

Brand i e-fordon ombord på Ro-ro fartyg

Släckningsutrustning, metoder och risker

Fredrik Lönnqvist

Examensarbete för sjökaptens (YH)-examen

Utbildning i Sjöfart

Åbo 2022

EXAMENSARBETE

Författare: Fredrik Lönnqvist

Utbildning och ort: Sjöfart, Åbo

Inriktning: Sjökapten YH

Handledare: Ritva Lindell

Titel: Brand i e-fordon ombord på Ro-ro fartyg

Datum: 12.05.2022

Sidantal: 29

Bilagor: 0

Abstrakt

I mitt examensarbete har jag velat kartlägga hur de olika släckningsmetoderna för e-fordon ser ut ombord på de Ro-ro fartyg och färjor som trafikerar i Östersjön. Jag har inriktat mig mest på de e-fordon som använder sig av litium-jonbatterier och vilken släckningsutrustning som finns tillgänglig ombord för just en sådan brand.

En stor del av arbetet utfördes med hjälp av svar jag fått ifrån intervjuer med berörda personer inom rederibranschen och brandförsvaret som svarade på frågor angående olika släckningsmetoder och vilken typ av utrustning de använder både ombord på deras fartyg och vad som finns tillgängligt på marknaden idag. Även artiklar och tidigare gjorda studier från hela världen låg till grund för detta arbete.

Syftet var att ge en ökad förståelse för de risker som finns i och med en brand i ett e-fordon ombord där litium-jonbatteriet antänts och kartlägga hur släckningsmetoderna ser ut idag och hur de eventuellt måste förändras. Förhoppningsvis kommer detta arbete att få andra intresserade i ämnet så att man i framtiden, kan vidta förebyggande åtgärder i ett tidigt skede ifall en brand skulle uppstå istället för att behöva utsättas för de faror som en litium-jonbatteribrand skapar.

Språk: Svenska

Nyckelord: Släckningsutrustning, E-fordon, Ro-ro fartyg, Släckningsmetoder, Litium-jonbatteri

BACHELOR'S THESIS

Author: Fredrik Lönnqvist

Degree Programme: Degree programme in Maritime Studies, Turku

Specialisation: Master Mariner

Supervisor(s): Ritva Lindell

Title: Fire in electric vehicles onboard Ro-ro Vessels

Date 12.05.2022

Number of pages 29

Appendices 0

Abstract

In my thesis, I wanted to map out what the different extinguishing methods for electric vehicles looks like on board the Ro-ro ships and ferries that operates in the Baltic Sea. I focused mostly on the e-vehicles that use lithium-ion batteries and what extinguishing equipment is available on board for just such a fire.

A large part of the work was carried out with the help of answers I have received from interviews with relevant people in the shipping industry and the fire department who have answered questions regarding different extinguishing methods and what kind of equipment they use both on board their ships and what is available on the market today. Articles and previous studies from all over the world were also part of the basis for this work.

The aim was to provide an increased understanding of the risks associated with a fire in an electric vehicle on board where the lithium-ion battery has ignited and to map what the extinguishing methods looks like today and how they may need to be changed. Hopefully, this work will get other people interested in the subject so that in the future, preventive measures can be taken at an early stage in case of a fire instead of having to cope with the dangers of a lithium-ion battery fire.

Language: Swedish

Key words: Extinguishing equipment, E-vehicles, Ro-ro vessels, Extinguishing methods, Lithium-ion battery

Innehåll

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte och målsättning	2
1.2	Problemformulering	2
1.2.1	Frågeställning	3
1.3	Avgränsning.....	4
2	Metodval	4
2.1	En kvalitativ metod.....	4
2.2	Frågor till rederierna	4
2.3	Frågor till Brandkåren.....	5
3	Tidigare arbeten	6
3.1	DNV GL.....	6
3.2	BREND av Research Institutes of Sweden	7
3.3	LASH FIRE av RISE.....	8
3.4	FIRESAFE av RISE	9
4	Fordon som drivs av alternativa bränslen	9
4.1	Olika typer av eldrift	10
4.1.1	El-hybrid	10
4.1.2	Plug-in hybrid	10
4.1.3	Elbil	10
4.2	Typ av batterier i elbilar	10
4.2.1	Li-jon.....	11
4.2.2	NiMH.....	12
5	Undersökningar och intervjuer	12
5.1	Bakgrundsundersökning.....	12
5.2	Statistik.....	13
6	Analys.....	13
6.1	Analytisk epilog.....	13
6.2	Frågor och svar till rederierna	13
6.2.1	Hur ser de nuvarande metoderna ut ombord för att släcka en elbilsbrand hos er? 14	
6.2.2	Vilken släck- och skyddsutrustning finns tillgänglig ombord på era fartyg? 14	
6.2.3	Ser ni en ökad risk i att ta ombord el- och hybridbilar eftersom enligt några tillverkare kan det ta upp till 24 timmar att släcka om det skulle uppstå en brand? 15	
6.2.4	Tar ni ombord skadade el – och hybridbilar som varit med om en olycka av något slag?	15

6.2.5	Har ni eller finns det planer på ett särskilt bokningsystem för just el- och hybridbilar?	16
6.2.6	Tillåter ni att man laddar el- och hybridbilar ombord under resan?	16
6.3	Frågor och svar till brandkåren.....	16
6.3.1	Hur går brandkåren tillväga vid en el- och hybridbilsbrand?.....	17
6.3.2	Hur skiljer sig metoderna vid släckningen av en el- och hybridbil om man jämför med en normal bilbrand där bränslet har antänts?	17
6.3.3	Vilken släckningsmetod är den mest effektiva om man bortser från vilken utrustning man har att tillgå?	18
6.3.4	Ser ni någon ökad risk för de rederier som transporterar elbilar både med och utan passagerare? Kommer dessa rederier måsta förnya sin utrustning i framtiden för att mer effektivt kunna bekämpa en elbilsbrand på bildäck om sådan skulle uppstå?	18
6.4	Sammanfattning av svaren	18
7	Släckningsutrustning	20
7.1	Brandsläckare	20
7.1.1	Vattensläckare, A	20
7.1.2	Pulversläckare, ABC.....	20
7.1.3	Skumsläckare, AB	21
7.1.4	Kolsyresläckare, B	21
7.1.5	Litiumsläckare	21
7.2	Fasta släcksystem.....	21
7.3	Brandfilt	22
7.4	Förebyggande åtgärder för brand	23
7.5	Specialarrangemang för bränder i e-fordon	23
8	Kritisk granskning.....	24
9	Slutsats	24
	Slutord.....	26
	Källförteckning	26
	Bildförteckning	29

1 Inledning

Vad är en sjömans värsta mardröm ombord? Förutom det självklara att fartyget förliser är nog en brand en av de minst önskvärda situationerna man vill ha ombord, dels för att det finns en så liten yta för att kunna sätta sig i säkerhet på samt att besättningen själva, oberoende av rang, arbetsuppgift eller erfarenhet måste försöka göra allt i sin makt för att släcka en brand som uppkommit, oftast med begränsade resurser.

Här i Europa är kryssningsfärjor en vanlig syn och rederierna jobbar hårt med att försöka utbilda sin personal i både brandsläckning och livräddning, man uppgraderar utrustningen med jämna mellanrum och försöker hålla en hög standard på både säkerhet, övningar och utbildning ombord och det har lönat sig, en normal bilbrand ombord är oftast lättsläckt och hinner inte eskalera innan det fasta släckningssystemet sätter igång och får branden under kontroll. Detta fungerar jättebra om det handlar om ett vanligt fossildrivet fordon som börjat brinna, det enda man behöver göra är att ta bort en av de tre delarna i brandtriangeln som består av Syre, Bränsle, och Värme så slocknar elden så småningom, men vad gör man om fordonet i fråga inte drivs av varken bensin eller diesel utan ett Litium-jonbatteri (Li-jonbatteri)? Fungerar brandtriangeln där också? Svaret är både ja och nej, samtidigt som en brand i ett Li-jonbatteri kan släckas genom nedkylning med vatten så tar det betydligt längre tid att få branden under kontroll för batteriet fortsätter att avge en viss energi p.g.a. att Li-jonbatteriet är delvis självförsörjande när det kommer till alla tre delar i triangeln, katoden avger syre, elektrolyten är brännbar och värmen skapas av de kemiska reaktionerna i batteriet och sedan har vi något som kallas **termisk rusning**, det är en okontrollerad frigöring av energi vid överladdning och överhettning inuti Li-jonbatteriet som kan leda till en mycket svårsläckt brand. fast du släckt branden kan den lätt uppstå på nytt om du inte håller den under uppsikt så det krävs stora mängder vatten för nedkylning och detta kan bli ett problem på ett fartyg där man inte vill ha större vattenmassor på bildäck p.g.a. de stabilitetsproblem som då uppstår. (Franz Evergren et al. 2020) (Stefan Einer och Victor Engvall 2020)

Det är detta jag vill lyfta fram i mitt arbete, är vi förbereda för ett sådant scenario ombord? Finns det tillräckliga resurser ombord? Är alla i brandgrupperna medvetna om faran med en batteribrand?

En brand i ett e-fordon ombord på ett fullastat bildäck skulle vara mycket problematiskt, inte bara för att själva branden är svårsläckt men också för den kan avge mycket giftiga gaser i form av vätefluorid/HF och väteklorid/HCl (saltsyra) som är starkt frätande i koncentrerad

form. Sen har man själva släckningen som mer eller mindre endast utgörs av större mängder vatten som kyler ner batteripacken tills den termiska rusningen bromsas så pass att branden kan kontrolleras, och innan detta är klart så har man en stor mängd vatten på ett däck med öppen yta och det brukar resultera i en slagsida och risk för kapsejsning om inte vattnet leds bort och ut tillbaka till havet, och då får vi ett miljöproblem för det är inte så bra att vatten som blivit blandat med alla otrevligheter som finns på ett lastdäck som bränsle, olja och eventuella föroreningar från själva fordonsbranden kommer ut i havet.

Är det dock säkrare att färdas i ett fordon men en konventionell förbränningsmotor? Personligen tycker jag inte det men en brand i ett vanligt fossildrivet fordon hade varit betydligt enklare att släcka eftersom när du en gång blött ner det brinnande fordonet så är det med största sannolikhet släckt till skillnad från en Li-jonbatteripack som kan självantända närsomhelst igen om man läser studierna som gjorts och som jag bl.a. listat i innehållsförteckningen i slutet av detta arbete. (Lars Fast, 2021)

1.1 Syfte och målsättning

Jag vill i mitt arbete som tidigare nämnts i inledningen, lyfta fram frågan om brand i ett e-fordon, dvs. bl.a. el- och hybridbilar ombord på Ro-ro fartyg*. Jag vill också kartlägga hur släckningsmetoderna ser ut på fartygen runt om Östersjön och norra Europa samt vad för släckningsutrustning som finns tillgänglig för just sådana här bränder om sådan finns att tillgå.

Detta kan förhoppningsvis leda till att någon annan som också intresserar sig av ämnet kan ta del av detta arbete och se en möjlighet till att utveckla metoderna ombord om de finner att de nuvarande metoderna vid en elbilsbrand inte är effektiva och förbättra säkerheten ytterligare på passagerar- och Ro-ro fartygen i vår närtrafik.

*(Ett **Ro-ro fartyg** är en förkortning av engelskans "Roll on/Roll off" (rulla på/rulla av), fartygets last, som namnet antyder, rullar på och sedan rullar av igen via en ramp som sänks ner på kajen för en effektiv lastning och lossning. Passagerarfärjorna här uppe i Norden är av typen Ro-ro/Ro-pax där det tar både rullande last samt fotpassagerare)

1.2 Problemformulering

Jag har varit involverad i sjöfartsbranschen sedan år 2013 och under den tiden har elhybrider samt elbilars popularitet skjutit i höjden här i Norden av olika orsaker, främst p.g.a. klimatet och de höga priserna på fossila bränslen som fått personer att välja el (Amanda Vikman

2020). Debatten kring elbilens miljöpåverkan är dock tvådelad med en del personer som anser att tillverkningen av de Li-jonbatterierna som används av majoriteten i elbilar skadar miljön mera än en personbil med en konventionell förbränningsmotor och andra menar att förbränningsmotorer hör till det förgångna och elbilen är framtiden p.g.a. dess utsläppsfria motor. Detta kan säkert debatteras om och om igen men det är inte därför jag skriver om detta ämne, orsaken är att allt prat om miljön och klimatet verkar ha överskuggat den största frågan – säkerheten - hur säker är en batteripack i en elbil egentligen? Vad händer om en sådan börjar brinna? Vilka giftiga gaser kommer den att frigöra samt hur lätt är en stor batteripack att släcka?

Nu är varken el- eller hybridbilar på något sätt överrepresenterade i statistiken över bilbränder men frågan kvarstår ändå. Speciellt relevant är den för oss som jobbar inom sjöfarten och arbetar på diverse Ro-ro fartyg som transporterar bl.a. elbilar och ifall det skulle börja brinna i en bil ombord, vad gör vi då? Det är en fråga jag ställt ombord ett flertal gånger men aldrig riktigt fått ett ordentligt svar på. Jag vet av erfarenhet att utrymmena oftast är trånga och att släckningsutrustningen oftast är begränsad eller inte alls lika uppdaterad som den är i land hos brandförsvaren.

Problemet är att det inte finns några tydliga riktlinjer att följa gällande en elbilsbrand på ett fartyg, flera rederier och fartyg tar fram egna lösningar som de tror fungerar bäst och flera biltillverkare menar att mycket vatten och att isolera den brinnande bilen från andra är en lösning men detta fungerar ju inte ombord på ett fartyg fullastat med andra bilar, samt att större mängder vatten på ett stort bildäck kan skapa problem med stabiliteten på ett fartyg.

1.2.1 Frågeställning

Frågeställningen jag har är följande: Hur ser det ut ombord på Ro-ro fartygen i våra farvatten när det gäller släckningsutrustning och metoder för e-fordonsbränder ombord? Hur ställer sig rederierna till att det kan ta upp till 24 timmar för vissa elbilars batteri att kylas ner vid en brand, så pass så att bilen kan anses som släckt? (Tesla 2016) och hur skiljer sig en elbilsbrand mot en normal bilbrand? Detta är några av de frågor jag tänker behandla i detta arbete.

- Hur ser släckningsmetoderna ut för en brand i ett e-fordon på ett Ro-ro fartyg?
- Hur ska man egentligen gå tillväga vid en brand i ett e-fordon?
- Vad för slags släcknings- och skyddsutrustning används ombord?

1.3 Avgränsning

I detta arbete kommer jag endast behandla frågor gällande släckningsmetoder och olika tillvägagångssätt som rederierna använder sig av vid en elbilsbrand ombord på deras fartyg och hur dessa eventuellt skiljer sig ifrån varandra. Syftet är inte att på något sätt försöka få fram vilket som är det bästa tillvägagångssättet utan att endast kartlägga hur det ser ut ombord idag. För information har jag tagit hjälp av rapporter och artiklar om elbilsbränder runt om i världen, främst USA och Europa men som jag tidigare nämnt fokuserar jag dock främst på den färjetrafik som vi har här i Östersjön eftersom den känns mer relevant för mig personligen.

2 Metodval

2.1 En kvalitativ metod

I mitt arbete har jag använt mig av en kvalitativ metod genom att via vetenskapliga artiklar och intervjuer med personer kopplade till brandsäkerhet på land och inom sjöfartsbranschen få en bild av hur det ser ut ombord idag på Ro-ro fartygen i vår närtrafik och hur släckningsarbetet ser ut vid en elbilsbrand.

Jag delade upp frågorna så att rederierna fick en mer riktad fråga till dem angående deras tillvägagångssätt vid en e-fordonsbrand och brandsäkerhet ombord medans brandkåren på land fick mer allmänna frågor som hur man effektivast kan släcka en elbil och hur deras släckningsarbete ser ut för närvarande.

2.2 Frågor till rederierna

Jag bestämde mig för att skicka frågorna till de större rederierna som bedriver verksamhet runt Östersjön, tyvärr fick jag bara svar från några enstaka rederier men jag har försökt att sammanställa svaren så gott jag kunnat med den information jag har haft tillgänglig, jag har även intervjuat personer som arbetar på ett flertal rederier och deras hjälp har också bidragit till mitt arbete men jag låter alla som svarat vara anonyma.

Frågorna:

- 1. Hur ser de nuvarande metoderna ut ombord för att släcka en elbilsbrand hos er? (dvs. hur går ni tillväga om en elbil börjar brinna på bildäck?) Och om ni inte har en specifik plan för just elbilar så kan ni säga hur det går till när ni släcker en normal bilbrand ombord.*
- 2. Vilken släck- och skyddsutrustning finns tillgänglig ombord på era fartyg? (Och om det inte finns någon specifik utrustning för just elbilar, är detta någonting som ni kommer prioritera i framtiden när elbilar verkar bli allt vanligare?)*
- 3. Ser ni en ökad risk i att ta ombord el- och hybridbilar eftersom enligt några tillverkare kan det ta upp till 24 timmar att släcka om det skulle uppstå en brand?*
- 4. Tar ni ombord skadade el – och hybridbilar som varit med om en olycka av något slag? Om ni svarade nej på denna fråga så får ni gärna förklara varför, t.ex. ser ni en ökad risk för brand? Gäller detta alla fordon som är skadade, el eller inte?*
- 5. Har ni eller finns det planer på ett särskilt bokningssystem för just el- och hybridbilar? (T.ex. kryssa i en ruta när man bokar online ifall man kör en elbil?) Om ni svarade ja så får ni också gärna berätta varför, är det p.g.a. brandrisk eller finns det andra orsaker?*
- 6. Tillåter ni att man laddar el- och hybridbilar ombord under resan? (Om svaret är nej, varför?)*

2.3 Frågor till Brandkåren

Jag valde att skicka frågorna till några brandkårer i Sverige och Finland eftersom dessa är relevanta för den färjetrafik vi har mellan våra länder.

Frågorna:

- 1. Hur går brandkåren tillväga vid en el- och hybridbilsbrand? (Har ni några speciella metoder eller är det ungefär samma tillvägagångssätt som vid en normal bilbrand? Någon speciell utrustning?)*
- 2. Hur skiljer sig metoderna vid släckningen av en el- och hybridbil om man jämför med en normal bilbrand där bränslet har antänts?*

3. Vilken släckningsmetod är den mest effektiva om man bortser från vilken utrustning man har att tillgå.

4. Ser ni någon ökad risk för de rederier som transporterar elbilar både med och utan passagerare? Kommer dessa rederier måsta förnya sin utrustning i framtiden för att mer effektivt kunna bekämpa en elbilsbrand på bildäck?

3 Tidigare arbeten

Det finns för närvarande en del arbeten gällande bränder på Ro-ro fartyg med inriktning på just brand i el- och hybridbilar som använder sig av Li-jon batterier men även andra fordon som drivs av alternativa bränslen, s.k. APV (LNG, LPG, etanol och vätgas). Bl.a. **DNV GL** (Det Norske Veritas, Germanischer Lloyd), **Svensk Sjöfart**, **EMSA** (European Maritime Safety Agency/Europeiska sjösäkerhetsbyrån) och Firesafe I och II av **RISE** (Research Institutes of Sweden/Sveriges forskningsinstitut) har alla varit del i en eller flera studier gällande bränder på Ro-ro fartyg. Nedan listar jag några stycken med en sammanfattning över vad de handlar om samt vad man kom fram till i studien.

3.1 DNV GL

DNV GL publicerade år 2016 en andra rapport bestående av en undersökning om bränder ombord på Ro-ro fartyg (*Fires on Ro-Ro Decks*) som de ansåg vara nödvändig efter en rad incidenter efter deras första undersökning från 2005. Rapporten behandlade informationen från de senaste 35 incidenterna som analyserades och delades in i tre olika kategorier, Ro-pax, Ro-ro och fartyg specialiserade för biltransporter. Undersökningen som involverade ca 750 olika fartyg, alla över 4000 GT, sammanfattades av två punkter, den ena var att alla bränderna startades i själva lasten eller via strömkopplingarna från fartyget till kylaggregaten och den andra var att tack vare en snabb upptäckt av branden samt en effektiv släckningsinsats av besättningen och det fasta släckningssystemet kunde de få branden under kontroll relativt snabbt vilket resulterade i färre skador. Majoriteten av bränderna utgjordes av kortslutningar och defekta strömkopplingar till kylaggregat på containrar och semi-trailers medans två av 18 var klassade som bilbränder. Fyra av bränderna kunde man inte specificera vad som orsakat uppkomsten av branden.

Rapporten tog också upp de nya uppdateringarna om Ro-ro säkerhet i SOLAS (Safety of Life at Sea) som skulle komma år 2020. Dessa uppdateringar införde bl.a. nya krav för biltransportfartyg som transporterar fordon med alternativa bränslen (SOLAS Ch. II-2 Reg.20–1/IMO MSC.1/Circ.1471) och hur man ska förebygga stopp i dräneringen av vatten på bildäck (SOLAS Ch. II-2 Reg.20.6.1.5)

DNV-GL kom genom undersökningen fram till att en potentiell brandfara kunde minimeras genom att man bl.a. borde undvika att ladda e-fordon ombord samt att skydda el-kopplingar så att risken för en kortslutning kan minimeras, dessutom rekommenderade man att brandövningarna ombord borde hållas på en sådan realistisk nivå så att man kan effektivisera tiden för brandgrupperna. DNV-GL rekommenderade också att framtida nybyggen borde installera förbättrade brandövervakningssystem och fasta släckningssystem samt införskaffa bättre brandutrustning som kläder, släckningsutrustning och dylikt. (Hans Eivind Siewers och Anders Tosseviken 2016)

3.2 BREND av Research Institutes of Sweden

En över 70 sidor lång rapport, *Firefighting of Alternative Fuel Vehicles*, publicerades år 2019 av RISE (Research Institutes of Sweden/ Svenska forskningsinstitutet) genom ett samarbete mellan Svenska Transportstyrelsen och med hjälp från en rad olika företag från sjöfartsbranschen samt myndigheter och brandväsenden. Syftet med denna rapport var att förbättra kunskapen ombord på Ro-pax fartyg gällande släckning av fordon som använder sig av alternativa bränslen, som t.ex. eldrift. Genom att använda sig av den senaste tekniken samt undersökningar gällande fordonsbränder fick man fram en del olika slutsatser där man exempelvis uppmanar till att försöka undvika brandgaserna som uppstår vid en brand i ett e-fordon eftersom man då inte visste exakt hur giftiga de är och hur de kommer påverka människan. Rapporten är uppdelad i tre olika delar: brandutveckling, riskanalys och brandbekämpning. Den tekniska delen är baserad på rekommendationer av NFPA (United States National Fire Protection Association), CTIF (International Association of Fire and Rescue Services) samt svenska räddningsväsendet.

BREND-rapporten tar bl.a. de karakteristiska drag som en brand i ett fordon som drivs av alternativa bränslen har samt hur lång tid det tar för en brand att sprida sig från fordon till fordon på ett fullastat Ro-ro däck. Rapporten menar att eftersom en bilbrand som startat p.g.a. defekter i elsystemet tar en stund på sig innan en större brand uppstår så kommer inte det automatiska brandlarmet att upptäcka den förrän efter att bilen är så gott som övertänd.

Detta tar allt mellan 3,5 till 7,5 minuter för en modern personbil med en brinntid på upp till ca 15 minuter innan branden börjar avta (Ulf Björnstig et al. 2017)

3.3 LASH FIRE av RISE

LASH FIRE står för *Legislative Assessment for Safety Hazards of Fire and Innovations in Ro-ro ship Environment* och är ett forskningsprojekt inom EU av svenska forskningsinstitutet i samarbete med Stena Line och Bureau Veritas och är framtaget som en fortsättning av tidigare nämnda BRENDRAPPORTEN samt FIRESAFE I & II. Projektet startades 2019 och involverar flera olika företag och organisationer inom säkerhets- och sjöfartsbranschen och är beräknat att vara klart hösten 2023. Svenska forskningsinstitutet som har en lång erfarenhet av brandsäkerhet både till sjöss och på land vill med projektet minimera risken av bränder ombord på Ro-ro fartyg samt förbättra brandsäkerheten globalt genom att, med nya lösningar redan från början av byggnationen av fartyget, kunna utveckla larm- och släckningssystemen ombord samt transportlösningar för fordon med alternativa bränslen som t.ex. e-fordon.

Detta forskningsprojekt kommer, som med tidigare projekt också att inkludera en kostnadsberäkning för framtida lagändringar samt rekommendationer och endast kostnadseffektiva resultat som är relaterade till säkerheten kommer att rekommenderas till den internationella sjöfartsorganisationen IMO (International Maritime Organisation) och liknande organisationer för implementeringar. LASH FIRE kommer med ny information som är högst relevant för våra passagerarfärjor här i norden men förstås också på ett globalt plan, bl.a. så har man kommit fram till, genom olika tester, att en pågående termisk rusning i en batteripack inte kan släckas helt men kan kontrolleras om den kyls ned tillräckligt med hjälp av större mängder vatten så att fler Li-jonbatterier inte antänds. Detta har lett till att man nu skiftat fokus ifrån att försöka släcka branden helt till att försöka få den under kontrollerade former genom nedkylning av batteripacken tills man kommer iland om det skulle ske en brand i ett e-fordon ombord på ett Ro-ro fartyg. Man upptäckte också ingen större temperaturskillnad i en elbilsbrand från en brand i en fossildriven bil, dock så är det de giftiga gaserna (vätefluorid) som uppstår vid en elbilsbrand mycket högre. (Franz Evergren et al.2020)

3.4 FIRESAFE av RISE

År 2016 kom svenska forskningsinstitutet (RISE) ut med den första FIRESAFE studien (FIRESAFE I), man hade fått i uppdrag tillsammans med Bureau Veritas och Stena Line av EMSA att ta fram en kostnadseffektiv lösning för att minska risken för brand ombord på Ro-ro färjor där man lade fokus på elfel som antändningskälla. Studien var främst baserad på IMO:s *Formal Safety Assessment* som är en standardiserad metod för utföranden av just riskbedömningar och säkerhetsgranskningar. Resultatet av studien var bl.a. förslag på nya krav för el-kopplingar på däck och ett förslag för att förbjuda öppna lastdäck på Ro-ro fartygsnybyggen som en säkerhetsåtgärd samt ökad kameraövervakning i lastutrymmena.

Denna studie följdes därefter av FIRESAFE II (2017) som skiftade fokus mot upptäckt av brand och evakuering på Ro-ro fartyg, FIRESAFE II innehöll fem olika rapporter som behandlade dessa frågor. (EMSA 2021)

4 Fordon som drivs av alternativa bränslen

Ett alternativt bränsle är ett annat alternativ än de fossila bränslen vi är vana vid att använda som diesel och bensin, dessa alternativa bränslen kan vara Bl.a. Vätgas, Biobränsle och förstås Eldrift som detta examensarbete lagt fokus på. Dessa bränslen/energikällor är ofta mer miljövänliga på lång sikt än dess föregångare men med nya bränslen så uppkommer också nya risker i och med en eventuell brand och problem när det kommer till själva släckningsarbetet. Efter att i över hundra år ha kört bensindrivna bilar så vet vi hur man släcker en sådan brand på bästa sätt, vid en snabb insats och genom att använda pulver, skum eller en stor mängd vatten som släckningsmedel kan man snabbt få kontroll över branden i en vanlig bil.

I detta arbete har jag valt att kalla alla typer av eldrivna bilar, även hybrider till **e-fordon** om det inte specifikt handlar om just en elbil för att både förenkla läsningen samt att de flesta eldrivna fordon använder sig av någon typ av batteri som ligger till grund för detta arbete.

Vid släckning av en bilbrand med skum används s.k. B-skum, det används för brand i vätskor som t.ex. bensin och bildar en film över elden som dämpar branden. (MSB, 2013) (Anna Froster 2019)

4.1 Olika typer av eldrift

Det finns olika typer av eldrivna fordon, det kan handla om hybrider som använder sig av en konventionell förbränningsmotor som i sin tur laddar batteriet eller en plugg-in hybrid som laddar batteriet när den är kopplad till en laddningsstation eller en elbil som endast har ett batteri som energikälla, den mest använda typen av batteri i dessa bilar är av typen Li-jonbatteri men typen NiMH förekommer också (Nickel-metallhybridbatteri). (Berg, H. 2020) (Bilbolaget 2021)

4.1.1 El-hybrid

En el-hybrid, alltså en s.k. mildhybrid eller en fullhybrid, använder sig av både av en förbränningsmotor och ett batteri som laddas under färd. Mildhybriden drivs primärt av förbränningsmotorn eftersom batteriet och elmotorn som sitter i är för liten för att orka driva fram hela bilen själv till skillnad från en fullhybrid som man köra på 100% el under en viss tid tills förbränningsmotorn startar. (Bilbolaget 2021)

4.1.2 Plug-in hybrid

En plug-in hybrid, eller ladd-hybrid som de också kallas, är också en typ av el-hybrid men istället för att batteriet laddas under färd så laddar man det enkelt via t.ex. vägguttaget hemma i garaget eller vid en laddstation. (Bilbolaget 2021)

4.1.3 Elbil

En elbil förlitar sig endast på batteriet som energikälla och har ingen förbränningsmotor alls, dessa laddas precis som en plug-in hybrid enkelt via ett uttag som stödjer sådan typ av laddning. (Bilbolaget, 2021)

4.2 Typ av batterier i elbilar

Den mest använda typen av batteri i elbilar kallas Li-jonbatteri men det finns också en typ som heter NiMH (Nickel-hybridbatteri) som används i vissa hybridbilar, skillnaden är att NiMH-batterier är känsliga för överladdning samt att de har tendensen att ladda ur sig själv om de inte används, dock är NiMH säkrare än Li-jon batterier som i värsta fall kan explodera om de överhettas eller utsätts för termisk rusning. En annan skillnad mellan dessa två typer är att Li-jon batterier kan laddas mycket snabbare än ett NiMH batteri samt att Li-jon kan

förvara mer energi än någon annan batterityp, det är därför de är mer populära bland t.ex. biltillverkare. (Batteryuniverse, 2021)

Eftersom denna Thesis handlar främst om el- och hybridbilsbränder så kommer jag inte ta upp de andra typerna av batterier som finns utan kommer främst fokusera på Li-jonbatterier som är den vanligaste typen i användning idag.

4.2.1 Li-jon

Ett litium-jonbatteri, eller Li-jon (Li-ion battery på engelska) som det också kallas är ett återuppladdningsbart batteri som lämpar sig för att användas i bl.a. mobiltelefoner, datorer och elbilar (se figur 1), ska ej förväxlas med ett vanligt litiumbatteri som inte är uppladdningsbart. Li-jonbatteriet går under samlingsnamnet sekundära batterier och det är

för att de, till skillnad från t.ex. ett litiumbatteri och alkaliska batterier som är s.k. primärbatterier

(engångsbatterier) har konstruerats för att kunna laddas upp på nytt.

Det fungerar så att litiumjonerna rör sig från den positiva elektroden till den negativa elektroden under laddning och från den negativa till den positiva under användning

(urladdning). Ett Li-jonbatteri använder till skillnad från ett vanligt litiumbatteri, olika litiumföreningar som elektrodmaterial där jonerna kan lagras som sedan kan laddas upp på nytt, batteriet består av två elektroder (positiv och negativ) samt en elektrolyt som ligger mellan elektroderna som gör det möjligt för jonerna att röra sig i mellan dessa två.

(Batteryuniverse, 2021)



*Figur 1. En 100 kWh batteripack från en Tesla Model S.
(Foto: INSIDEEEVs 2014)*

4.2.2 NiMH

Nickel-hybridbatteri eller NiMH (se figur 2) som det förkortas är också en typ av återuppladdningsbara batterier som är vanliga i Toyotas hybridbilar, dessa har dock börjat fasas ut p.g.a. höjda produktionskostnader och Li-jonbatteriernas popularitet men dessa är fortfarande värda att nämnas. (Dr. James Edmondson, 2021)



Figur 2. Ett NiMH-batteri från en Toyota Prius. (Foto: Electric cars guide 2015)

5 Undersökningar och intervjuer

5.1 Bakgrundsundersökning

Bakgrundsundersökningen utgjordes av intervjuer, artiklar och studier av RISE och MSB samt ett webbseminarium, Transport of alternatively powered vehicles on ro-ro ferries, som behandlade frågor kring bränder i bilar med alternativa bränslen ombord på Ro-ro fartyg.

Jag började med att försöka hitta artiklar och studier på nätet som handlade om bränder i e-fordon och släckningsarbetet kring dem, när jag sedan kom fram till att det inte fanns sådär värst mycket information att gå på vid den tidpunkten som handlade om det jag ville ha reda på så gjorde jag upp en lista med frågor som jag ville ha besvarade (för frågorna se 2.1). Jag skickade ut dem till de närmaste rederier och brandkårer jag kunde tänka på mot bakgrund av min erfarenhet och kännedom av branschen, av dessa fick jag svar från ungefär hälften av de rederier jag skickade frågorna till och ungefär en tredjedel av de brandkårer jag skickat frågorna till.

Jag har även fått en hel del information och bilder via kontakter ombord på de olika fartygen som trafikerar i Östersjön och runt om i världen samt via mitt egna jobb där maskinbefälen har varit väldigt hjälpsamma med att svara på mina frågor angående fordonsbränder.

Myndigheter och organisationer som MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap) i Sverige och EMSA (European Maritime Safety Agency) har också varit till stor hjälp med deras studier samt rapporter kring bränder i e-fordon ombord på Ro-ro fartyg. Under året 2021 har det även tillkommit ny information angående just bränder i e-fordon som har varit till stor hjälp.

5.2 Statistik

Bränder i e-fordon är inte på något sätt överrepresenterade i statistiken av fordonsbränder ombord på Ro-ro fartyg, snarare tvärtom, detta kan dock ändras i och med att elbilar ökar i popularitet för varje år som går, bara under de senaste två åren har elbilar ökat rejält i bl.a. Sverige som ser en ökning på nästan 17 procent sedan 2019. De mest populära elbilmärkena är Tesla, Renault, Volkswagen och Nissan som med sina respektive modeller, Tesla Model 3 och S, Renault Zoe, Volkswagen ID.4 och Nissan Leaf toppar listorna över mest sålda modeller (Rask, K. 2021). Vad dessa bilmodeller har gemensamt är att alla använder sig av Litium-jonbatterier, alltså den typen av batterier som enligt Tesla själv, kan ta upp till 24 timmar att släcka helt på deras modell S (Tesla, 2016).

6 Analys

6.1 Analytisk epilög

I detta kapitel redogör jag svaren som jag fått från personer med anknytning till sjöfartsbranschen, rederier och brandväsenden. Notera att jag inte har använt några namn på varken intervjuade personer eller företag som ges ut i texten för att hålla dem anonyma som avtalat men jag har istället namngett dem som person A, B eller C och företagen som företag W, X, Y eller Z (för frågor se kapitel 2.1).

6.2 Frågor och svar till rederierna

Frågorna skickades ut till ett antal rederier i både Finland, Sverige och övriga delen av Skandinavien, totalt handlar det om 8 stycken varav ungefär hälften svarade. Några tillfrågade personer med anknytning till sjöfartsbranschen svarade också individuellt fast deras respektive företag valt att inte svara på mina frågor så deras svar förblir också anonyma.

6.2.1 Hur ser de nuvarande metoderna ut ombord för att släcka en elbilsbrand hos er?

Hur ser de nuvarande metoderna ut ombord för att släcka en elbilsbrand hos er? Detta var en fråga som jag ville ha svar på för att få en bild av hur rederierna tog ställning till en elbilsbrand ombord, om dessa var förberedda på något sätt med någon speciell utrustning eller om de bara behandlade det som en vanlig bilbrand.

En högre uppsatt person (vi kallar denna person för person A) inom ett finländskt rederi (företag W). Person A svarade att deras personal ombord är utbildad att släcka just elbilsbränder sedan en tid tillbaka och är medvetna om risker med bl.a. giftiga gaser och termisk rusning men att de inte använder sig av någon speciell släckningsutrustning utan främst den som redan finns tillgänglig och att planen är att använda så mycket vatten som det bara går. Man hade dock några egentillverkade aggregat som man kan lägga under bilen och kyla ner batteripacken med vatten nerifrån.

Ett annat finländskt rederi (företag X) svarade att de inte har några speciella metoder eller planer på att specialutbilda sin personal inom bränder i e-fordon utan behandlar den som en vanlig bilbrand men med lite mer försiktighet med tanke på Li-jonbatteriernas giftiga gaser som frigörs vid en brand.

Ett svenskt rederi (företag Y) svarade att man nog tagit upp frågan om bränder i e-fordon och även införskaffat en brandfilt för ändamålet som dras över den brinnande bilen i ett tidigt stadie för att branden inte ska sprida sig till andra fordon samt att man tillverkat några egna aggregat som ska kunna spruta vatten under bilen och på så sätt kyla ner batteripacken men att enda metoden de hade var att använda så mycket vatten som möjligt genom deras fasta släckningssystem ombord.

6.2.2 Vilken släck- och skyddsutrustning finns tillgänglig ombord på era fartyg?

Vilken släck- och skyddsutrustning finns tillgänglig ombord på era fartyg? Denna fråga hänger lite ihop med föregående fråga men här ville jag ha svar på vad för skyddsutrustning det finns ombord och om man använder sig av någon speciell utrustning.

Företag Y svarade att någon speciell skyddsutrustning i form av kläder inte finns eftersom de ansåg att de speciella brandkläder som ska skydda mot de giftiga gaserna (bl.a. Vätefluorid/HF) som frigörs från Li-jonbatterierna vid en brand inte är helt tillförlitliga och

tillräckligt testade för att någon sådan investering ska göras och tillsvidare använder man sig av de kläder som finns tillgängliga på marknaden för brandbekämpning.

Både företag W, Y och Z hade införskaffat en brandfilt modell större som ska placeras över den brinnande bilen för att försöka få branden under kontroll så att den inte sprider sig vidare till andra fordon i närheten, efter att denna filt täcker bilen så kan man skjuta in en chassispinkler (se figur 3) under bilen som sprutar vatten för att kyla batteripacken underifrån men några speciella skyddskläder används inte för ändamålet.

6.2.3 Ser ni en ökad risk i att ta ombord el- och hybridbilar eftersom enligt några tillverkare kan det ta upp till 24 timmar att släcka om det skulle uppstå en brand?

Ser ni en ökad risk i att ta ombord el- och hybridbilar eftersom enligt några tillverkare kan det ta upp till 24 timmar att släcka om det skulle uppstå en brand?

På detta svarade alla intervjuade ungefär samma sak, att alla fordon ombord utgör ju en risk i sig, man vet ju aldrig vem som gjort vad åt ett specifikt fordon och man kan inte helt stirra sig blint på endast elbilar för en vanlig bensindriven bil kan också börja brinna.

Helt korrekt så ska all last som innehåller någon sorts brandfarlig vätska eller självantändande ämne klassas som farligt, kanske inte gå så långt att klassa dem enligt IMDG-koden* (International Maritime Dangerous Goods code) när det handlar om bränslet i fordonets tank men i alla fall så utgör ju ett fordon, el eller inte en risk ifall det skulle börja brinna. Så svaret på den här frågan var Nej från alla - ingen större risk men man bör ändå veta vad man ska göra vid en brand i ett e-fordon. Företag W och Y hade dock i alla fall prövat med att låta den som går brandrundan ombord ha med sig en värmekamera (Se figur 4) för att eventuellt kunna upptäcka en brand i ett tidigt stadium, den här personen skulle då ha med sig kameran under rundan och när denne kommer ut på ett av lastdäcken så ska han eller hon snabbt kunna se om det är någon större temperaturskillnad mellan fordonen och på så sätt kunna lokalisera branden och larma i tid.

*(IMDG: IMO:s internationella regelverk för transport av förpackat farligt gods till sjöss.)

6.2.4 Tar ni ombord skadade el – och hybridbilar som varit med om en olycka av något slag?

Tar ni ombord skadade el – och hybridbilar som varit med om en olycka av något slag?

Alla svarade ungefär samma sak också på denna fråga, de sa att de tar inte ombord skadade e-fordon eftersom risken för en brand är betydligt större då ifall det skulle uppstå en termisk rusning i batteriet. Exakt hur skadade dessa fordon får vara för att ändå få komma med ombord fick jag inte svar på men det kan antas att detta endast gäller större skador, speciellt runt området där batteripacken förvaras men detta är bara spekulationer från min sida.

6.2.5 Har ni eller finns det planer på ett särskilt bokningssystem för just el- och hybridbilar?

Har ni eller finns det planer på ett särskilt bokningssystem för just el- och hybridbilar?

På detta svarade alla rederier att ett sådant system antingen finns eller är på kommande, orsaken varför de har tagit i bruk ett sådant system där man klickar i en ruta för elbil vid bokningen är för att man enklare ska kunna lokalisera bilen om det skulle uppstå en brand, man får också en dekal i rutan som visar att detta är ett e-fordon men detta antar jag att är endast för besättningen ombord som dirigerar bilarna för att de ska kunna veta var dom ska placera bilen ifall att en brand på bildäck skulle uppstå.

6.2.6 Tillåter ni att man laddar el- och hybridbilar ombord under resan?

På frågan ”Tillåter ni att man laddar el- och hybridbilar ombord under resan?” Svarade Företag W och X att i nuläget är det inte tekniskt möjligt att ladda elbilar ombord p.g.a. bristen på säkra laddstationer för elbilar och företag Z svarade att fast det skulle vara möjligt i praktiken så tillåter man inte det p.g.a. brandrisken.

Företag Y svarade att deras nya passagerarfartyg finns det planer på laddstationer ombord för elbilar.

6.3 Frågor och svar till brandkåren

Jag skickade även ut ett antal frågor till brandkåren här i Norden men har tyvärr inte fått svar från alla som jag ville men jag kunde ändå få en bild av hur läget ser ut från tidigare studier samt artiklar som jag hittat via nätet. Jag skickade ut frågorna till fem stycken och fick tillbaka svar från endast två men av en händelse så hittade jag en artikel på nätet från ett av de tillfrågade brandförsvaren som ej svarade så jag lyckades få ett ungefärligt svar på åtminstone en av frågorna. Jag kommer återigen hålla alla tillfrågade personer anonyma och kommer benämna dem i texten som Person 1, 2 och 3.

6.3.1 Hur går brandkåren tillväga vid en el- och hybridbilsbrand?

På frågan ”Hur går brandkåren tillväga vid en el- och hybridbilsbrand?” ville jag ha svar på om det skiljer sig i tillvägagångssättet för de professionella brandförsvaren iland i jämförelse med hur man gör ombord. På frågan svarade bl.a. en brandinspektör (Person 1) att man ”sörjer för korta insatstider enligt MSB:s senaste studie”.

Denna studie som Person 1 refererar till, *Gasformig HF vid brand i trånga utrymmen – risker för hudupptag vid insatser* från 2021 tar man upp riskerna vid en Li-jonbatteribrand där gasen vätefluorid kan bildas. (Totalförsvarets forskningsinstitut 2021)

Utöver det så var procedureerna som vilken normal bilbrand som helst menar Person 2, en normal uppstart innehållandes rekognosering, riskbedömning och utvärdering av hjälpbehov följt av eventuell livräddning och påbörjandet av själva släckningsarbetet och sedan en övergång till släckningsarbete som inte kräver personal på plats. Person 1 tog också upp problematiken som finns på ett slutet Ro-ro däck där man inte kan ta hjälp av t.ex. vinden för att förbättra miljön för de som utför släckningsarbetet. Någon speciell utrustning tog varken Person 1 eller 2 inte upp som de använder men Person 3 rekommenderade som svar på frågan, en artikel (Se figur 6) där man har experimenterat med t.ex. en bassäng designad för brinnande e-fordon vars batteripack kyls ned av vattnet i bassängen och kan på så sätt minimera både skador på egendom och miljö som kan uppstå vid en släckningsinsats på ett e-fordon.

6.3.2 Hur skiljer sig metoderna vid släckningen av en el- och hybridbil om man jämför med en normal bilbrand där bränslet har antänts?

Hur skiljer sig metoderna vid släckningen av en el- och hybridbil om man jämför med en normal bilbrand där bränslet har antänts?

Denna fråga hänger ihop med den första frågan men största skillnaden är att när man konstaterat att det gäller en brand i ett e-fordon så förbereder man sig för ett längre släckningsarbete med korta insatser och behovet av släckvatten blir också större svarade både Person 1 och 2. En större skillnad är dock att vid en brand i ett e-fordon är inte skum ett alternativt släckmedel eftersom detta inte har samma kylande effekt som vatten och då kan den termiska rusningen inuti batteriet fortgå och branden uppstå på nytt.

6.3.3 Vilken släckningsmetod är den mest effektiva om man bortser från vilken utrustning man har att tillgå?

På frågan ”Vilken släckningsmetod är den mest effektiva om man bortser från vilken utrustning man har att tillgå?” Var svaren enade, vatten är för närvarande det mest effektiva släckmedlet för bränder i e-fordon, det finns dock handbrandsläckare som är menade att användas för Li-jon batterier, då främst för telefoner, datorer och andra hushållsapparater som använder sig av Li-jon batterier men dessa skulle vara svåra att applicera på en elbilsbrand där batteriet i sig är så pass inkapslat att det inte skulle gå att nå utan att först lyfta bort hela karossen först.

6.3.4 Ser ni någon ökad risk för de rederier som transporterar elbilar både med och utan passagerare? Kommer dessa rederier måsta förnya sin utrustning i framtiden för att mer effektivt kunna bekämpa en elbilsbrand på bildäck om sådan skulle uppstå?

På frågorna ”Ser ni någon ökad risk för de rederier som transporterar elbilar både med och utan passagerare?” och ”Kommer dessa rederier måsta förnya sin utrustning i framtiden för att mer effektivt kunna bekämpa en elbilsbrand på bildäck om sådan skulle uppstå?” Var det delade meningar angående riskerna, Person 2 ansåg att det visst föreligger en viss risk eftersom man varken ska under- eller övervärdera dessa men ingen omedelbar fara föreligger så länge som fordonet i sig inte varit med om någon olycka som eventuellt kunnat skadat batteriet så att en termisk rusning kan uppstå. Person 1 ansåg att man nog skulle behöva skaffa nya rutiner, utrustning samt förbättra övningarna för bränder i e-fordon, även ett förslag till någon form av sensor som kan larma i ett tidigt skede ifall en brand skulle uppstå men hur detta då skulle fungera i praktiken är ännu oklart, eventuellt att ett gaslarm som finns på en del passagerarfartygs bildäck där det installerats i närheten av däckets kan reagera på en sådan här brand i ett tidigt skede men detta är fortfarande oklart beroende på placeringen av e-fordonen.

6.4 Sammanfattning av svaren

Det de landbaserade organisationerna och rederierna har gemensamt är vatten som det mest använda och rekommenderade släckmedlet i användning vid en brand i ett e-fordon. Även fast det eventuellt kan bli ett problem med större mängder vatten på ett bildäck så får man försöka sörja för god ventilation för de farliga gaserna samt hålla undan bråte och annat som kan stoppa vattenflödet ut ur spygatten. Det är också rekommenderat att försöka göra så korta insatser som möjligt med tanke på den egna hälsan men detta är förstås svårt i praktiken

ute på ett Ro-ro fartyg där resurserna är begränsade och tiden inte finns för att låta fordonet brinna klart under kontrollerade former så här behövs det tydligare riktlinjer som man kan följa när en sådan här brand uppstår.

Sedan är det gemensamt för de flesta rederier att man i alla fall försöker med förebyggande åtgärder i form av specialplaceringar av e-fordon på bildäck samt egetillverkade eller inköpta strålrör och chassispinklers (se figur 3) som man placerar under fordonet som brinner så att man kan kyla batteripacken underifrån och på så sätt få branden under kontroll.

En person med anknytning till den tekniska avdelningen ombord som jag diskuterade detta med menade att man eventuellt skulle kunna använda både brandfilten och en chassispinkler i kombination för att på så sätt isolera branden och minska rökutvecklingen samt kyla ner batteriet på samma gång och minska risken för återantändning. Detta är något jag inte fått svar på om det skulle vara mer effektivt än att använda utrustningen var för sig men som skulle vara intressant att vidareutveckla om det är en mer effektiv åtgärd för att stoppa en brand i ett e-fordon.

Så svaren på min frågeställning är att släckningsmetoderna rekommenderas till att vara korta men effektiva samt att en stor del vatten kommer att krävas för att kyla ner batteriet så att man kan få branden under kontroll och att den nuvarande utrustningen som är i användning ombord på de fartyg jag varit i kontakt med kanske inte helt räcker till eftersom den är baserad på de regler och rekommendationer som gäller för närvarande men detta är något som uppdateras med tiden så inom ett par år tror jag att det kommer finnas en mer standardiserad metod för både släckningsmetoder och utrustning för e-fordon.



Figur 4. En värmekamera som kan känna av och detektera infraröd strålning. (FL 2021)



Figur 3. En egetillverkad chassispinkler som kan placeras under en brinnande elbil. (FL 2021)

7 Släckningsutrustning

I detta kapitel redovisar jag information om olika typer av utrustning som finns och kan användas till att släcka bränder i e-fordon med Li-jonbatterier. Här har jag tagit del av både det som finns tillgängligt på marknaden idag samt det som man tillverkat själv ombord på några av de färjor som trafikerar i östersjön. (MSB 02.06.2021)

7.1 Brandsläckare

Det finns flera typer av handbrandsläckare för olika ändamål. Här har jag listat några av de mer vanliga typerna samt de som lämpar sig för batteribränder och de som är vanligast att man har ombord.

7.1.1 Vattensläckare, A

Som namnet antyder så innehåller den här släckaren vatten, ibland med ett ytspänningsnedsättande medel och lämpar sig för **klass A** bränder, d.v.s. bränder i fibrösa material som tyg och trä. Fördelen med vattensläckare är förutom att den är miljövänlig är att det är mycket enklare att städa upp efter att man använt den än t.ex. om man använt en pulversläckare, nackdelen är dock att vatten fryser vid minusgrader så man måste förvara dem inomhus i rumstemperatur för att de ska gå att använda, en annan nackdel är också att man kan t.ex. inte använda en vattensläckare till att släcka en brand i matolja eftersom vattnet som träffar matoljan förångas och leder till den brinnande oljan slungas iväg överallt.

En mindre handvattensläckare har heller ingen större effekt mot bensin- och dieselbränder eftersom dessa flyter ovanpå vattnet vilket leder till att branden fortsätter, när det gäller bränder i elektriska apparater så är det rekommenderat att man slår av strömmen före eftersom vatten är elektriskt ledande. (MSB 24.09.2021)

7.1.2 Pulversläckare, ABC

Släckaren som (nästan) kan användas till de flesta bränder vilket gör den till den populäraste handbrandsläckaren på marknaden. Fördelen är att pulvret inte leder ström så den kan användas på elektronik såvida du inte tänker använda den elektroniska apparaten igen eftersom pulvret både smutsar ner samt att det kan ha en frätande effekt på elektroniska komponenter och kan således förstöra känslig elektronik. Ur en miljösynpunkt så är denna

typ av släckare också en av det mer miljövänliga alternativet eftersom pulvret är i grund och botten gjort av olika salter som inte är direkt skadliga. Det finns även pulversläckare som är lämpade för metallbränder, dessa klassas som D-släckare. En annan fördel är att pulversläckaren tål kyla så det går bra att ha den ute på däck under vinterhalvåret. (MSB 24.09.2021)

7.1.3 Skumsläckare, AB

Skumsläckaren är i grund och botten en vattensläckare med tillsatssämnen som tillsammans bildar ett skum som är effektivt mot fibrösa material samt bensin och oljebränder. En vanlig A-skumsläckare fungerar inte till vattenlösliga ämnen som alkohol eftersom detta löser upp skummet, för det så behövs alkoholresistent skum, s.k. B-skum. (MSB 24.09.2021)

7.1.4 Kolsyresläckare, B

Kolsyra som släckmedel är inte så värst effektivt mot bränder i fibrösa material utan är mest lämpad att användas till att släcka bränder i bl.a. elektronik och vätskor som t.ex. matolja där man inte vill ha t.ex. pulvret från en pulversläckare liggandes överallt efteråt som gör det jobbigt att sanera. Kolsyran släcker genom att tränga undan luften och kväver på så sätt branden, dock så kan det hända att det börjar brinna igen eftersom kolsyran inte är effektiv mot glöd. Det är rekommenderat att man inte får på sig kolsyran eftersom medlet är extremt kallt och temperaturen kan vara ända ner till -79°C och detta kan orsaka köldskador på kroppen. (MSB 24.09.2021)

7.1.5 Litiumsläckare

Det här är en relativt ny typ av släckare som använder sig av ett speciellt kemiskt släckmedel som bildar en sorts skyddande film över litiumbatteriet och på så sätt kapslar in det så att det inte återantänds. (Housegard 2019)

7.2 Fasta släcksystem

Alla fartyg är idag utrustade med ett eller flera fasta släcksystem som t.ex. sprinklersystem på bildäck och i inredningen. En annan del av släckningsutrustningen ombord som kanske inte kan kategoriseras helt som ett fast släckningssystem men som ändå alltid finns där är de röda brandskåpen som finns runt om på fartygen, dessa innehåller ett strålrör, brandslang och förstås en, eller flera ventiler som man kan koppla brandslangen till, alla dessa skåp

finns uppmärkta tillsammans med den andra släckningsutrustningen och brandstationer på brandplanen ombord på fartyget så att alla kan lokalisera var någonstans dessa finns när man kommer ombord som nyanställd. (STCW 2010)

7.3 Brandfilt

På marknaden idag finns det många typer av brandfiltar, allt från de som passar bra till att kväva en brand i stekpannan till de som man kan lägga över en vanlig personbil. Det är den sistnämnda som är mest relevant för detta arbete förstås eftersom då kan man minska spridningen av branden till närliggande bilar. Det fungerar så att filten appliceras över bilen som börjat brinna, filten isolerar branden, kväver elden och minskar risken för både spridning av branden samt minskar rökutvecklingen. Nackdelen är att brandfilten är ganska

klumpig att använda eftersom denna ska vara så pass stor för att den ska kunna täcka en normal personbil, detta kan bli ett problem på ett fullastat bildäck så att vara flera när den ska användas är ett måste. Det rekommenderas att i ett så tidigt stadie som möjligt, applicera filten innan bilen är övertänt för att minska personskador på de som har detta som uppgift.



Figur 5. Brandfilt i användning, notera hur mycket utrymme man har till närliggande fordon (Leader 2021)

Ett annat problem är att ett Li-jonbatteri slutar inte brinna bara för att man försöker kväva elden och pga. den termiska rusningen så kommer batteriet återantändas och branden startas på nytt så kylning av batteripacken med vatten är ett måste. (Bridgehill 2022)

7.4 Förebyggande åtgärder för brand

Hur bra utrustad man än är för en brand så vill man försöka undvika att en brand uppstår från första början, detta med hjälp av olika medel som t.ex. brandlarmsystem, värmekameror för tidig upptäckt samt brandvakter som går brandrundor runt fartyget med jämna intervaller. Man gör även flera förebyggande åtgärder redan vid byggnationen av fartygen genom att lägga in obrännbara material i inredningen och behandla taken på bildäcket med flamskyddande medel så att om en brand ändå skulle uppstå så kommer den ha mycket svårare att sprida sig.

Både Företag W och Y som jag var i kontakt med hade en idé om att brandvakten på deras fartyg skulle ha med sig en värmekamera (se figur 4) när denne går via bildäck på brandrundan så att man i ett tidigt stadium skulle kunna upptäcka en brand men detta är inget man gör kontinuerligt.

7.5 Specialarrangemang för bränder i e-fordon

På senare år har man börjat experimentera med olika typer av släckningsmetoder för elbilar där ett sätt är att man lyfter upp bilen i ett tidigt stadium av branden och placerar den i en öppen container fylld med vatten och får då batteripacken så pass nerkyld att den termiska rusningen avtar, detta är ju dock inget som sjöfarten tyvärr kan använda sig av eftersom det då måste finnas både en container samt kran tillgänglig och på många Ro-ro däck så finns det helt



Figur 6. En bassäng designad för att kunna byggas runt en elbil som fattat eld eller på annat sätt skadat batteripacken så att fara för brand föreligger, meningen är att batteripacken ska kylas ner av vattnet i bassängen och på så sätt undviker man en termisk rusning. (Foto: Rantala, Markku/Yle (2021))

enkelt inte plats. Eftersom detta också skulle bli ett problem i ett parkeringshus så man har även experimenterat i Finland med ett s.k. genombrottsrör (Se figur 7). Det är en typ av strålrör som man slår in igenom bilens golv samt batteripacken och på så sätt kyler ner det

inifrån batteripacken. Hur pass effektiv denna variant är mot en brand i ett Li-jonbatteri har jag dock ingen information om men det är värt att nämnas. (Toni Lehtinen/HS 2021)



Figur 7. Ett genombrottsrör som slagits ner i bilens golv för att nå batteripacken och på så sätt kyla ner batteriet. (Foto: Pelastusopisto 2021)

8 Kritisk granskning

I mitt arbete har jag ersatt namn med beteckningar på både personer och företag som valt att svara på mina frågor för att hålla dessa anonyma, dels för att det inte var relevant för studien att ha med namn; Men också för att syftet med studien endast var att få en överblick om hur det ser ut inom sjöfartsbranschen när det kommer till Ro-ro säkerhet och hur förberedelserna ser ut för bränder i e-fordon idag för rederierna här i Östersjön.

9 Slutsats

Min frågeställning i början på detta arbete var: Hur ser det ut ombord på Ro-ro fartygen i våra farvatten när det gäller släckningsutrustning och metoder för e-fordonsbränder ombord? är rederierna som transporterar e-fordon förberedda för en brand i ett sådant fordon?

Efter att ha diskuterat med ett flertal personer inom branschen och studerat procedurerna ombord på ett flertal Ro-ro/passagerarfärjor så är nog svaret på den frågan att man försöker göra några förberedande åtgärder men som branschen ser ut idag så lär det inte bli några större standardiserade metoder förrän en större brand uppstår och eventuella människoliv sätts i fara, men som en elbilsägare jag diskuterade med angående dennes placering ombord på bildäck så ansåg denne att lika bra kan en bil som drivs med fossila bränslen börja brinna och skapa problem ombord och att man riktat in sig på just elbilar tyckte denne var fel och visst har denna person delvis rätt i dennes argument, vare sig det brinner i en papperskorg, i en elbil eller i en lastbil så är en brand något man vill undvika, men en brand i ett fordon som drivs av fossila bränslen finns det utrustning för ombord eftersom detta har man varit med om förut, bränder i e-fordon är inte lika vanliga ännu och därför vet man inte heller exakt vad man ska göra för att få en så effektiv släckning som möjligt.

Hur är utrustningen ombord då? Är den beprövad att kunna användas vid en e-fordonsbrand? Om fartyget genomgått sina årliga inspektioner av en statlig myndighet i respektive flaggstat så ska den fungera men detta är oftast släckningsutrustning i standardutförande som ska finnas på alla fartyg och sedan finns det som man byggt ombord som t.ex. egna strålrör och införskaffade brandfiltar för personbilar men inget är egentligen testat i kombination i skarpt läge ombord på ett fullastat bildäck, utan endast på land. Så svaret på den frågan får fortsatt förbli oklar, men med tanke på det hårda arbete dagens rederier lägger ner på säkerheten ombord så lär fartygens brandgrupper utan tvivel göra sitt bästa för att få en brand i ett e-fordon under kontroll.

Sammanfattningsvis kan man nog säga som tidigare nämnt, att de flesta rederier åtminstone försöker få till någon lösning gällande släckning av en brand i e-fordon men att den nuvarande metoden hos samtliga är att använda så mycket vatten som möjligt. Detta är dock någonting som kan orsaka slagsida på ett Ro-ro fartyg vars lastdäck är helt öppna där vattnet kan flyta runt fritt (fria vätskeytor). Det finns s.k. scuppers (spygatter) installerade på alla fartyg där vattnet ska kunna rinna ut men dessa kan lätt stockas igen, en sådan händelse inträffade på Ro-ro fartyget M/S Commodore Clipper år 2010 där fartyget fick slagsida efter en brand i en lastbilstrailer på ett av lastdäcken. Fartygets fasta släckningssystem aktiverades och bildade en tjock dimma med vatten som fick branden under kontroll, eftersom fartygets spygatter klarade av dessa stora mängder vatten som sprutades ut på däck så bestämde man sig för att fortsätta med att spruta på vatten för att vara helt säkra på att allting var släckt, problemet var att en del av lasten som fallit ur trailern när den fattat eld hade täppt igen flera av dessa spygatter så att vattnet stannade kvar ombord och resulterade i en kraftig slagsida.

Det hela slutade dock bra och fartyget kunde efter många om och men, ta sig till hamn där brandkåren tog över en del av släckningsarbetet (MAIB, 2011).

Slutord

Jag vill börja med att tacka alla er som på något sätt varit delaktiga i mitt examensarbete och bidragit med er kunskap och erfarenhet.

Jag hoppas att någon som är intresserad kan ha nytta av detta arbete och eventuellt använda sig av de frågor som fortfarande är obesvarade i framtida examensarbeten för att fortsätta jobba för säkerheten till sjöss.

Källförteckning

Amanda Vikman (2020) *"Framtiden är elektrisk" - bilförsäljare ser med tillförsikt på bilbranschens framtid*. Hämtat från Yle 20.08.2021: <https://svenska.yle.fi/artikel/2020/10/28/framtiden-ar-elektrisk-bilforsaljare-ser-med-tillforsikt-pa-bilbranschens-framtid>

Anna Froster (2019) *Skumt skum när räddningstjänsten släcker bränder med PFAS*. Hämtat från Sveriges Natur 10.09.2021: <https://www.sverigesnatur.org/aktuellt/skumt-skum-nar-raddningstjansten-slacker-brander-med-pfas/>

Batteryuniverse (2021) *Whats the difference between Nickel Cadmium (Nicad), Nickel-metal hydride (NiMH), and Lithium Ion (Li-Ion)?* Hämtat från Batteryuniverse.com 22.08.2021: <https://www.batteryuniverse.com/help/battery-chemistries>

Berg, Helena (2020) *Batterier till Elhybrider*. Hämtad från omEV 22.08.2021: <https://omev.se/2020/06/07/batterier-till-elhybrider/>

Bilbolaget (2021) *Vad är skillnaden på elbil, laddhybrid och hybrid?* Hämtat från bilbolaget 22.08.2021: <https://bilbolaget.nu/artiklar/skillnaden-pa-elbil-laddhybrid-och-hybrid/>

Björnstig, Ulf. Hoffman, Lars. Palmkvist, Krister. (2017) *Brand i moderna bilar, Speciella faktorer att beakta vid brand i moderna fordon – i relation till olika drivsystem*. Studien är hämtad från MSB 26.08.2021: <https://rib.msb.se/filer/pdf/28398.pdf>

Bridgehill (2022) *Car fire blankets*. Hämtad från Bridgehill.com 01.05.2022: <https://bridgehill.com/fire-blankets/car/>

Dr. James Edmondson (2021) *Hybrid Electric Vehicles: A Stay of Execution for NiMH Batteries*. Hämtat från IDTechEx 14.09.2021: <https://www.idtechex.com/de/research-article/hybrid-electric-vehicles-a-stay-of-execution-for-nimh-batteries/22786>

Dr. Dana Meißner (2020) *Transport of alternatively powered vehicles on ro-ro ferries*. Hämtat från The ALBERO project, LASH Fire webinar 25.08.2021:

<https://lashfire.eu/media/2020/10/Dana-Meissner-Project-ALBERO-Results-October-2020-LASH-FIRE-webinar-14102020.pdf>

Einer, Stefan och Engvall, Victor (2020) *En studie av vilka brandtekniska krav som bör ställas på energilager innehållandes litiumjonbatterier*. Studien är hämtad från Lunds Universitet 02.05.2022:

<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=9001493&fileOId=9001511>

Eivind Siewers, Hans och Tosseviken, Anders (2016). *Fires on Ro-Ro decks*. Hämtat från DNV GL 09.09.2021: <https://www.dnv.com/news/enhancing-fire-safety-on-ro-ro-decks-69059>

EMSA (2021) *Fire Safety in ro-ro passenger ships – FIRESAFE studies*. Hämtat från European Maritime Safety Agency (EMSA) 10.09.2021: <http://emsa.europa.eu/projects/firesafe/#/download-reports>

Evergren, Franz. Carlsson, Martin. Rylander, Robert. Meißner, Dana. Papageorgiou, Sifis. (2020) *Webinar: Fires in Alternatively Powered Vehicles onboard Ships*. Hämtat 25.08.2021: <https://www.youtube.com/watch?v=BdoO0wIFMoc&list=WL&index=1>

Fast, Lars (2021) *Bränder i elbilar kräver ny kunskap*. Hämtat från Research Institutes of Sweden/RISE 23.08.2021: <https://www.ri.se/sv/berattelser/brander-i-elbilar-kraver-ny-kunskap>

Forward, Jeff (2021) *Woodlands fire chief says Tesla fire example of new technology causing issues*. Hämtat från Houston Chronicle 20.08.2021: <https://www.houstonchronicle.com/neighborhood/woodlands/article/Woodlands-fire-chief-says-Tesla-fire-example-of-16113029.php#photo-20887866>

Hoffman, Lars och Sturk, David (2013) *e-fordons Potentiella Riskfaktorer vid Trafikskadehändelse*. Hämtat från SP Electronics & Autoliv Developments AB 26.08.2021: <http://cursnet.srv.se/fortb/e-fordon/TrivCaption758534.pdf>

Housegard (2019) *AVD: Släckmedel för brand i litiumjonbatterier*. Hämtat från Housegard.se 11.10.2021: <https://www.housegard.se/pro/avd>

Kristensson, Johan (2018) *Så släcker räddningstjänsten brinnande elbilar*. Hämtat från Nyteknik. 23.08.2021: <https://www.nyteknik.se/fordon/sa-slacker-raddningstjansten-brinnande-elbilar-6922119>

Lehtinen, Toni/HS (2021) *Onnettomuus-Teslaan suihkutettiin yli 110 000 litraa vettä – Pelastus-laitokset eivät ole varautuneet vaikeasti sammutettaviin akkupaloihin*. Hämtat från Helsingin Sanomat 02.05.2021: <https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000007938591.html>

Marine Accident Investigation Branch/MAIB (2011) *Report on the investigation of the fire on the main vehicle deck of Commodore Clipper while on passage to Portsmouth 16th June 2010*. Hämtad 22.08.2021: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/547c6fb0e5274a428d000037/CommodoreClipperReport.pdf>

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap/MSB (2020) *Vägledning, räddningsinsats där litiumjonbatterier förekommer*. Hämtat från MSB 23.08.2021: <https://rib.msb.se/filer/pdf/29268.pdf>

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap/MSB (02.06.2021) *Trafikolycka och bränder i e-fordon*. Hämtat från MSB 27.09.2021: <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/raddningstjanst-och-raddningsinsatser/trafikolycka/trafikolycka-e-fordon/>

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap/MSB (24.09.2021) *Brandsläckare*. Hämtat 11.10.2021: <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/brandskydd/brandskyddsutrustning/brandslackare/>

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap/MSB (2013) *Vatten och andra släckmedel*. Hämtat 11.10.2021: <https://rib.msb.se/filer/pdf/27245.pdf>

Nordberg, Isabel (2021) *Brinnande elbilar är svåra att släcka - passagerarfartyg jobbar proaktivt för att förhindra farliga bränder ombord*. Hämtat från Yle 20.08.2021: <https://svenska.yle.fi/a/7-10003068>

Rask, Kristofer (2021) *Årets statistik: 2021 dubblade vi antalet elbilar i Sverige*. Hämtat från Allt om Elbil 12.01.2022: <https://alltomelbil.se/arets-statistik-2021-dubblade-vi-antalet-elbilar-i-sverige/>

Research Institutes of Sweden/RISE (2020) *Brand i alternativa energibärare på däck*. Hämtat 12.01.2022: <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/brand-i-alternativa-energibarare-pa-dack>

Safety4Sea (2018) *EMSA: 20% of investigated accidents on Ro-Ros are fire related*. Hämtat från Safety4Sea 10.09.2021: <https://safety4sea.com/emsa-20-of-investigated-accidents-on-ro-ros-are-fire-related/>

STCW (2010) *STCW Code Table A-VI/1-2, Specification of minimum standard of competence in fire prevention and firefighting*. Hämtat från EduMaritime.net 10.09.2021: <https://www.edumaritime.net/stcw-code/stcw-vi-1-safety-familiarization-and-basic-training>

Tanskanen, Jari (2021) *Rederierna reagerar på risken för brinnande elbilar ombord – hela bildäcket kan kollapsa om branden hinner sprida sig*. Hämtad från Yle 20.07.2021: <https://svenska.yle.fi/a/7-10002991>

Tesla (2016) *INFORMATION FOR FIRST AND SECOND RESPONDERS EMERGENCY RESPONSE GUIDE – TESLA MODEL S ELECTRIC*. Hämtat från Tesla 17.08.2021: https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/2016_Model_S_Emergency_Response_Guide_en.pdf

Totalförsvarets forskningsinstitut (2021) *Gasformig HF vid brand i trånga utrymmen-risker för hudupptag vid insatser*. Hämtat från MSB 20.08.2021: <https://rib.msb.se/filer/pdf/29507.pdf>

Bildförteckning

Figur 1. INSIDEEEVs (2014) *Batteripack från en Tesla model S*. Hämtad 26.08.2021: <https://insideevs.com/news/323682/rare-look-inside-a-tesla-model-s-battery-pack/>

Figur 2. Electric cars guide (2015) *Ett batteri från en Toyota Prius*. Hämtad 26.08.2021: <https://www.electriccarsguide.com.au/latest-news/hydride-battery-for-hybrid-vehicles-improve-energy-density/>

Figur 3. Lönnqvist, Fredrik, FL (2021) *Chassisprinkler*. Foto taget 27.08.2021

Figur 4. Lönnqvist, Fredrik, FL (2021) *Värmekamera av märket FLIR*. Foto taget 07.09.2021

Figur 5. Leader (2021) *Brandfilt i användning*. Hämtad från Leader 01.05.2022: <https://www.leader-group.com/en/firefighting-equipment/fire-blanket/large-fire-blanket-leader-stop>

Figur 6. Rantala, Markku/Yle (2021) *Bassäng för brinnande bilar*. Hämtad från Yle 10.08.2021: <https://svenska.yle.fi/a/7-10002991>

Figur 7. Pelastusopisto (2021) *Genombrottsrör*. Hämtad från Helsingin Sanomat 02.05.2021: <https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000007938591.html>