta steg samlar man på sig kunskap och får en djupare förståelse för ämnet. Detta sker ofta genom information från sekundära källor såsom marknadsrapporter, statistik från myndigheter, nyhetsartiklar och vetenskapliga artiklar.

Genom granskning av företagsdokument och offentligt tillgängliga resurser kommer information om relevanta aktörers produkter och marknadsposition att samlas in.

3.1.3 Huvudsaklig datainsamling

I detta steg inleds datainsamling från främst förstahandskällor. Detta kan göras på olika sätt, exempelvis genom enkäter, intervjuer, observation eller panelundersökningar. Vid val av metod för datainsamling är det viktigt att den metod man väljer lämpar sig för studiens syfte. Det är även viktigt för att säkerställa att insamlad data är tillförlitlig och relevant, men också på grund av att olika metoder kräver olika mycket tid och resurser vilket är en begränsning som måste beaktas.

Denna marknadsundersökning kommer främst att baseras på intervjuer. Intervjuer med experter inom området, såsom brandingenjörer, forskare och räddningstjänst, kommer att genomföras för att få en bättre insikt kring deras perspektiv, samt vilka specifikationer en möjlig lösning bör besitta. Datainsamlingen genomförs enligt en utarbetad tidsram samt med hjälp av en intervjumall lämpad för respondentens befattning. Detta för att få värdefull information från intervjuerna. Information och data samlades även in genom en litteraturstudie, där relevanta artiklar inom problemområdet hittades, granskades och sammanställdes.

3.1.3.1 Typ av intervjuer

En intervju är en kvalitativ forskningsmetod där en, i detta fall, forskare ställer frågor till en eller flera deltagare för att samla in information genom muntliga svar och diskussion. Det finns olika intervjustrukturer anpassade för olika syften. Intervjuerna i denna studie kommer att följa den vanligaste av dessa strukturer, semistrukturerade intervjuer, där intervjufrågorna är relativt öppna och utgår från olika teman snarare än en fast, enkätliknande struktur (Knott et al., 2022). En semistrukturerad intervju möjliggör en djupare diskussion vilket ofta resulterar i att intervjuerna inte endast ger ett svar, utan också en bakomliggande orsak till svaret vilket i sin tur kan leda till värdefull information och nya insikter.

3.1.3.2 Genomförda intervjuer

Intervjuer utfördes med sex individer från sex olika företag och organisationer. Vid två tillfällen genomfördes två intervjuer med samma individ. Sammantaget genomfördes åtta intervjuer. För att erhålla en djupgående förståelse för det nuvarande marknadsläget valdes personer inom olika områden och branscher eftersom det resulterar i värdefull information från flera olika perspektiv. Genom att inkludera respondenternas skiftande perspektiv ökar precisionen i analysen av den aktuella marknaden. Respondenterna hittades ibland på egen hand efter sökning på nätet och blev kontaktade via tillgängliga kontaktuppgifter, men också via tips från andra respondenter.

Respondenterna kontaktades via mail, sms och telefon. Sex intervjuer hölls online via Microsoft Teams och varade mellan 30 och 60 minuter. Två intervjuer hölls över telefon eftersom det passade bättre för respondenterna. Eftersom intervjuerna var semistrukturerade bestämdes endast några få frågor och teman för att istället främja ett öppet samtal och diskussion. För att på ett smidigt sätt anteckna informationen under intervjuerna användes Microsoft Teams egna verktyg för transkribering. Under de intervjuer som hölls över telefon antecknades det istället manuellt på en dator under samtalets gång. I samtliga fall meddelades respondenterna i form av en fråga om tillåtelse innan transkribering och anteckning påbörjades.

Nedan presenteras en tabell med genomförda intervjuer:

Namn/Befattning	Företag/organisation	Huvudtema	Datum
Controller	Försäkringsbolag 1	Risker, trender och premiesättning	2024-02-13
Marcus Runefors	Lektor Lunds universitet	Risker, släck-och kylprocess	2024-02-29
Carl-Ian Bissmark	Enhetschef Räddningstjänsten Storgöteborg	Trender, hantering och släck-och kylprocess	2024-02-29
Riskhanterare	Försäkringsbolag 2	Batteriskåpens lämplighet och specifikationer	2024-04-09
Brandingenjör	Eget bolag med fokus på området brand-och batterisäkerhet	Specifikationer och släck-och kylprocess	2024-04-09
Produktutvecklare	Brandsäkerhetsbolag	Släck-och kylprocess och släckmedel	2024-04-26

Tabell 1, *Beskrivning av respondenter*

3.1.4 Dataanalys och tolkning

I detta steg tolkas och analyseras insamlad data för att kunna dra slutsatser och ge svar på frågeställningar och uppnå studiens syfte. Utifrån insamlad data kan trender och mönster identifieras, vilket kan möjliggöra att kundbehov och säkerhetskrav som inte uppfyllts kan identifieras. Utförs detta steg korrekt resulterar det ofta i en djupare inblick i marknaden samt en grund att basera beslut på.

Eftersom analysen av den nuvarande marknaden behandlar egenskaper och specifikationer hos marknadsaktörernas batteriskåp, genomfördes en komparativ analys. Syftet med denna analys var att komplettera mikroanalysen och identifiera luckor på marknaden som för närvarande inte fylls.

En komparativ analys innebär att man jämför olika objekt eller fenomen för att analysera de skillnader som finns mellan dem. Objekten ska vara tillräckligt lika för att en jämförelse ska vara meningsfull, men också ha tillräckligt många skillnader för att analysen ska vara värdefull

(Denk, 2002). I detta fall användes metoden för att jämföra marknadsaktörer och deras erbjudanden inom ett specifikt område.

3.2 Etik

Under de intervjuer som genomfördes informerades intervjupersonerna om intervjuens syfte, valfriheten i deras deltagande och att deras identiteter är anonyma i rapporten ifall detta önskas (Bryman, 2018). De fick svara ja eller nej på frågan om det är okej att en transkribering sätts igång, och det tydliggjordes även att arbetet utförs av Chalmers.

För att minimera risken för partiskhet och undvika bekräftelsebias har ett medvetet arbete utförts för att bibehålla ett neutralt perspektiv genom hela studien. Detta för att åstadkomma en så exakt återgivning av marknaden som möjligt. Studien innefattar intervjuer med ett brett urval av individer från olika företag och organisationer. Detta gäller både data från intervjuer och information som inhämtats genom litteraturstudier.

Marknadsaktörerna som granskats presenteras anonymt eftersom det inte tillför något till studiens syfte att offentliggöra dem. Detta beror på att det endast är respektive aktörs batteriskåp som undersökts.

3.3 Källkritik

Under detta arbete har källor främst valts utifrån deras vetenskapliga grund och trovärdighet. Google Scholar har använts för att identifiera akademiska artiklar, där en hög citeringsfrekvens har använts som en indikator på källans relevans och trovärdighet. Nyhetsartiklar och rapporter om specifika händelser har hämtats från diverse nyhetssidor, ofta relaterade till händelsens geografiska placering. Dessutom har officiella data och sammanställningar samlats in från EU och svenska myndigheter såsom MSB och Kammarkollegiet. Denna strategi säkerställer att informationen som använts är aktuell och korrekt, vilket stärker arbetets vetenskapliga förankring och tillförlitlighet.

Samtliga personer som deltagit i intervjuer har varit relevanta för studiens syfte. Om det inte framgick som självklart att personerna är relevanta redan innan första kontakt har de via mail fått en kortare beskrivning av studien och därefter fått välja om de känner att de kan bidra eller inte. Respondenterna representerar allt ifrån räddningstjänst, stora och välkända försäkringsbolag och universitet, till mindre bolag med nischad expertis inom just brand-och batterisäkerhet.

4. Marknadsanalys

Detta kapitel är uppdelat i två delar. Den första delen behandlar den nuvarande marknaden och aktuella aktörer. Den senare delen fokuserar på olika faktorer och hur de påverkar den nuvarande marknaden och dess framtid.

4.1 Nuvarande marknad

Kapitlet inleds med en mindre sammanställning av relevant statistik och trender som berör batterier och batteribränder. Därefter presenteras aktuella aktörer och deras utbud av batteriskåp. Fokus ligger på aktörer som marknadsför sig och verkar på den svenska marknaden.

4.1.1 Marknadsstatistik och trender

I MSBs rapport *Sammanställning av bränder i elfordon och eltransportmedel år 2018-2022*, kan vi se att det påträffades totalt 371 bränder eller tillbud relaterade till el-/hybridfordon och eltransportmedel i Sverige under perioden. I några av fallen har det inte framgått om batteriet varit involverat i branden eller inte. Detta beror på att man inte kunnat bekräfta att det var batteriet som låg bakom branden, trots att det kan ha varit det. Se tabell 2 nedan för specifik fördelning:

Fordon	Under färd	Laddning	Övrigt/okänd	Total
Lastbil	1	2	3	6
Buss	2	0	1	3
Personbil	17	18	46	81
Motorcykel	0	1	3	4
Moped	1	13	16	30
Cykel	5	33	43	81
Sparkcykel	5	41	40	86
Scooter/permobil	1	8	8	17
Hoverboard	1	51	11	63
Summa	33	167	171	371

Tabell 2, *Bränder i el-/hybridfordon och eltransportmedel 2018-2022* (Bergholm, 2023)

I rapporten framgår det även att bränder relaterade till batterier har ökat från 38 under 2018 till 106 under 2022, alltså en årlig genomsnittlig tillväxttakt på cirka 29%. I MSBs uppdaterade version av samma rapport framgår det att bränder relaterade till batterier ytterligare ökat från 2022 till 2023. De senare siffrorna visar att 119 nya bränder relaterade till batterier inträffade under 2023 (Bergholm, 2024).

Carl-Ian Bissmark, enhetschef på räddningstjänsten storgöteborg, berättar att räddningstjänsten ryckte ut på ungefär 25 larm relaterade till batteribränder i Göteborgsområdet under 2023 (Bissmark, personlig kommunikation, 29 februari 2024). Han hävdar även att denna siffra troligt kommer att öka under kommande år. Detta beror mycket på att användningen av mindre litiumjonbatterier ökat drastiskt under de senaste åren. Exempelvis så har antalet elsparkcyklar i Sverige ökat från 3500 år 2019 till över 10 000 år 2021 (Jonsson, 2021). Det är inte bara elsparkcyklar som bidrar till ökningen av batterier. I dag är de allra flesta mindre verktyg

batteridrivna, och var femte cykel som såldes i Sverige år 2022 var en elcykel (Stenberg, 2022).

2023 så uppdaterade Kammarkollegiet sina försäkringsvillkor. Detta ställer högre krav på hur kunderna förvarar, hanterar och laddar litiumjonbatterier för elcyklar, elsparkcyklar eller liknande transportmedel (Kammarkollegiet, 2023). Därav har flera myndighetslokaler som försäkras av Kammarkollegiet förbjudit laddning av litiumjonbatterier i sina lokaler (Högskolan i Borås, 2024).

4.1.2 Marknadsaktörer

Nedan presenteras tre bolag som säljer batteriskåp. Samtliga aktörer beskrivs anonymt och presenteras som Bolag X. Beskrivningen av respektive aktör baseras på information från deras hemsidor.

Bolag 1

(Bolagets hemsida, hämtad 2024-04-14)

Bolag 1 är ett företag som specialiserar sig på att tillhandahålla produkter och lösningar för kontors-, skol-, lager- och industribehov. De erbjuder ett brett utbud av produkter, som bland annat inkluderar kontorsmöbler, förvaringssystem, materialhanteringsutrustning och arbetsplatsutrustning.

En styrka är att företaget har ett stort utbud av produkter till kontors-, skol- och industrimiljöer. Den breda produktmixen gör att kunder kan hitta det mesta av vad som behövs på enbart Bolag 1 och därför fungerar de som en form av one-stop-shop för många skolor, företag och dylikt. Detta kan till och med göra det mer ekonomiskt och praktiskt för kunder att köpa allt från Bolag 1.

I nuläget erbjuder Bolag 1 två batteriskåp. Den enda skillnaden mellan skåpen är antalet hyllplan och deras dimensioner, i övrigt är specifikationerna desamma. Skåpen är utrustade med perforerade hyllplan och har även larmsensorer samt grenuttag för laddning. De är brandisolerade och har testats för yttre brand enligt SP-metod 2369 (mer information om detta kommer på s. 15). Varje skåp har en ventilationskanal, och det finns ventiler både i över- och underkant.

Bolag 2

(Bolagets hemsida, hämtad 2024-04-14)

Bolag 2 är specialiserat på lösningar för säker lagring och hantering av farliga ämnen och vätskor. De fokuserar också på arbetsplatssäkerhet. Företaget erbjuder en rad produkter och tjänster, inklusive säkerhets- och förvaringsskåp, behållarelösningar för kemikalier och system för att hantera utsläpp och läckor av farliga material. Deras produkter är oftast standardiserade

men kan skräddarsys åt större kunder. Batteriskåp är en av deras nyare produkter som introducerats bara under de senaste åren.

Utifrån vad som framgår på deras hemsida och deras produktsortiment verkar det som de väljer att fokusera på just lagring och förvaring av kemikalier och andra brand- och miljöfarliga vätskor. Deras kundhistorik, där till exempel Volkswagen och BMW Group återfinns, legitimerar deras styrkor.

Bolag 2 erbjuder ett stort antal batteriskåp. Dessa skåp är brandklassade och erbjuder 90 minuters skydd både för yttre och inre brand enligt de europeiska standarderna SS-EN 14470-1 och SS-EN 1363-1 (mer information om detta kommer på s. 16). Skåpen är utrustade med olika säkerhetsfunktioner som rökdetektorer och varningssystem.

Batteriskåpen finns i olika storlekar och konfigurationer, inklusive modeller med upp till sex hyllplan samt bredare modeller på 1200 mm. De är även förberedda med öppningar för tryckavlastning för att hantera tryckökningar i händelse av en brand. Dessa skåp är även utrustade med integrerade socklar som underlättar transport, och golvuppsamlingskärl för att hantera eventuella läckor från batterierna. De mer avancerade modellerna inkluderar även fjärrmoduler som kan skicka larm via mobilnätet, vilket erbjuder ytterligare övervaknings- och säkerhetsfunktioner.

Bolag 3

(Bolagets hemsida, hämtad 2024-04-14)

Bolag 3 är en av de ledande distributörerna inom installationsprodukter, verktyg och förnödenheter i Norden. Företaget erbjuder ett brett sortiment av produkter och lösningar till professionella användare inom områdena VVS, el, verktyg och maskiner samt bygg och anläggning. De erbjuder även personlig skyddsutrustning och andra tekniska produkter. Bolaget strävar efter att vara en one-stop-shop för sina kunder, vilket innebär att de erbjuder allt från teknisk rådgivning till logistiska lösningar. Till skillnad från Bolag 1 och 2 så är Bolag 3 mer av en återförsäljare av produkter medan Bolag 1 och 2 utvecklar en större del av sitt sortiment efter sina kunders behov.

Likt Bolag 1 har Bolag 3 nästintill två identiska modeller sett till både utseende och specifikationer. Skåpen är brandisolerade samt testade för att säkerställa skydd mot yttre brand enligt SP-metod 2369, vilket minimerar risken för brand och explosion. Bolag 3 har dessutom tagit in ytterligare ett batteriskåp som håller en något högre teknisk nivå jämfört med de andra aktörerna. En unik egenskap för just detta skåp är dess fjäderbelastade dörrar som vid explosion öppnar sig minimalt för att avleda trycket och sedan stängas automatiskt. Detta bidrar till att begränsa brandspridning och skydda omgivningen. Skåpet har dimensionerna 73x53x45 cm.

4.2 Marknadspåverkande faktorer

Nedan presenteras en PESTLE-analys för att ge förståelse för omvärldsfaktorer och dess påverkan på den nuvarande marknaden för batteriskåp.

Flera faktorer påverkan presenteras utifrån PESTLE-ramverket. Inledningsvis redogörs det för några politiska faktorer i form av olika mål, krav och regleringar. Därefter behandlas ekonomiska faktorer och dess påverkan. Här diskuteras hur försäkringsbolagen jobbar med risk och premiesättning. Vidare berörs tekniska faktorer där det bland annat presenteras vilka specifikationer ett batteriskåp bör ha och vilka tekniska svårigheter det finns. Efter de tekniska faktorerna behandlas några juridiska faktorer. Här diskuteras riktlinjer, rekommendationer och regelverk kombinerat med en del utlåtande från respondenter. Avslutningsvis presenteras några sociala och miljömässiga faktorer där trender, beteenden, säkerhet och miljöpåverkan utgör de centrala delarna.

4.2.1 Politiska faktorer

Sverige har som mål att bli fossilfritt år 2045 (Naturvårdsverket, 2019). För att uppnå dessa mål har det under de senaste årtiondena framförts en striktare miljöpolitik. Elfordon, och därmed användningen av batterier, har blivit allt vanligare. En stor anledning till detta är att många olika fordon som drivs av elmotorer, exempelvis elcyklar, har varit en subventionerad vara (Naturvårdsverket, 2019). I regeringens budgetproposition 2018 avsattes 350 miljoner kronor till att subventionera mindre elfordon såsom elcykel, elmoped m.m. Syftet med subventioneringen var att få fler personer att köpa och använda miljövänligare elfordon i stället för andra transportsätt, speciellt inom stadstrafik (Naturvårdsverket, 2019). Dessa typer av insatser bidrar såklart till att batterier förekommer allt oftare, både i privata och i offentliga miljöer. Eftersom elektrifieringen sker i hög fart och medvetenhet kring säkerhet inte alltid håller samma takt som utvecklingen finns det en möjlighet att liknande subventioner eller andra ekonomiska incitament även kommer påverka säkerhetsåtgärder inom området (Produktutvecklare Brandsäkerhetsbolag, personlig kommunikation, 26 april 2024).

Sverige och EU har flera krav på import från länder utanför EU. Några exempel är hur man ska deklarerar varorna, betala importmoms samt att varorna ska följa en viss standard. Dessa krav bidrar främst till att import av produkter och varor försvåras, men ser även till att europeisk standard ska gälla (Tullverket, 2023). Dock kan man konstatera att även med dessa regleringar så finns det mycket brister i den nuvarande globaliserade handeln. I rapporten *Privatimportens faror* (2020), av Sveriges Konsumenter, tas en undersökning av Elsäkerhetsverket upp där man testade tio olika importerade laddare och bedömde om de var lämpliga att använda i Sverige. Efter undersökningen fastställde man att alla tio laddare var direkt farliga att använda. Dessutom framgår det att det är problematiskt att hålla tillverkare och onlineförsäljningsplattformar ansvariga under det nuvarande systemet för produktsäkerhet och marknadskontroll. Trots medvetenheten om att en betydande del av svenska konsumenter regelbundet importerar varor på egen hand som kan vara farliga, är förståelsen för vad som händer med dessa produkter efter att de anlånt till Sverige otillräcklig. Det antyds att det sannolikt finns en betydande mängd oregistrerade fall av batterirelaterade olyckor och

incidenter som orsakats av produkter importerade på privat initiativ (Elsäkerhetsverket och Sveriges konsumenter, 2020).

4.2.2 Ekonomiska faktorer

Försäkringspremier är en faktor som påverkar framtiden för batteriskåp. Försäkringspremien är det belopp som betalas för att vara skyddad av en försäkring och baseras på den risk som en försäkringstagare medför (Hedvig, u.å.). Om ett batteriskåp kan resultera i en sänkt försäkringspremie är det ett starkt försäljningsargument. Under intervjun med Controllern på ett försäkringsbolag diskuterades premiesättning och hur försäkringsbolag hanterar risker (Controller Försäkringsbolag 1, personlig kommunikation, 13 februari 2024). Respondenten förklarade att om de identifierar en risk så beräknas dess allmänna omfattning, varefter kostnaden fördelas på alla som tecknar försäkringen för att sprida den ekonomiska risken. Angående ökningen av batteribränder uttryckte respondenten oro över att de blir allt vanligare. Trots att det för närvarande är relativt få litiumjonbränder per år, är det problematiskt då ökningen av dessa är stark och eftersom dessa typer av bränder resulterar i mer omfattande skador jämfört med en vanlig brand. Vidare diskuterades riskerna med litiumjonbatterier. Respondenten menar att samhället inte är tillräckligt förberett för omställningen ur ett säkerhetsperspektiv. Avslutningsvis menade hen att hos företagskunder brukar man göra en inventering (revision) för att kunna sätta rätt premie, och då kan man få sänkt premie om man arbetar med säkerhetsfrågor kring litiumjonbatterier. Respondenten tyckte att ett batteriskåp kan vara en bra åtgärd, men tryckte också på vikten av att man på en systematisk nivå arbetar med sitt brandskydd.

Ämnet premiesättning och risk diskuterades även med Riskhanteraren på det andra försäkringsbolaget (Riskhanterare Försäkringsbolag 2, personlig kommunikation, 9 april 2024). Respondenten menar även här att det viktiga när det kommer till lägre försäkringspremie är att man arbetar systematiskt med sitt interna brandskydd, och att fokus inte ska riktas för mycket åt att det nödvändigtvis är en specifik lösning som resulterar i en lägre premie. En lösning som respondenten tar upp som exempel på dålig lösning är ”laddpåsar” för litiumjonbatterier. Respondenten menar att en sådan lösning är meningslös och kan vara direkt farlig eftersom den inbringar en falsk trygghet.

4.2.5 Sociala faktorer

Utvecklingen av hälsa och säkerhet på företag i Sverige går snabbt, och det finns idag flera föreskrifter som behandlar dessa områden (Arbetsmiljöverket, u.å.). Dessa föreskrifter bör följas och för att göra detta krävs en ökad medvetenhet inom området bland företag i Sverige. En fortsatt säkerhetsutveckling, med fler framtida föreskrifter, kan innebära en ökad efterfrågan på säkerhetsrelaterade produkter.

Näst intill hela Sveriges befolkning är beroende av batterier i sin vardag. I dagsläget är ofta kännedomen om litiumjonbatterier och dess stora konsekvenser vid brand bristande. Man förlitar sig på att tillverkare och leverantörer garanterar säkra produkter. Eftersom man är beroende av batterier i dagens samhälle kommer troligtvis inte användningen av batterier att

minska. I takt med att batterier förekommer allt oftare är det en naturlig följd att fler bränder kommer att uppstå. Fler bränder och olyckor kan dock istället bidra till att man blir mer medveten om konsekvenserna en batteribrand kan orsaka. Detta kan komma att påverka allmänhetens förtroende gentemot leverantörer och tillverkare, och på så sätt driva efterfrågan mot säkrare förvaringslösningar.

I rapporten *Miljömedvetande hos Sveriges befolkning*, publicerad av Klimatpolitiska Rådet (2021), hävdar författarna att Sverige, i samband med den senaste mätningen, var det land i världen där flest personer (88 %) ansåg att miljön bör prioriteras före ekonomisk tillväxt (Hammar et al., 2021).

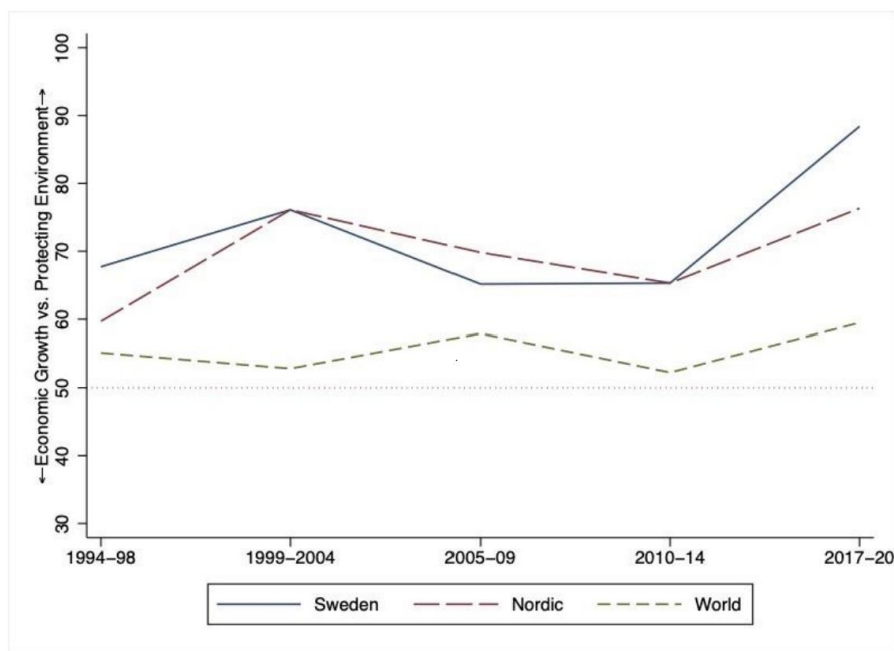


Diagram 1 *Andelen i världen som prioriterar miljön framför tillväxt över perioden 1994-2020* (Hammar et al., 2021).

I takt med en framväxande och ökande miljömedvetenhet faller det sig naturligt att folk väljer, och kommer att välja, miljövänligare och klimatsmartare alternativ i sin vardag. Eftersom batteridrivna fordon, verktyg, etc. betraktas som klimatsmarta alternativ jämfört med samma produkter drivna av andra energikällor, innebär det att en ökning av batterier i dagsläget är ett faktum.

4.2.3 Tekniska faktorer

Omsättningen för litiumjonbatterimarknaden bedöms komma att växa mångfaldigt från 2022 till 2030, baserat på tidigare källor. Man menar att det är en förutsättning för att minska koldioxidutsläppen. Även om många bedömer att det är en stor belastning på miljön att ta fram ett nytt litiumjonbatteri så anser konsult- och analytikerfirman McKinsey i sin rapport att det kanske var fallet för några år sedan, men inte idag (Fleischmann et al., 2023). I rapporten hävdas dessutom att utsläppen för ett litiumjonbatteri som produceras 2022 jämfört med ett som produceras 2030 kommer att minska med 90%. Det finns en rad olika anledningar till denna minskning. En av dem är att man kommer förändra hela försörjningskedjan, vilket påverkar hur

man bryter metallerna, hur de fraktas, hur de processas och hur de återvinns. I rapporten bedömer även McKinsey att marknaden för att återvinna litiumjonbatterier kan komma att omsätta 40 miljarder dollar per år 2040 (Fleischmann et al., 2023).

2019 släppte Bosch Power Tools ett pressmeddelande för att fira 50 år av batteriinnovation (Cision, 2019). I meddelandet framgår den ständiga ökningen av prestandan på verktygen, vilket anses vara ett resultat av ny batteriteknik. Litiumjonbatterier möjliggör stor kraft till verktygen och har därför sålts i miljontal. Niklas Bodén, produktchef på Atlas Copco, menar att det bara finns fördelar med batteriverktyg. Elverktyg har flera ergonomiska fördelar, till exempel att de vibrerar mindre. En teknikchef på Atlas Copco säger att det förut var ett stort och kostsamt steg att gå över till elektriska monteringsverktyg men att det idag är både billigt och enkelt (Atlas Copco, u.å.).

Under intervjun med Riskhanteraren på ett stort försäkringsbolag diskuterades olika tekniska specifikationer som ett optimalt batteriskåp bör ha (Riskhanterare Försäkringsbolag 2, personlig kommunikation, 9 april 2024). Personen var osäker på om just batteriskåp är lösningen på problemet med batteribränder jämfört med andra respondenter, vilket gav en ny värdefull synvinkel. Ett problem, enligt Riskhanteraren, är det stora trycket som bildas i skåpet vid brand i ett litiumjonbatteri eftersom det frigörs stora mängder gaser under ett sådant förlopp. Därför måste det finnas egenskaper hos skåpen som tar hänsyn till tryckökning och som kan förhindra att dörrarna sprängs upp. Dessutom diskuterades att gaserna även är giftiga vilket kan resultera i skada på människa och egendom. Det är därför väldigt viktigt att gasen ventileras på ett korrekt sätt eller att gaserna renas innan de når utrymmen utanför batteriskåpet.

Detta ämne diskuterades också med Carl-Ian Bissmark från räddningstjänsten (Bissmark, personlig kommunikation, 29 februari 2024). Bissmark menar att en bra lösning kan vara att ansluta skåpet till vattnet för att sedan kunna fylla skåpet med vatten vid en brand. En sprinkleranläggning kan också vara ett alternativ. Han understryker dock att problemet med att använda vatten är att man då också ansvarar för "släckvattnet". I litiumjonbatterier finns massa ämnen som kan förorena grundvattnet. Detta liknar Bissmark med problemet med PFAS (per- och polyfluorerade ämnen) i vissa brandskum som läcker ut i grundvattnet.

Även Marcus Runefors, brandingenjör och lektor vid Lunds universitet, tog upp tekniska svårigheter vid brand i ett litiumjonbatteri (Runefors, personlig kommunikation, 29 februari 2024). Runefors berättade att den stora utmaningen med batteribränder är att få vatten till cellerna, eftersom det är detta som krävs för att kyla dem. Att släcka flammor hjälper inte så mycket om det fortfarande pågår värmegenerering i cellerna då risken för propagering och ytterligare termisk rusning kvarstår.

Brandklasser och egenskaper

Flera av batteriskåpen som återfinns bland dagens aktörer har olika standarder och krav. Ett exempel är SP-metod 2369, vilket är en svensk testmetod som används för att utvärdera brandegenskaperna hos förvaringsskåp avsedda för brandfarliga varor, såsom gaser och vätskor (MSB, 2017). Metoden innebär att skåpen utsätts för brandprovning för att säkerställa att de kan skydda innehållet under en bestämd tid utan att överföringen av värme till skåpets inre överskrider säkra gränser. Detta test används för att bedöma skåpens förmåga att motstå yttre

brand och skydda skåpets innehåll, vilket är avgörande för säker förvaring av brandfarliga material i olika miljöer.

En annan återkommande standard är EN 1363-1. Detta är, enligt Svenska Institutet för Standarder, en standard som fastställer allmänna krav för att bestämma brandmotståndet hos olika byggkonstruktionselement när de utsätts för standardiserade brandexponeringsförhållanden (SIS, 2020). Denna brandklass avser skydd mot invändig brand. Denna standard är en del av en serie som inkluderar specifika provningsmetoder och riktlinjer för olika konstruktionselement och byggmaterial.

Standarden SS EN 14470-1 är en europeisk standard som specificerar prestandakrav för brandsäkerhetsförvaringsskåp avsedda för förvaring av brandfarliga vätskor, och är även den vanligt förekommande bland dagens batteriskåp. Denna standard beskriver hur skåpen ska konstrueras för att motstå yttre och inre brandförhållanden och säkerställa att innehållet inte bidrar till en brandrisk. Klassificeringen av brandsäkerhet för dessa skåp baseras på deras förmåga att hålla den inre temperaturen från att överskrida en viss gräns under en tidsperiod. Brandsäkerheten testas i standardiserade förhållanden och skåpen måste uppfylla strikta krav på material och konstruktion för att säkerställa att de effektivt skyddar innehållet från brand.

Släcklösningar för batteribränder

En av de stora frågorna när det kommer till tekniska specifikationer är om skåpet ska ha en integrerad släcklösning, och i så fall med vilket släckmedel? Det är svårt att släcka en brand i ett litiumjonbatteri. Detta beror till stor del på att det, till skillnad från en traditionell brand, frigörs syre under branden vilket gör det svårt att kväva den (Runefors, personlig kommunikation, 29 februari 2024). Detta ställer höga krav på släckmedlet. Några släckmedel som det ofta pratas om inom just batteribrandområdet är vattenbaserade, gasbaserade och pulverbaserade släckmedel (Cai, 2023).

Under intervjuerna med Carl-Ian Bissmark (Bissmark, personlig kommunikation, 29 februari 2024) och Marcus Runefors (Runefors, personlig kommunikation, 29 februari 2024) diskuterades släckmedel. De båda visade inget större intresse för något annat släckmedel än vatten, och menade på att det finns många personer och företag som agerar "lyckosökare" när det kommer till dessa frågor. De båda hävdar att vatten fungerar tillräckligt bra och att det är det mest lämpliga släckmedlet i dagsläget sett till pris och tillgång. De menar även att vatten är det släckmedlet som kyler battericellerna bäst. Värt att tillägga är att vatten presterar dåligt när det kommer till att dämpa och släcka flammor (Produktutvecklare Brandsäkerhetsbolag, personlig kommunikation, 26 april 2024). Kylning av batteriet och dämpning av flammor är alltså två viktiga delar vid en batteribrand, där vatten lämpar sig bättre vid det förstnämnda.

I avhandlingen *Suppression of Li-Ion Battery Fires* (Cai, 2023) presenteras en sammanställning över 85 relevanta källor och experiment med fokus på släcksystem och släckmedel mot bränder i litiumjonbatterier. Rapporten visar att vatten är det släckmedel som har bäst kyleffekt, vilket bekräftar det Bissmark och Runefors uttryckt ovan. En av rapportens slutsatser är också att HPWM (High Pressure Water Mist) med tillsatser var det mest effektiva släckmedlet/släcksystemet eftersom det dämpar lågor samt kyler ytor och gaser. Denna slutsats grundar sig dock i att systemet används i en BESS (Battery Energy Storage System) på hyll

(rack)-nivå. I rapporten framgår även att AVD (Aqueous Vermiculite Dispersion) och andra vattenbaserade släckmedel också hade en förmåga att kyla batteriets yta. Dessa lösningar bör dock kompletteras med ett vattenbaserat undertryckningssystem för att kyla batteriet på cellnivå.

I avhandlingen presenteras ett antal olika kommersialiserade släcksystem och en beskrivning av dessa. Notera dock att beskrivningarna kommer från tillverkarna.

Släcksystem	Metod	Beskrivning
AVD (Aqueous Vermiculite Dispersion)	Vattenbaserat	Använder en dispersion av vermikulit för att skapa en syrefri barriär, kyla ner och isolera bränslet från luften.
Aerosolsystem	Kemisk reaktion	Skapar en finfördelad aerosol som isolerar bränslet från syre och avbryter kemiska reaktionskedjor i branden.
CAFS (Compressed Air Foaming System)	Komprimerad luft och skum	Använder komprimerad luft för att skapa ett skum som kyls ner och isolerar bränslet samt blockerar syretillförseln.
HI-FOG (High Pressure Water Mist)	Vattendimma	Sprutar mikrofina vattendroppar som absorberar värme och minskar syrehalten, vilket effektivt sänker temperaturen och kväver elden.

Tabell 3, *Beskrivning av släcksystem* (Cai, 2023)

En annan slutsats som framkommer i rapporten är att ett skåp med ett känsligt rökdetekteringssystem och/eller ett termiskt hanteringssystem (Thermal Management System) bidrar till släcksystemets effektivitet. Detta eftersom en termisk rusning då kan upptäckas under ett tidigare skede.

4.2.4 Juridiska faktorer

Med den ökande användningen av batterier i vardagslivet har en mängd rekommendationer och riktlinjer utvecklats för att minska risken för brand och andra skador. Viktiga säkerhetsåtgärder inkluderar att aldrig ladda batteriet medan du sover, alltid hålla batteriet under uppsyn när det laddas, undvika laddning i extremt kalla eller varma temperaturer, förvara batteriet i ett

halvladdat tillstånd och att inte använda eller ladda skadade batterier. Dessa riktlinjer förekommer på MSBs hemsida men också på flera försäkringsbolags hemsidor (MSB, 2023). Trots dessa vägledande principer saknas idag ett enhetligt regelverk som stödjer myndigheter som exempelvis Boverket att införa förbud mot laddning av batterier inomhus (Bissmark, personlig kommunikation, 29 februari 2024). Denna brist innebär att det i hög grad är upp till individen att följa rekommendationerna för att minimera risker.

Nya lagar och föreskrifter för att säkerställa att företag och individer vidtar nödvändiga åtgärder för att minimera risken för batteribränder kan mycket väl förekomma inom en snar framtid. Carl-Ian Bissmark från räddningstjänsten menar följande - *“Jag tror att det kommer att bli förbjudet att ladda ett större litiumjonbatteri hemma. Jag tror inte det kommer från myndigheterna, men däremot så kommer det ifrån de som äger fastigheterna...”* (Bissmark, personlig kommunikation, 29 februari 2024). Han berättar även att han tror att förbud av laddning hemma kommer att behöva ersättas med något som möjliggör säker laddning, och menar sedan på att ett batteriskåp kan vara en *“... bra lösning”* (Bissmark, personlig kommunikation, 29 februari 2024). Bissmark hävdar även att han i ett samtal med Bostadsbolaget i Göteborg angående bränder i privata utrymmen, frågat om det finns något regelverk där man kan stödja att man inte får ladda sina batterier inomhus i sin lägenhet. Svaret på denna fråga var nej, varken Boverket eller MSB säger någonting om detta, enligt Bissmark. Det finns alltså inget regelverk ännu, utan det är den enskilda individen som bestämmer och tar ansvar för saken.

Bissmark fortsätter genom att berätta att han under samtal med ett stort svenskt försäkringsbolag fått frågan hur det gått till när ett stort batterilager, med ett försäkringsvärde på 80 miljoner kronor, börjat brinna och vad man kan göra åt det. Bissmark ska då ha svarat att räddningstjänsten i dagsläget inte kan göra så mycket mer än att se till så att det inte exploderar. Personen från försäkringsbolaget ska då ha svarat *“... vi har för låg premie.”*

Vidare berättar Bissmark att de tidigare försökt få försäkringsbolagen med sig i liknande frågor, exempelvis i frågan om att alla hem ska ha minst en brandvarnare. Denna fråga ska ha tagit 15 år att driva igenom.

Tack vare intervjun med Controllern på just ett försäkringsbolag framkom mycket information om vilka trender de själva ser inom försäkringsbranschen (Controller Försäkringsbolag 1, personlig kommunikation, 13 februari 2024). Respondenten menar att försäkringsbolaget ser en stor risk inom området med just litiumjonbatterier och dess eventuella följder vid brand. Controllern hävdar även att batteribränder tillsammans med bland annat naturkatastrofer och cybersäkerhet är ett område som blir mer och mer relevant och kan komma att bli stora kostnader för försäkringsbolag och samhälle. Vid fråga om försäkringsbolaget i fråga har en speciell tariff för just batteribränder svarade personen följande - *“Inte vad jag känner till. Men som sagt, det är en stor fråga och som vi ser en klart större risk för framåt och det jobbas ju både hos oss och inom branschen för att hitta säkrare sätt.”* (Controller Försäkringsbolag 1, personlig kommunikation, 13 februari 2024).

Detta ämne diskuterades även med Riskhanteraren på det andra försäkringsbolaget. Ny information som presenterades under denna intervju var att detta försäkringsbolag aktivt arbetar

med att utforma och uppdatera säkerhetsföreskrifter som rör brandskydd och batterisäkerhet inklusive fysiska skyddsåtgärder (Riskhanterare Försäkringsbolag 2, personlig kommunikation, 9 april 2024).

Ett nytt EU-förslag har presenterats och syftar till att stoppa all tillverkning och försäljning av produkter som innehåller PFAS. Förslaget är en del av ett omfattande arbete för att minska PFAS-utsläppen i miljön, vilka beräknas till 75 000 ton årligen i EU. De undersöker två alternativ: ett fullständigt förbud efter en övergångsperiod på 18 månader och ett där vissa användningar får tidsbegränsade undantag. Detta förslag kommer tvinga många branscher och industrier att helt lägga om sin produktion och även förändra många produkter (Kemikalieinspektionen, 2023). Detta lär ställa högre krav på släckmedel i batteriskåp (Produktutvecklare Brandsäkerhetsbolag, personlig kommunikation, 26 april 2024).

4.2.6 Miljöfaktorer

Världsnaturfonden menar att klimatförändringar kommer att leda till betydande konsekvenser för ekosystemen. Den största skillnaden idag är att människans aktiviteter, särskilt användningen av fossila bränslen såsom kol, olja, och gas, är den primära drivkraften bakom de nuvarande klimatförändringarna. Den samlade vetenskapen är tydlig med att mänskliga aktiviteter är huvudorsaken till de förändringar vi nu ser. För att ta itu med klimatutmaningen måste vi sänka användningen av fossila bränslen (Världsnaturfonden WWF, 2024).

De mänskliga utsläppen av fossila bränslen står för ungefär 80% av de totala globala koldioxidutsläppen. Detta inkluderar bland annat förbränning av kol, olja och naturgas (IEA, 2023). Elektrifiering spelar en avgörande roll för att minska koldioxidutsläppen och är avgörande för övergången till ett mer hållbart samhälle. Genom att minska användningen av fossila bränslen och istället elektrifiera processer inom transport och industri, kan koldioxidutsläppen minska avsevärt inom flera sektorer (RFF, 2022). Vid en sådan omställning är det avgörande att säkerhetsarbetet utvecklas i takt med förändringarna, vilket kräver att olika säkerhetslösningar är tillgängliga och anpassade för de nya behoven.

Vätefluorid (HF) är en särskilt farlig gas som uppstår vid brand i litiumjonbatterier på grund av dess förmåga att både fräta och förgifta. HF kan penetrera huden och reagera med kalcium i kroppen, vilket stör funktionen hos organ. Den kan orsaka omedelbar brännande känsla vid höga koncentrationer. Symptomen vid lägre koncentrationer kan vara fördröjda upp till 24 timmar, vilket gör det svårt att snabbt identifiera och behandla exponeringen (Sturedahl, 2019). Dessa farliga gaser kan också påverka hälsan genom andningsbesvär och irritation i ögon och slemhinnor (Stockholm Brandförsvar, 2024). Faktumet att det brinner kan givetvis också medföra risker för skada, både för person och egendom.

Risken för miljöföroreningar från batteribränder, såsom framgår av intervjuerna, pekar på behovet av miljööverväganden i hanteringen av batteriteknik. Detta inkluderar utvecklingen av miljövänligare batterier och släckmetoder som minimerar miljöpåverkan (Bissmark, personlig kommunikation, 29 februari 2024).

PFAS-ämnen är extremt beständiga i miljön och kända för sin långa livslängd, vilket överträffar de flesta andra syntetiska kemikalier. Denna beständighet leder till ökad exponering över tid för människor och andra arter, även om utsläppen till miljön skulle upphöra omedelbart. Dessa kemikalier tenderar att förorena grundvatten och dricksvatten, vilket medför utmaningar och höga kostnader för sanering. PFAS ackumuleras i levande organismer och kan orsaka toxiska effekter, inklusive reproduktionsstörningar och utvecklingsstörningar hos foster, och vissa är kopplade till cancer samt potentiella störningar i det mänskliga hormonsystemet. De kommer in i miljön genom olika direkta och indirekta källor som industriella användningar, konsumentprodukter som kosmetika och kläder samt material som kommer i kontakt med mat. Människors dagliga exponering för PFAS kan ske genom flera vägar, bland annat mat och vatten, vilket är en bidragande faktor till ett eventuellt beslut om lagstiftning i EU (Europeiska Kemikaliemyndigheten, 2024).

5. Slutsatser

- **Hur ser nuvarande marknad ut för batteriskåp som en lösning vid batteribränder?**

Intervjuer med branschexperter har konstaterat att brand i litiumjonbatterier är ett växande hot mot såväl människor som egendom. Den ökande användningen av produkter som drivs av litiumjonbatterier ser inte ut att avta. Trenden är fortsatt stark och man förutspår att användningen lär fortsätta dubbels mångfaldigt under de kommande åren.

Flera respondenter uttryckte oro över litiumjonbränder och ansåg att man behöver jobba med säkerhetsfrågor inom området på grund av de stora konsekvenserna som kommer med en litiumjonbrand. Både försäkringsbolag och räddningstjänst såg potential i batteriskåp och tyckte att det kunde vara bra att man köpte in det, dock mer som ett sätt att systematiskt jobba med dessa frågor.

Baserat på marknadsläget behövs riskminimerande åtgärder mot litiumjonbatterier i såväl hem, kontor och offentliga miljöer. Idag används batteriskåp på skolor, men också på företag. Det anses vara ett säkert sätt att ladda och förvara litiumjonbatterier. De flesta respondenterna hade koll på vad batteriskåp är för något och hade kommit över det i olika miljöer, men var skeptiska till säkerheten som följer med dem.

Det finns idag ett stort vakuum på marknaden. Företag och skolor har förbjudit laddning i sina faciliteter. Där råds man ladda i källare vilket ofta fungerar som en egen brandcell. Ett annat vanligt sätt att hantera riskerna är att hänvisa till de riktlinjer som exempelvis MSB har presenterat. Dessa riktlinjer säger bland annat att man bör ladda under uppsyn och i rätt temperatur. En respondent har efter ett möte med ett bostadsbolag fått det bekräftat att de ser oroligt på utvecklingen. De har inte utrymme att förbjuda laddning av batterier i folks hem idag, och troligtvis så behövs en lösning för att kunna förbjuda laddning i hemmet. Här kan laddning i källaren eller laddning i ett batteriskåp i källaren vara exempel på lösningar. När det kommer till vilket ansvar privatpersoner har i hemmet så bekräftades det att många inte ens tar säkerhetsansvar nog att använda och köpa en originalladdare till sina elektriska produkter. De allra flesta människor laddar också på natten, och har ofta dålig koll på batteriets skick. Laddpåsar för litiumjonbatterier för privatpersoner som vill ta ansvar är bra i den mån att privatpersoner jobbar med risker kring batterier, men själva produkten är enligt våra respondenter inte tillräcklig. Man går alltså emot MSBs och försäkringsbolagens riktlinjer på flera punkter. Detta tyder någonstans på att lösningen behöver införskaffas av arbetsgivare, bostadsbolag, fastighetsägare, etc.

I dagsläget har vi efter rådfrågning med flera experter kunnat konstatera att säkerhetsföreskrifter som att inte ladda på natten, att ladda under uppsyn och att inte ladda i hallen är bra råd, men om de verkligen följs finns det tveksamheter kring. Kanske räcker säkerhetsriktlinjerna eller också behövs en lösning som batteriskåp. Respondenter har tryckt på att om man tar fram en verifierad och testad lösning i form av ett batteriskåp så är marknaden mogen för att ta emot den. Men om lösningen är överifierad och det finns tveksamheter kring

den så finns det risk att den skapar en falsk trygghet och att man inte tar riskerna kring litiumjonbränder på allvar.

- **Vilka batteriskåp erbjuds på nuvarande marknad och vilka aktörer erbjuder dessa?**

Idag finns det flera aktörer på marknaden som erbjuder olika typer av batteriskåp. De aktörer vi tittat på har främst haft batteriskåp som är brandtestade för yttre brand enligt SP-metod 2369. De har dessutom ventilation i skåpen och även ventilationskanal. Detta kan vara bra för att ventilera bort värmen som skapas vid laddning av batterienheter. Vid brand kan dessutom gaser ventileras ut ur skåpet för att förhindra explosion av skåpet då det inte skapas lika mycket tryck som vid ett isolerat skåp utan ventilation. Man bör ta hänsyn till att gaserna ventileras ut till en säker plats så att de inte skadar människor och egendom.

Vår granskning av aktörerna visar att det finns ett batteriskåp med både invändigt och utvändigt brandskydd enligt standarden SS-EN 14470-1. Att ha både invändigt och utvändigt skydd mot brand är viktigt, men det medför också vissa utmaningar eftersom vissa skåp saknar detta skydd idag. Enligt våra intervjuer finns det en problematik kring hur lämplig standarden är för att hantera litiumjonbränder. Litiumjonbränder kan producera syre vilket gör det svårt att kväva branden. Dessutom skapar branden gaser som leder till ett högt tryck i skåpet. Detta kan få dörrarna att sprängas upp om det inte finns en explosionsventil. Därför behövs en lösning för att ventilera ut den farliga gasen och avleda trycket på ett säkert sätt.

Två av aktörerna vi tittat på är stora svenska företag med hög marknadsandel inom kontorsmaterial och utrustning. En av dessa utvecklar egna produkter medan den andra är mer av en återförsäljare. Båda dessa placerar sig högt på Googles annonsmarknad och är väletablerade på den svenska marknaden. Den ena aktören har två skåp på sin webbplats som de säljer och de är väldigt snarlika, men i olika storlek. De skyddar främst mot yttre brand enligt SP-metod 2369. De har dessutom ventilation i skåpen och även ventilationskanal. Den andra svenska aktören har liknande skåp, nästintill identiska, men erbjuder även flera andra lösningar. En lösning som bäst möter oroligheterna experter och försäkringsbolag har är ett skåp som har EN 1363-1-certifiering. Innan har man varit dålig på att belysa explosionsrisk men detta skåp hanterar den risken. Vid explosion avleds explosionstrycket genom att de fjäderbelastade dörrarna öppnas minimalt och avleder trycket för att sedan omedelbart stängas igen. Vårt att tillägga är att skåpet är relativt litet med dimensionerna 73 x 53 x 45 cm. Detta skapar frågetecken kring ifall skåpet verkligen kan hantera explosionsrisken om det finns flera stora batterier i skåpet.

- **Vilka brister finns hos dagens batteriskåp och hur bör en lösning se ut för att vara konkurrenskraftig?**

Ovan har vi beskrivit vilka olika brandklasser, standarder, metoder och specifikationer som återfinns i batteriskåpen bland dagens aktörer. Baserat på dessa skåp kan man konstatera att det inte finns en generisk lösning som alla följer när det kommer till batteriskåp. De flesta skåpen

fungerar bäst mot yttre brand, vilket är bra om det skulle börja brinna utanför skåpet och man inte vill att ett litiumjonbatteri också tar fyr. Skåpen saknar idag aktiva, verifierade släcklösningar. Många släckmedel, såväl gasbaserade som vattenbaserade, kan vara bra på att släcka, men faller sedan på sin kyleffekt. Om det skulle börja brinna hjälper skåpen i dagsläget mer till med att spara tid för att evakuera antingen människor eller skåpet från platsen, snarare än att släcka branden och säkra platsen.

Vår studie visar att vatten är det släckmedel som lämpar sig bäst för att kyla litiumjonbatterier, men för att släcka själva branden (dämpa lågorna) finns det mycket annat som fungerar bättre. Genom att batteriet kyls minskar risken för propagering och ytterligare termisk rusning. Ett inbyggt släcksystem som startar vid larm via någon form av detektor hade varit optimalt. Det krävs även att skåpet tar itu med risk för explosion om det saknas. Det krävs också gasventiler och tryckventiler för att ventileras ut gas och minska tryck. Det är viktigt att dessa gaser ventileras ut på ett säkert sätt och inte kommer i kontakt med människor eftersom gaserna är giftiga och kan orsaka personskada. Vid eventuell aktivering av släcksystem behöver restvattnet hanteras och samlas upp. Om restvatten läcker ut i grundvattnet kan det orsaka skada för både människor och miljö. Batteriskåpet bör även ha hjul för att underlätta förflyttning, speciellt vid brand. Skåpet kan med fördel även vara låsbart, antingen med ett lås eller med flera lås till respektive fack.

För att vara konkurrenskraftig inom området, bör ett effektivt system inte bara släcka flammor utan även effektivt kyla ned battericellerna. Det är viktigt att batteriskåpet ska kunna motstå både yttre och inre brand i minst 60 minuter, då detta blivit någon form av minimistandard baserat på dagens aktörers batteriskåp. Även om ett robust släcksystem kan möjliggöra längre motståndstid då brand släcks, är det avgörande att det även finns mekanismer för att kyla batteriet efter släckning för att hindra en återantändning. Dessutom är rökdetektorer och självstängande dörrar en viktig egenskap. Detta i kombination med dörrar som kan avleda tryckökning i skåpet för att motverka explosionsrisk. Dessa funktioner är kritiska för att effektivt hantera risker med litiumjonbatterier och bör integreras i alla moderna batterilagringssystem.

En av de mest betydande bristerna i dagens utbud av batteriskåp är avsaknaden av skåp som kombinerar alla nödvändiga specifikationer för optimal säkerhet. Trots att vissa modeller erbjuder omfattande skyddsåtgärder, saknar de flesta ett effektivt och verifierat släcksystem som hanterar riskerna med propagering och ytterligare termisk rusning. Detta är två kritiska aspekter vid hantering av litiumjonbatterier. För att verkligen bidra till säkerheten krävs ett system inuti skåpet som inte bara släcker en brand utan även aktivt kyler ned battericellerna efter släckning. Detta ställer höga krav på släcklösning eftersom det måste vara bevisat effektivt att släcka och kyla en litiumjonbrand. Här finns det många gas- och vattenbaserade lösningar som är väldigt bra på att släcka litiumjonbränder, men där kyleffekten på battericellerna är frånvarande. Dessutom är det viktigt att släcksystemet är miljövänligt och följer den framtida lagstiftningen, exempelvis de regleringar som EU kommer att införa gällande PFAS. Därav försvinner en del lösningar som i dagsläget innehåller PFAS som tillsats. Detta är viktigt om man vill att skåpet ska hålla en viss miljöstandard men också för att det ska vara en lösning som är långsiktig.

Vidare har intervjuer med branshexperter avslöjat att många av de nuvarande batteriskåpen ger en falsk trygghet. Detta är inte bara problematisk för individens och egendomens säkerhet, utan även ur en ekonomisk synvinkel. Dagens skåp leder sällan till lägre försäkringspremier på grund av brist på formell verifiering av deras säkerhetseffektivitet, vilket ytterligare understryker behovet av verifierade lösningar på marknaden. En overifierad lösning är inte ett bra systematiskt sätt att jobba med sitt interna brandskydd. En verifierad lösning är en förutsättning för att skåpen ska bli en sparsam ekonomisk affär, men också framför allt ett sätt att ge säkerhet till människor och egendom.

6. Referenser

Aaker, D. A. (2001). *Strategic market management*. (6:e uppl.). Wiley.

Aftonbladet. (2023). *Ingen misstänkt för explosionen*. Hämtad från <https://www.aftonbladet.se/nyheter/a/zE1z7K/ingen-misstankt-for-explosionen>

Arbetsmiljöverket. (u.å.). *Föreskrifter. Arbetsmiljöverket*. Hämtad från <https://www.av.se/arbetsmiljoarbete-och-inspektioner/publikationer/foreskrifter/>

Atlas Copco. (u.å.). *Varför är elektriska monteringsverktyg bättre än luftverktyg?* Hämtad från <https://www.atlascopco.com/sv-se/itba/expert-hub/articles/varfor-ar-elektriska-monteringsverktyg-battre-an-luftverktyg>

Bergholm, U. (2023). *Sammanställning av bränder i elfordon och eltransportmedel år 2018–2022* (Ärende.nr 2020-02136). Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Hämtad från <https://rib.msb.se/filer/pdf/29438.pdf>

Bergholm, U. (2024). *Sammanställning av bränder i elfordon och eltransportmedel år 2018–2023* (Ärende.nr 2020-02136). Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Hämtad från <https://rib.msb.se/filer/pdf/29438.pdf>

Bryman, A. (2018). *Samhällsvetenskapliga metoder*. Liber.

Cai, L. (2023). *Suppression of Li-ion battery fires* (Report No. 5690) [Master's thesis, Lund University]. Lund University Publications. ISRN: LUTVDG/TVBB—5690—SE.

Chauvin, M. (2023). *Lithium-Ion Batteries Market Size, Growth, Forecast Report*. ResearchGate. Hämtad från https://www.researchgate.net/publication/372549064_Lithium-Ion_Batteries_Market_Size_Growth_Forecast_Report

Cision. (2019). *Bosch Power Tools firar 50 år med batteriinnovation*. Hämtad från <https://news.cision.com/se/bosch-verktyg/r/bosch-power-tools-firar-50-ar-med-batteriinnovation,c2959035>

Denk, T. (2002). *Komparativ metod: förståelse genom jämförelse*. Lund: Studentlitteratur.

ECHA. (2024). *Perfluorerade alkylsubstanser (PFAS)*. Hämtad från <https://echa.europa.eu/sv/hot-topics/perfluoroalkyl-chemicals-pfas>

Ekonomifakta. (2024). *Arbetsmarknad*. Hämtad från <https://www.ekonomifakta.se/Fakta/Arbetsmarknad/>

European Commission. (2023). *New law on more sustainable, circular and safe batteries enters into force*. Hämtad från https://environment.ec.europa.eu/news/new-law-more-sustainable-circular-and-safe-batteries-enters-force-2023-08-17_en

Fleischmann, J., Hanicke, M., Horetsky, E., Ibrahim, D., Jautelat, S., Linder, M., ... & Van De Rijt, A. (2023). *Battery 2030: Resilient, sustainable, and circular*. McKinsey & Company.

Hämtad från <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/battery-2030-resilient-sustainable-and-circular>

Hammar, O., Brännlund, R., Lindh, T., & Puranen, B. (2021). *Miljömedvetande hos Sveriges befolkning*. Klimatpolitiska Rådet. Hämtad från <https://www.klimatpolitiskaradet.se/wp-content/uploads/2021/04/ollehammardanielbrancalionlindochbipuranenmiljomedvetandehossverigesbefolkning.pdf>

Hedvig. (n.d.). *Vad är en försäkringspremie?* Hämtad från <https://www.hedvig.com/se/ordlista/forsaekringspremie>

Högskolan i Borås. (2024). *Stopp för att ladda batterier till elcyklar i högskolans lokaler*. Hämtad från <https://www.hb.se/om-hogskolan/aktuellt/nyhetsarkiv/2024/januari/stopp-for-att-ladda-batterier-till-elcyklar-i-hogskolans-lokaler2/>

International Energy Agency. (2024). *CO2 emissions in 2023*. Hämtad från <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2023>

Jobber, D., & Ellis-Chadwick, F. (2019). *Principles and practice of marketing* (9:e uppl.). McGraw Hill.

Johnson, G., Scholes, K., & Whittington, R. (2011). *Exploring strategy: Text and case studies* (7th ed.). Pearson Education Limited.

Jonsson, M. (2021). *Reglera elsparkcyklar*. Hämtad från https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/motion/regleraelsparkcyklar_h9021299/

Kammarkollegiet. (2023). *Information om litiumjon-batterier*. Hämtad från <https://www.kammarkollegiet.se/vara-tjanster/forsakring-och-riskhantering/riskhanteringsstod/forebyggande-atgarder/forebyggande-atgarder-mot-brand/information-om-litiumjon-batterier>

Kemikalieinspektionen. (2023). *Nytt EU-förbud kan stoppa all tillverkning och försäljning av PFAS*. Hämtad från <https://www.kemi.se/arkiv/nyhetsarkiv/nyheter/2023-02-07-nytt-eu-forbud-kan-stoppa-all-tillverkning-och-forsaljning-av-pfas>

Knott, E., Rao, A. H., Summers, K., & Teeger, C. (2022). *Interviews in the social sciences. Nature Reviews Methods Primers*, 2(1). <https://doi.org/10.1038/s43586-022-00150-6>

MSB. (2023). *Ladda dina batterier säkert*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. Hämtad från <https://www.msb.se/sv/rad-till-privatpersoner/brandsakerhet-i-hemmet/ladda-batterier/>

MSB (2017). *Skåp för förvaring av brandfarlig vara*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. ISBN 978-91-7383-725-5. Hämtad från <https://rib.msb.se/filer/pdf/28230.pdf>

Naturvårdsverket. (2019). *En utvärdering med elfordonspremien som utgångspunkt*. Hämtad från <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/6800/978-91-620-6894-3.pdf>

Elsäkerhetsverket och Sveriges konsumenter. (2020). *Privatimportens faror: ett samarbetsprojekt mellan Sveriges konsumenter och Elsäkerhetsverket*. Hämtad från <https://www.sverigeskonsumenter.se/media/co2ltn/rapport-privatimport.pdf>

RFF - Resources for the Future. (2022). *Electrification 101*. Hämtad från <https://www.rff.org/publications/explainers/electrification-101/>

Shtal, T., M. Buriak, M., Amirbekuly, Y., S. Ukubassova, G., T. Kaskin, T., & G. Toiboldinova, Z. (2018). *Methods of analysis of the external environment of business activities*. Revista Espacios, 39(12), 22. Hämtad från <https://www.revistaespacios.com/a18v39n12/18391222.html>

Statistiska Centralbyrån. (2022). *BNP minskade under första kvartalet 2022*. Hämtad från <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/nationalrakenskaper/nationalrakenskaper/nationalrakenskaper-kvartals-och-arsberakningar/pong/statistiknyhet/nationalrakenskaper-1a-kvartalet-2022/>

Stenberg, J. (2022). *Ny branschstatistik: Försäljningen av elcyklar ökar. Cykelbranschen*. Hämtad från <https://news.cision.com/se/cykelbranschen/r/ny-branschstatistik-forsaljningen-av-elcyklar-okar,c3645390>

Storstockholms Brandförsvär. (2024). *Risker med litiumjonbatterier*. Hämtad från <https://www.storstockholm.brand.se/kunskapsartiklar/risker-med-litiumjonbatterier/>

Sturedahl, J. (2019). *Brand i Litium Li-ion Li-Pol batterier*. Hämtad från <https://raddsamf.se/app/uploads/2019/09/Litium-ion-batterier-atgarder-vid-brand.pdf>

Svenska institutet för standarder, SIS. (2020). *Provning av brandmotstånd - Del 1: Allmänna krav SS-EN 1363-1:2020*. Hämtad från https://www.sis.se/produkter/miljo-och-halsoskyddsakerhet/skydd-mot-brand/brandtalighet-for-byggnadsmaterial/ss-en-1363-12020/?_t_id=Np6N06DdTwSyIsKwL4czYw&_t_q=EN+1363-1&_t_hit.id=SIS_se_site_Features_Product_Catalogs_StandardProduct/CatalogContent_551f61e0-ed96-4456-b0dc-9bacf2c6071d_sv&_t_hit.pos=1&_t_tags=andquerymatch,language,siteid:326c3465-4f01-4d81-93c2-166392ce4789

Sveriges Radio. (2023). *Arbetsplatser förbjuder laddning av elcyklar – Malin: “Borde tillåtas.”* P4 Örebro | Sveriges Radio. Hämtad från <https://sverigesradio.se/artikel/arbetsplatser-forbjuder-laddning-av-elcyklar-malin-borde-tillas>

Szklarski, A. (2002). *Den kvalitativa metodens mångfald* (2002). Högskolan i Borås, Institutionen för pedagogik. ISSN 1404-0913. Hämtad från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:883681/FULLTEXT01.pdf>

TT. (2023). *Hyresgäst uppsagd efter batteribrand*. Svenska Dagbladet. Hämtad från <https://www.svd.se/a/jlpQ0z/hyresgast-uppsagd-efter-batteribrand>

Tullverket. (2023). *Importera varor*. Hämtad från <https://www.tullverket.se/foretag/internationellhandel/importeravaror.4.5dc519dc152b285988a129.html>

Världsnaturfonden WWF. (2024). *Klimatbarometern 2024*. Hämtad från <https://www.wwf.se/klimatbarometern/#vad-ar-klimatbarometern>

INSTITUTIONEN FÖR TEKNIKENS EKONOMI OCH ORGANISATION
AVDELNINGEN FÖR SUPPLY AND OPERATIONS MANAGEMENT
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2024
www.chalmers.se



CHALMERS