



**CHALMERS**

# **Elfordons påverkan på arbetsrutiner och logistik i svenska bilhamnar**

Kandidatarbete inom internationell logistik

**TAULANT BEGAJ  
NIKLAS NYHLÉN**

**INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER**

---

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige, 2024



# Elfordons påverkan på arbetsrutiner och logistik i svenska bilhamnar

Kandidatarbete inom internationell logistik

TAULANT BEGAJ  
NIKLAS NYHLÉN

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper  
*Avdelningen för maritima studier*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige, 2024

## **Elfordons påverkan på arbetsrutiner och logistik i svenska bilhamnar**

TAULANT BEGAJ  
NIKLAS NYHLÉN

© TAULANT BEGAJ, 2024  
© NIKLAS NYHLÉN, 2024

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper  
Chalmers tekniska högskola  
SE-412 96 Göteborg  
Sverige  
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper  
Chalmers tekniska högskola  
Göteborg, Sverige 2024

## **FÖRORD**

Denna kandidatuppsats är skriven under våren 2024 som avslutande del av utbildningen Internationell logistik (180 högskolepoäng) på Chalmers tekniska högskola. Rapporten omfattar 15 högskolepoäng.

Vi vill rikta ett stort tack till samtliga personer som har hjälpt oss under skrivprocessen av rapporten med handledning, rådgivning och hänvisningar. Ett extra stort tack riktas till vår handledare Tomas Olsson Neptun och samtliga deltagare i studien som har ägnat sin tid för att bidra till rapporten.

# Elfordons påverkan på arbetsrutiner och logistik i svenska bilhamnar

TAULANT BEGAJ  
NIKLAS NYHLÉN

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper  
Chalmers tekniska högskola

## SAMMANDRAG

Bilhamnar ansvarar för lastning, lossning och uppställning av kommersiella vägfordon. På senare år har dessa fordons energikälla för framdrivning börjat bytas ut från fossila bränslen till elektricitet. Syftet med denna rapport är att redogöra hur den ökande mängden laddningsbara elfordon som hanteras påverkar svenska bilhamnar sett till dagliga arbetsrutiner och logistik samt belysa eventuella faktorer som bidrar till en potentiell påverkan. Rapporten använder en metodkombination där kvalitativa och kvantitativa data samlades in genom forskningsintervjuer med nio högkvalitativa deltagare. Samtliga deltagare har eller har haft en chefsposition med koppling till hamnar inom rapportens avgränsningar. Insamlade data analyserades för att besvara följande två forskningsfrågor:

- Hur påverkas arbetsrutiner och det logistiska flödet i svenska bilhamnar på grund av den ökade mängden eldrivna fordon som hanteras?
- Vilka är de främsta faktorerna om arbetsrutiner och det logistiska flödet i svenska bilhamnar påverkas av den ökade mängden eldrivna fordon som hanteras?

Resultatet visar att svenska bilhamnar inte påverkas under en felfri arbetsdag utan defekter på godset. En mindre ökning av total arbetstid uppstår med koppling till hantering av ej fungerande elfordon, där hanteringskraven skiljer sig från fordon med förbränningsmotorer, samt arbetsrutiner för avfrostning. Faktorerna som ligger till grund för påverkan av arbetsrutiner anses främst vara fordonets laddningsnivå, säkerhetsaspekter samt väder.

Studien avgränsas till att endast undersöka svenska bilhamnar som hanterar minst 50 000 fordon per år samt endast hamnar som lastar och lossar nyproducerade elfordon på PCTC-fartyg.

**Nyckelord:** bilhamn, ro-ro, arbetsrutin, logistik, elfordon, litiumbatteri, laddningsnivå, pctc

# **EVs impact on work routines and logistics in Swedish automotive terminals**

TAULANT BEGAJ

NIKLAS NYHLÉN

Department of Mechanics and Maritime Sciences

Chalmers University of Technology

## **ABSTRACT**

Automotive terminals oversee the loading, unloading, and temporary storage of road vehicles. During the later years, the energy source of these vehicles has started to shift from fossil fuels to electricity. This report aims to review how the increasing amount of chargeable electrical vehicles (EV) that are handled affects Swedish automotive terminals in terms of daily work routines and highlight any factors that contribute to a potential impact. The report uses a mixed method approach where qualitative and quantitative data are gathered through research interviews with nine high-quality participants. All the participants have or have had a managing position connected to terminals within the report's delimitations. All gathered data was analyzed to answer the two following research questions:

- How are the daily work routines and the logistical flow in Swedish automotive terminals affected due to the increased amount of EVs being handled?
- What are the main factors if daily work routines and the logistical flow in Swedish automotive terminals are affected by the increased amount of EVs being handled?

The result shows that Swedish automotive terminals are not affected during a flawless day of work with no defects in the freight. A relatively small increase in the total working time becomes present regarding handling the non-functioning EVs, where the handling requirements are different compared to the internal combustion engine vehicles, as well as work routines connected to defrosting. The main factors underlying the influence of work routines are mainly considered to be the vehicle's charging level, safety aspects, and weather.

The study is limited to only examining Swedish automotive terminals that handle at least 50 000 vehicles yearly as well as only ports that load and unload brand-new electrical vehicles on PCTC-carriers. The report is written in Swedish.

**Keywords:** automotive terminal, ro-ro, work routine, logistics, electrical vehicle, lithium-ion battery, state of charge, pctc

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte .....	1
1.3 Frågeställning .....	2
1.4 Avgränsningar .....	2
2. Teori .....	3
2.1 Logistik i bilhamnsterminalen.....	3
2.1.1 Arbetsrutiner i bilhamnen.....	3
2.1.2 Faktorer för effektiv godshantering i bilhamnen.....	3
2.1.3 Positionering av bilar i hamnen.....	4
2.1.4 First In First Out-principen .....	4
2.2 Elfordon.....	4
2.2.1 Litiumbatteri.....	5
2.2.2 State of Charge .....	5
2.2.3 Laddningssystem .....	5
2.2.4 Laddningsinfrastruktur i hamnar .....	5
2.2.5 Termisk rusning.....	6
2.2.6 Prestandaförsämring av litiumbatterier i låga temperaturer .....	6
2.2.7 Nyproducerade elfordons transportinställningar .....	6
3. Metod .....	7
3.1 Forskningsstrategi .....	7
3.2 Datainsamling.....	7
3.2.1 Litteratursökning .....	7
3.2.2 Intervjuer .....	8
3.2.3 Urval av deltagare i studien.....	8
3.2.4 Etik .....	9
3.3 Analys.....	10
3.3.1 Analys av kvalitativ data .....	10
3.3.2 Analys av kvantitativ data .....	10
3.4 Validitet och reliabilitet.....	10
3.4.1 Validitet.....	11
3.4.2 Reliabilitet .....	11
4. Resultat.....	12
4.1 Påverkan på arbetsrutiner och logistik .....	12
4.1.1 Hantering av ej fungerande fordon.....	12
4.1.2 Påverkad hanteringstid .....	12



4.1.3 Internutbildning .....	13
4.1.4 Lastning av fartyg.....	13
4.1.5 Laddning av elfordon .....	13
4.1.6 Avfrostning.....	14
4.1.7 Administration.....	14
4.2 Ingen eller mindre påverkan på arbetsrutiner och logistik.....	15
4.2.1 Elfordon utan defekter.....	15
4.2.2 Antalet förflyttningar per fordon i bilhamnen.....	15
4.3 Faktorer för påverkan .....	16
4.3.1 Nya hanteringskrav och instruktioner .....	16
4.3.2 Nya funktioner och inställningar.....	16
4.3.3 Elfordonets laddningsnivå (State of Charge) .....	17
4.3.4 Väder .....	17
4.3.5 Transportläge.....	18
4.4 Frågeformulär med likertskala .....	18
5. Diskussion .....	21
5.1 Elfordons påverkan på svenska bilhamnars arbetsrutiner .....	21
5.2 Faktorer för elfordons påverkan av bilhamnars arbetsrutiner .....	22
5.3 Metoddiskussion.....	23
6. Slutsatser .....	24
6.1 Rekommendationer till fortsatt arbete.....	24
Källförteckning.....	26
BILAGA 1: Intervjufrågor .....	28
BILAGA 2: Samtyckesformulär .....	30

## TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1 Deltagare i studien.....	9
-----------------------------------	---

## DIAGRAMFÖRTECKNING

Diagram 1 Elfordons påverkan på arbetsrutiner i bilhamnen .....	18
Diagram 2 Framtida påverkan på arbetsrutiner .....	19
Diagram 3 Väderpåverkan på elfordonshantering .....	19
Diagram 4 Uppskattning av bilhamnens framtida investeringsbehov .....	20
Diagram 5 Elfordons hanteringstid .....	20

## EKVATIONSFÖRTECKNING

Ekvation 1 Formel för servicetid.....	3
---------------------------------------	---

## FÖRKORTNINGAR OCH BEGREPP

DNV GL	Det Norske Veritas/Germanischer Lloyd – Klassificeringssällskap som tar fram klassregler och klassificerar fartyg.
ETD	Estimated Time of Departure – Fartygets uppskattade avgångstid.
H/H-maskin	High and Heavy-maskin – Fordon för tungt industriarbete som grävmaskiner och vältar. Går på hjul eller larver.
PCTC	Pure Car & Truck Carrier – Fartygstyp som fraktar vägfordon, lastas och lossas via ramp kopplad till fartyget.
PDI	Pre Delivery Inspection – Avdelning i bilhamn som hanterar och inspekterar importerade fordon innan godset lämnar hamnen.
Ro-Ro	Roll on/Roll off – Rullande gods (vägfordon) inom sjöfarten som lastas och lossas horisontellt på specialanpassade fartyg.
SOC	State of Charge – Laddningsnivån i ett elfordons batteri.



# 1. INLEDNING

Svenska bilhamnar importerar och exporterar rullande gods. Till skillnad från färjeterminaler och Roll on Roll off (Ro-Ro)-terminaler så är godset som hanteras i bilhamnen till en majoritet nyproducerat. Det rullande godset som tidigare har använt sig av fossila bränslen som primär energikälla håller nu på att bytas ut mot eldrivna fordon (Rietmann, Hügler, & Lieven, 2020). Rapporten avser att belysa hur svenska bilhamnars arbetsrutiner och logistik påverkas av denna förändring.

## 1.1 Bakgrund

Sedan Pure Car Truck Carrier (PCTC)-fartygen introducerades på marknaden för över femtio år sedan har godset som fraktas på dessa fartyg främst använt sig av förbränningsmotorer för framdrivning. Passagerarfordon och High and Heavy-maskiner (H/H) har blivit större och mer teknologiskt avancerade men det är inte för än introduktionen och det ökade flödet av batteridrivna fordon som godsets energikälla för framdrivning förändrats från fossilt till förnyelsebart. Framdrivning med el i stället för fossila bränslen sätter nya krav på bilhamnar, som exempelvis behovet av laddstolpar och specialkompetens för bilmekaniker (Sveriges Radio, 2022). Regelverk inom sjöfarten anpassas nu för dagens Ro-Ro-sjöfart genom initiativ som exempelvis utredningen Lash Fire, ett internationellt forskningsprojekt med målet att minska risken för bränder ombord på alla sorters Ro-Ro-fartyg finansierat av EU (Europeiska Unionen, 2019).

Vid år 2032 uppskattas världens fordonsflotta att bestå till 30% av laddningsbara elfordon (Rietmann m.fl., 2020). Andelen laddningsbara bilar i Sverige under 2022 uppgick till 9% av samtliga personbilar i trafik (Trafikanalys, 2023). Europeiska handlingsplanen Fit for 55 som avser att minska utsläppen av växthusgaser inom EU med 55% till 2030 och uppnå klimatneutralitet inom EU vid 2055 samt Sveriges nationella klimatmål om nettonollutsläpp av växthusgaser år 2045 är politiska initiativ som begränsar användningen av förbränningsmotorer som släpper ut växthusgaser. Sveriges största biltillverkare Volvo Cars AB har exempelvis ambitionen att vara ett helt elektriskt bilmärke till 2030 (Volvo Cars, 2021).

Mycket av tillgänglig information och forskning angående elfordons påverkan på Ro-Ro-transport är kopplade till rederiernas verksamhet, men hur påverkas hamnarna?

Bilhamnar är en vital del av fraktkedjan för nyproducerade fordon. Ett utbyte av gods från fordon med förbränningsmotorer till laddningsbara fordon kommer att ställa nya krav på hamnarna och det är detta denna rapport försöker att belysa.

## 1.2 Syfte

Rapporten avser att redogöra hur den ökande mängden laddningsbara elfordon påverkar svenska bilhamnar sett till dagliga arbetsrutiner och logistik samt belysa eventuella faktorer som bidrar till denna påverkan. Målet med rapporten är att få en inblick i hur Sveriges bilhamnars arbete möjligtvis påverkas och kommer att förändras under omställningen till ett relativt nytt slags godsflöde som primärt är eldrivet.

### **1.3 Frågeställning**

Rapporten avser att besvara följande två frågeställningar:

- Hur påverkas arbetsrutiner och det logistiska flödet i svenska bilhamnar på grund av den ökade mängden eldrivna fordon som hanteras?
- Vilka är de främsta faktorerna om arbetsrutiner och det logistiska flödet i svenska bilhamnar påverkas av den ökade mängden eldrivna fordon som hanteras?

### **1.4 Avgränsningar**

Rapporten avgränsas till att endast undersöka svenska bilhamnar som hanterar minst 50 000 fordon per år samt endast hamnar som lastar och lossar nyproducerade elfordon på PCTC-fartyg. Rapporten behandlar inte hur fraktköpare blir påverkade av den ökade mängden elfordon som transporteras. Hur bilhamnen påverkas ekonomiskt tas inte upp mer än frågor om framtida investeringsbehov vilket kan belysa vilken infrastruktur och kompetens som behövs i framtidens bilhamn. Studien begränsar sig till bilhamnens arbetsrutiner och logistik, risker kopplat till elfordonsbränder behandlas inte förutom när säkerhetsaspekter tas upp i koppling till arbetsrutiner rörande hantering av elfordon.

## 2. TEORI

För handelsnationer är hamnar den främsta länken mellan handelspartners och en ekonomisk multiplikator för ökat välstånd (Alderton, 2008). Under 2023 ökade importen och exporten av motorfordon för Sveriges hamnars medlemsföretag med 17% från föregående år och uppgick totalt till 570 447 motorfordon (Transportföretagen, 2024).

### 2.1 Logistik i bilhamnsterminalen

Bilhamnar ansvarar för lastning, lossning och uppställning av kommersiella vägfordon (Iannone m.fl., 2015). För att öka produktiviteten i hamnen så är vanligtvis målsättningen att antingen minska tiden fartyget är i hamnen eller att minska kostnader utan att det påverkar hamnliggstiden (Alderton, 2008). Optimerade logistiska processer i bilhamnen är av yttersta vikt eftersom Ro-Ro-transporter har en ökande viktig roll i fordonsindustrins försörjningskedja (Chen m.fl., 2020). Låg effektivitet i bilhamnen ökar risken för att fartygens seglingschema försenas och att trängsel i hamnen uppstår (Chen m.fl., 2020).

#### 2.1.1 Arbetsrutiner i bilhamnen

Inför ett PCTC-anlöp för import/export av rullande gods så ansvarar den operativa avdelningen i bilhamnen för schemat fartygen får anlöpa samt identifiering av varje fordon (modell, destination, ETD). Samtliga fordon ska allokeras på uppställningsområdet med en förbestämd parkeringsplats. Beroende på arbetsbelastning beräknas sedan hur många chaufförer som behöver arbeta under lastning/lossning (Iannone m.fl., 2015).

När fartyget har förtöjt vid kaj och är redo så startar lastnings-/lossningsprocessen. Stuveriets chaufförer ansvarar då för att förflytta fordonen mellan fartyg och tilldelad parkeringsplats i bilhamnen.

#### 2.1.2 Faktorer för effektiv godshantering i bilhamnen

I artikeln *Performance Indicator for Roll-on-Roll-off terminals* har P. Morales-Fusco och S. Saurí (2009) etablerat huvudfaktorerna för en kvalitativ bilhamn. Dessa faktorer är servicetid, fartygstid, uppställningsområdestid, sannolikhet för väntetid och kapacitet.

- Servicetid ( $t_s$ ) är den totala tid som en bilhamn tillägnar för ett fartygsanlöp.
- Fartygstid ( $t_v$ ) är tiden som stuveriet spenderar på fartyget för lastning och lossning.
- Uppställningsområdestid ( $t_y$ ) är tiden för ett anlöp som stuveriet spenderar utanför fartyget. Detta inkluderar transporten från ramp till förvaring.

Servicetiden inkluderar också den övriga operativa tiden ( $t_{ud}$ ) som spenderas på ett anlöp eftersom detta är konstant återkommande, exempelvis uppmärkning och kontrollering. Följande formel utgör servicetid (1):

$$t_s = t_v + t_y + t_{ud} \quad (1)$$

(Morales-Fusco & Saurí, 2009)

Sannolikhet för väntetid påverkas främst av fartygens scheman. Tidigare anlöp kan inte användas som referenspunkt men PCTC-fartyg har vanligtvis ett planerat schema för kommande anlöp. När fartyget ligger till kaj så påverkas sannolikheten för väntetid främst av antalet ramper på fartyget eftersom godset i bilhamnen är av relativt liknande typ.

Kapaciteten i hamnen kan enligt P. Morales-Fusco och S. Saurí bestämmas genom att utgå från en maximal väntetid som ett fordon får spendera i hamnen. Variansen i servicetid och sannolikhet för väntetid samt maximal väntetid ger en bestämd mängd mottagna fordon som bilhamnen kan hantera samtidigt.

### **2.1.3 Positionering av bilar i hamnen**

Bilhamnen använder sig inte av utrustning som är vanlig i andra sorters hamnar som exempelvis kranar, grensletruckar eller staplingsmaskiner. Godset i bilhamnen är inte stapelbart vilket begränsar hamnens kapacitet och godset flyttas vanligtvis inte runt likt containrar för att minska skaderisken från angränsande gods (Iannone m.fl., 2015). Majoriteten av godset i bilhamnen lastas och lossas av chaufförer. Att placera godset i en effektiv ordning för in- och utflöde har därför större påverkan på effektivitet i bilhamnar än exempelvis containerterminaler (Chen m.fl., 2020).

Den främsta begränsande faktorn för bilhamnens kapacitet är storleken på uppställningsområdet ("yarden") (Iannone m.fl., 2015). Uppställningsområdet delas upp i rader och zoner som vanligtvis angränsar varandra. Hur fordonen fördelas i uppställningsområdet beror på bilhamnens policy. Fordon som ska lastas på samma fartyg kan antingen stå tillsammans, vara utspritt på flera zoner eller uppdelat i modell och tillverkare (Chen m.fl., 2020). Uppställningsområdet måste vara rationellt designat för den cirkulära processen som sker när chauffören lastar en bil för att sedan gå eller bli skjutsade tillbaka till nästa fordon som ska lastas.

Planeringen av fordonens placering på uppställningsområdet behöver ske i ett tidigt stadie eftersom kommersiella vägfordon och H/H-maskiner är högvärdigt gods. För att minska risken för skador på godset ska förflyttning av gods på uppställningsområdet vara så minimal som möjligt (Cordeau m.fl., 2011). Vid omlastning anses en skadenivå på mellan 0,5% till 1% av godset vara acceptabelt (Iannone m.fl., 2015).

### **2.1.4 First In First Out-principen**

På uppställningsområdet i bilhamnen tilldelas fordonen en parkeringsplats beroende på bilhamnens tilldelningspolicy. Tilldelningspolicyn delar upp parkeringsplatserna på uppställningsområdet i rader som vanligtvis ska främja First In First Out (FIFO)-principen (Iannone m.fl., 2015). Enligt principen ska det första fordonet som parkerar i bilhamnen vara det första fordonet som lämnar bilhamnen. Under parkerings- och tilldelningsprocessen finns det risk för att misstag uppstår som påverkar FIFO-ordningen. FIFO-ordningen kan också påverkas av platsbrist där fordon behöver placeras på buffertområden i bilhamnen (Iannone m.fl., 2015).

## **2.2 Elfordon**

För att minska utsläppen av växthusgaser och luftföroreningar från fossila bränslen anses elfordon vara en bidragande lösning som växer i andel (Kostopoulos, m.fl., 2019). Vägfordon med elmotor eller elhybridmotor har blivit vanligare i transportsektorn den senaste tiden och förväntas på sikt att ersätta fordon med förbränningsmotorer (Un-Noor m.fl., 2017). Enligt Statistikmyndigheten SCB har elfordonsmarknaden i Sverige nästan tredubblats mellan år 2020 och 2022. År 2022 var 32% av nyregistrerade bilar elfordon, en ökning från 2021 då elfordon utgjorde 18% av alla nyregistrerade bilar (Statistikmyndigheten SCB, 2023). Den ökande mängden elfordon i fordonsflottan ställer nya utmaningar när det gäller tillgång till laddningsinfrastruktur och dess optimering (Rahman m.fl., 2014).



### 2.2.1 Litiumbatteri

Hybridbilar och elfordon använder idag primärt litiumbatterier som energikälla.

Litiumbatterier anses i artikeln *Lithium batteries: Status, prospects and future* av B. Scrosati och J. Garche (2009) vara den lämpligaste energikällan för hållbar transport eftersom de effektivt kan garantera spridningen av elfordon. På grund av batteriets höga arbetsspänning och högre energitäthet än konventionella alkaliska batterier är litiumbatterier för närvarande den mest använda strömkällan för ett brett utbud av bärbara elektroniska enheter (Wang m.fl., 2019). Litiumbatterier anses idag vara en nyckelteknologi för att lagra elektrisk energi från förnybara källor och kommer att underlätta övergången till en eldriven fordonsflotta (Wang m.fl., 2019).

### 2.2.2 State of Charge

State of Charge (SOC) är ett relativt värde som visar ration av den kapaciteten som är kvar i batteriet i förhållande till batteriets högsta möjliga kapacitet (Demirci, Taskin, Schaltz, & Demirci, 2024). Värdet uttrycks vanligtvis i procent (%). Om SOC visas vara 100% innebär detta att batteriet är fulladdad och när det visas som 0% helt urladdad. När batteriet åldras så sjunker batteriets kapacitet vilket betyder att ett gammalt batteris 100% SOC skulle kunna vara ett nytt batteris 75%-80% SOC (Abdi m.fl., 2017).

Mätning av SOC används som en kritisk indikator för att avgöra om batteriet behöver laddas eller sluta laddas i förhållande till batteriets ström, spänning, temperatur och andra parametrar (Demirci, Taskin, Schaltz, & Demirci, 2024).

### 2.2.3 Laddningssystem

Elbilsladdning kan delas in i fyra huvudkategorier: långsam, semisnabb, snabb och ultrasnabb laddning (Umair Mutarraf m.fl., 2022). Det mest använda laddningsprotokollet för laddning av litiumbatterier heter Constant Current and Constant Voltage protocol (CCCV) (Zhou m.fl., 2024). Konventionella laddningsmetoder som konstant strömflöde (CC) som riskerar överladdning och i längden en kortare batterilivslängd om algoritmen för uppskattning av SOC avviker kan undvikas med CCCV-protokollet (Umair Mutarraf m.fl., 2022). Litiumbatteriet laddas enligt CCCV-protokollet med ett konstant strömflöde (CC) under laddning tills batteriet har uppnått den högsta säkra laddningsgränsen och därefter fortsätter laddningen med en konstant spänning (CV) men samtidigt reduceras strömflödet exponentiellt, som leder till en reducerad laddningshastighet för att undvika överladdning (Amin m.fl., 2018). Det är därför litiumbatterier kan laddas mycket snabbare från 0% till 80% jämfört med 80% till 100% (Kostopoulos m.fl., 2020).

Laddningshastigheten kan höjas genom att öka C-värdet där C är den nominala kapaciteten i amper/timme och C-värdet är det flöde som behövs för att ladda eller ladda ur ett batteri inom en timme (Town, Taghizadeh, & Deilami, 2022). Laddningshastigheten för litiumbatterier är vanligtvis emellan 0,5 till 3,2 C, för att klassas som snabbaddning krävs 3,2 till 4 C och upp till 6 C eller mer för ultrasnabb laddning (Umair Mutarraf m.fl., 2022).

### 2.2.4 Laddningsinfrastruktur i hamnar

I artikeln *EV Charging on Ferries and in Terminals - A Business Model Perspective* beskriver Jon Williamsson att skandinaviska hamnar ställer om till att bli mer hållbara, vilket ökar potentialen för elektrifiering, men att lönsamhet är en utmaning när laddningsinfrastruktur i

hamnar utvärderas. DNV GL beskriver hamnar som möjliga framtida ”avkarboniseringshubbar” samt att deras hållbara omställning inkluderar direkt och indirekt elektrifiering av hamnrelaterade aktiviteter (DNV GL, 2020). Tekniken och metodiken för att utrusta bilhamnar med ökad mängd laddningsinfrastruktur finns redan tillgänglig. Bilhamnar behöver beräkna och identifiera tidpunkten när investeringar i anpassad utrustning för elfordon täcker det största möjliga godsflödet av elfordon vilket enligt Carlos Martín (2018) är den avgörande faktorn för bilhamnars investeringsstrategi i laddningsinfrastruktur.

### **2.2.5 Termisk rusning**

Med ökningen av elfordonsproduktion har det uppstått ett behov av att producera batterier med en högre koncentration av energi för att minska begränsningen av fordonets räckvidd. Materialen med högre energitäthet kan dock ha lägre termisk stabilitet, vilket leder till säkerhetsproblem, t.ex. termisk rusning (TR) (Feng m. fl., 2018). Den termiska rusningen inträffar när temperaturen stiger onormalt på grund av avvikelser i batteriet, kemiska processer startar efter varandra och genererar kedjereaktioner. Den primära orsaken till kedjereaktionerna är Heat Temperature Reaction (HTR)-loopen som är den avvikande värmegenereringen vilket höjer cellens temperatur och HTR-loopen skapas när sidoreaktioner avger ytterligare värme. HTR-loopen arbetar vid en mycket hög temperatur tills TR inträffar i batteriet (Feng m. fl., 2018).

### **2.2.6 Prestandaförsämring av litiumbatterier i låga temperaturer**

Kallt klimat har en negativ effekt på litiumbatteriets kapacitet (Belgibayeva m. fl., 2022). Litiumbatterier tappar 44 % av dess kapacitet när det dräneras med en konstant hastighet av 0,2 C i  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Zhu m. fl., 2023). Elfordons räckvidd kan minskas med runt 40 % till 45 % vid  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  i jämförelse med samma omständighet i  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Zhu m. fl., 2023). Snabbladdningsinfrastruktur kan vara en lösning för att hantera räckviddsproblematiken som uppstår vid låga temperaturer och främja införandet av elbilar. Snabbladdning ger snabbare laddningstider vilket underlättar långdistansresor men forskning inom området snabbladdning vid låga temperaturer medföljer utmaningar. Detta eftersom snabbladdning vid mycket låga temperaturer är mer utmanande på grund av den långsamma kinetiken hos elektrokemiska system (Zhu m. fl., 2023).

### **2.2.7 Nyproducerade elfordons transportinställningar**

Hur ett elfordon ska vara programmerat under transport kan variera från ett sådant med konventionell förbränningsmotor. Detta kan vara riktlinjer om hur mycket fordonet ska vara laddat eller andra säkerhetsåtgärder som behöver implementeras före lastning ombord på fartyg. Exempelvis står det i Ro-Ro rederiet UECC:s riktlinjer för hantering av elfordon som transporteras på deras fartyg att de inte ska vara laddade mer än 40% och inte mindre än 20% (UECC, 2022). Elfordon ställs vanligtvis i transportläge under transport vilket är ett läge där fordonet förbrukar mindre energi och bara basfunktioner i fordonet kan aktiveras. Enligt Tesla så kan deras transportläge hindra bilen från att aktivera parkeringsbromsen samt att fordonet kan operera i låg spänning (Tesla, u.å.).

## 3. METOD

Rapportens forskningsfrågor styr litteraturgenomgång, forskningsdesign, val av vilka data som ska samlas in samt analysen av data (Bryman, 2016). I följande kapitel redovisas rapportens metod och tillvägagångssätt för dessa processer samt etiska aspekter, validitet och reliabilitet.

### 3.1 Forskningsstrategi

Rapporten använde sig av en metodkombination där kvalitativa och kvantitativa data samlades in och analyserades. Forskningsstrategin fallstudie tillämpades och datainsamling utfördes genom litteratursökning, intervjuer och frågeformulär.

För att svara på ett naturligt förekommande fenomen som är distinkt begränsat så användes forskningsstrategin fallstudie för att skriva rapporten. En fallstudie belyser det generella genom att titta på det specifika (Denscombe, 2018). Forskningsstrategin fallstudie möjliggjorde fokus på studiens djup, inramning av problembeskrivning samt användande av flertalet datakällor.

Fördelen med att använda fallstudie som forskningsstrategi för rapporten var flexibiliteten i datakällor. Hur ökningen av antalet elfordon påverkar arbetsrutinerna i svenska bilhamnar kan anses vara ett koncentrerat undersökningsområde. Användningen av flera datakällor som i detta fall var litteratursökning, semistrukturerade intervjuer samt ett formulär med likertskala gav ett mer nyanserat resultat och underlättade analysarbetet.

Nackdelen med användandet av fallstudie som forskningsstrategi i rapporten var problematiken i att avgränsa fallet. Under intervjuer var det märkbart att aktörer i svenska bilhamnar var nära sammankopplade med fraktköpare på landsidan och rederier på sjösidan. Vissa data som samlades in från forskningsintervjun kunde därför inte användas i det slutgiltiga resultatet eftersom dessa data inte berörde svenska bilhamnar och därför var utanför rapportens avgränsningar.

### 3.2 Datainsamling

Datainsamling utfördes i form av litteratursökning samt intervjuer med relevanta personer inom området svensk bilhamnslogistik. Intervjuerna delades upp i två delar där den första delen är en semi-strukturerad intervju och den andra delen är ett frågeformulär med likertskala som svarsalternativ.

#### 3.2.1 Litteratursökning

En insamling av relevant litteratur för ämnen inom rapportens avgränsningar har genomförts. Information från insamlad litteratur har som syfte att ligga till grund för teorin i rapporten. Detta inkluderar vetenskapliga rapporter, artiklar och böcker. Insamlingen har fokuserat på litteratur som utforskar logistiska hanteringen av gods i bilhamnar samt litteratur som förklarar basala tekniska beskrivningar och utmaningar på elfordon, litiumbatterier och deras laddningssystem.

Fysiska böcker och digitalt material har hittats på Chalmers bibliotek. De sökmotorer som har använts är Scopus, Chalmers Library och Google Scholar. Under litteratursökningen användes engelska översättningar av nyckelord som "bilhamn", "elfordon", "logistik",

”litiumbatterier”, ”laddningssystem”, ”termisk rusning”, ”bilterminal”, ”SOC”. Majoriteten av litteraturen som har samlats in är internationell och på engelska.

Urvalet av akademiska rapporter och artiklar som använts i rapporten baserades på litteraturens relevans, författarens auktoritet på området samt om litteraturen är peer-review-granskad. Ämnesområdet bilhamnslogistik har en begränsad mängd vetenskaplig litteratur som uppfyller samtliga av dessa tre kriterier. Vetenskaplig litteratur om elfordon och litiumbatterier finns det ett brett utbud av som uppfyller samtliga tre kriterier.

### **3.2.2 Intervjuer**

För datainsamling till rapportens resultat användes metoden forskningsintervju. Människor som samtycker till att delta i en forskningsintervju förstår att de deltar i ett formellt forskningsprojekt (Denscombe, 2018). Intervjuerna som utfördes var med relevanta auktoriteter inom rapportens område bilhamnslogistik och var uppdelad i två delar. Den första delen bestod av en semi-strukturerad intervju med fem frågor och den andra delen bestod av ett frågeformulär med svarsalternativ utformade med likertskala.

#### **3.2.2.1 Del 1: Semi-strukturerad intervju**

I den första delen av intervjun fick samtliga deltagare svara på en fem förbestämda frågor kopplade till forskningsämnet. Intervjun i del ett var av semi-strukturerad struktur. Frågorna som ställdes var tydligt kopplade till forskningsämnet men öppnade upp för att svara mer utförligt och fördjupande. En semi-strukturerad intervjustruktur gjorde det också möjligt att anpassa frågorna, i detta fall fråga 4 och 5, beroende på om deltagaren arbetade i bilhamn eller arbetade på rederi.

#### **3.2.2.2 Del 2: Frågeformulär med likertskala**

I del två av intervjun fick samtliga deltagare svara muntligt på ett frågeformulär med fem frågor där svaren angavs på en likertskala mellan ett och sex. En likertskala uppmanar deltagaren att ange sin åsikt och besvara frågan på en skala med ett fastställt antal steg (Denscombe, 2018). Samtliga deltagare fick samma frågor och svarsalternativ.

Frågeformuläret med likertskala adderade en kvantitativ del till studien och möjliggjorde mätning av deltagarnas åsikter och positionering inom specifika frågor innanför rapportens avgränsningar.

### **3.2.3 Urval av deltagare i studien**

Urvalet av personer som intervjuades och deltog i studien är kopplade till svensk bilhamnslogistik och kan kategoriseras som ett explorativt urval. Samtliga deltagare har eller har haft en högt uppsatt position på respektive företag. Företagen som har kontaktats och blev förfrågade om att delta i studien bedriver sin verksamhet i svenska bilhamnar, detta inkluderar företag som bedriver stuveriverksamhet samt Pre-Delivery Inspection (PDI)-företag. Urvalet inkluderade också rederier som bedriver en verksamhet som har vardaglig koppling till svenska bilhamnar.

Metoden snöbollsurval har använts i urvalet av deltagare i studien. Snöbollsurval växer fram genom att en person refererar till nästa person (Denscombe, 2018). Förfrågningar om deltagande i studien har skickats ut via e-post och telefonsamtal. Efter initial kontakt har samtalen antingen resulterat i ett deltagande, nekande till deltagande eller hänvisning till en

mer relevant person inom forskningsområdet. Deltagare i studien har fått möjligheten att hänvisa till andra personer med relevant koppling till forskningsområdet.

Studien avgränsades till svenska bilhamnar som totalt importerar och exporterar minst 50 000 nyproducerade fordon per år. Avgränsningarna begränsade också urvalet av relevanta deltagare i studien då endast fem svenska hamnar uppfyllde dessa kriterier under 2023 (Transportföretagen, 2024).

I tabell 1 listas de nio deltagare som deltog i studien, deltagarna arbetar på företag verksamma i tre av dessa hamnar eller på rederier som har en koppling till hamnarna inom studiens avgränsningar. Med data insamlat från tre av fem möjliga hamnar, flertalet olika deltagare i samma hamn samt deltagare från två relevanta rederier så uppfyllde data insamlat för resultatet mättnad.

### **Tabell 1**

#### *Deltagare i studien*

<b>ID</b>	<b>Bakgrund</b>
A	Operativ avdelningschef för PDI-område i svensk bilhamn.
B	Chef för lastplanering och lasthantering på PCTC-rederi.
C	Operativ avdelningschef för PDI-område i svensk bilhamn.
D	Operativ chef i Skandinavien på PCTC-rederi.
E	Chef för lastplanering på PCTC-rederi.
F	Produktionsledare och planeringschef i svensk bilhamn.
G	Personal och planeringschef i svensk bilhamn.
H	Verksamhetschef i svensk bilhamn.
I	Tidigare verksamhetschef i svensk bilhamn.

I tabell 1 listas samtliga deltagare i studiens bakgrund. Samtliga deltagare har eller har haft en chefsposition för sin avdelning på företaget eller för hela företaget. Deltagarna kan därav klassas som högkvalitativa med privilegierad information baserat på tidigare erfarenheter och nuvarande position.

### **3.2.4 Etik**

För att skydda deltagarna i studiens intressen gjordes bedömningen att anonymisera samtliga deltagare och organisationer. Anonymiseringen av namn och företag ansågs inte påverka kvalitén på insamlade data. All ytttrad information hanterades som konfidentiell enligt studiens samtyckesavtal.

Samtliga deltagare i studien har medgivit sitt samtycke för frivilligt deltagande och har undertecknat var sitt samtyckesavtal. Samtyckesavtalet listar studiens etiska regler och godkännande om att inspelat material lagras i analysyfte fram tills studien är färdigställd. Studiens formulär för samtycke är bifogad i Bilaga 2.

Innan samtliga intervjuer har deltagarna i studien fått ta del av frågorna som skulle ställas under forskningsintervjuens del ett och två samt haft möjlighet att ställa frågor om utförandet. Deltagarna var också informerade om forskningens syfte samt vilket typ av data som samlades in.

### **3.3 Analys**

Analysen av insamlade data delades upp i två delar, analys av kvalitativ data från del ett av intervjun och analys av kvantitativ data från del två av intervjun.

#### **3.3.1 Analys av kvalitativ data**

Efter att samtliga forskningsintervjuer var utförda förbereddes den kvalitativa datan för tematisk analys genom transkribering och kodning. Datorstödd analys av kvalitativa data, CAQDAS, betyder att datorn tar över de manuella uppgifterna som ingår i kodningsprocessen (Bryman, 2016). För att koda den kvalitativa datan som samlades in användes CAQDAS-programmet NVivo.

Ett tema är en kategori som identifierats av analytikern utifrån insamlade data (Bryman, 2016). Den insamlade transkriberade datan kodades in i generella kategorier som i NVivo kallas för noder. Noderna gav en uppfattning om vilka teman som var återkommande med referenser från flera deltagare i studien. Noderna ”väder”, ”lastning av fartyg” och ”internutbildning” är exempel på generella kategorier som identifierades. Noderna utgjorde grunden för en tematisk analys av den insamlade kvalitativa datan.

Enligt Ryan & Bernard (2003) är repetition, teman som återkommer gång på gång, ett av de vanligaste sätten att identifiera teman. Noderna kopplades till forskningsämnet med flest referenser ansågs vara de mest relevanta områdena för att besvara studiens forskningsfrågor. Det räckte därmed inte endast med att ett tema repeterades, temat behöver även vara relevant till studiens forskningsfrågor vilket enligt Bryman (2016) är än viktigare.

Noderna med flest referenser och hög relevans kopplades till om de besvarade forskningsfråga ett eller två. Vissa noder kopplades till båda forskningsfrågorna då temat dels påvisade en påverkad arbetsrutin, dels innehöll en bakomliggande faktor.

#### **3.3.2 Analys av kvantitativ data**

Den insamlade kvantitativa datan från frågeformuläret med likertskala i del två av forskningsintervjun analyserades genom att sammanfatta fyndens profil med median, medelvärde och standardavvikelse samt presenterades med stapeldiagram. Beräknad median gav det mittersta värdet av datan insamlad för samtliga frågor i frågeformuläret och ansågs användbart på grund av den begränsade mängden data insamlad. Beräknad standardavvikelse från medelvärdet gav en indikation på spridningen av data för varje fråga i frågeformuläret.

### **3.4 Validitet och reliabilitet**

Validitet och reliabilitet utgör viktiga kriterier för en vetenskaplig forskning när det gäller att få en bild av studiens kvalitet (Bryman, 2016). Detta gäller för både kvantitativa och kvalitativa studier.

### **3.4.1 Validitet**

Enligt Bryman (2016), går validitet ut på en bedömning av om de slutsatser som genererats från en undersökning hänger ihop eller inte.

En viktig del av validiteten är om rätt metod har använts för studien som har lett till rätt slutsatser (Bryman 2016). Studiens val av metod för datainsamling var semi-strukturerade intervjuer och frågeformulär med likertskala. Intervjufrågorna innehöll relevanta ämnen angående dagliga arbetsuppgifter samt faktorerna som påverkar bilhamnen mest. Svaren vi fick var beskrivande och antydde, genom liknande svar från respondenterna, att metoden var relevant.

Enligt Hannabuss (1996), det är viktigt att rätt urval görs angående deltagarna i studien. Våra respondenter är verksamma i Ro-Ro-branschen med flera års erfarenhet och anses ha rätt bakgrund för att kunna svara på forskningsintervjuns frågor på ett kompetent sätt.

En viktig komponent för rapportens validitet var analysen som gjordes med hjälp av mjukvaran NVivo. Datorstödd analys av kvalitativa data möjliggjorde att informationen schemalagdes på ett överskådligt sätt och kunde bestyrka huvudpunkterna som togs upp under resultatet.

Viljan att förklara aktörens tolkning av verkligheten är ett ofrånkomligt villkor i kvalitativ forskning, men kan också ge upphov till problem (Bryman, 1997). Båda författarna till studien har tidigare arbetslivserfarenhet av rederiverksamhet, men i begränsad mängd. Fynd ifrån två olika metoder för datainsamling gjorde det möjligt att jämföra fynden från en metod till en annan, vilket sedan gjordes i diskussionskapitlet, och bestyrkte validiteten i forskningens fynd. Flera metoder för datainsamling och ett urval som inte endast inkluderade bilhamnen utan även PDI-företagens och rederiernas perspektiv minskade risken för att studien ska påverkas av möjlig underliggande objektivitet från forskarnas sida.

### **3.4.2 Reliabilitet**

Reliabilitet visar den utsträckning i vilken ett mått på ett begrepp är stabilt eller pålitligt (Bryman, 2016). Detta är viktigt i en kvalitativ studie där mycket av resultaten beror på tolkningen som författarna anser vara korrekt. Därför ska metoden tydligt redovisas för att ge läsaren en tydlig bild på vad som har gjorts och hur det har tolkats.

För att kunna redovisa studiens resultat och tillförlitlighet spelades alla intervjuar in. Detta både på röst och videoinspelningar. Därefter transkriberades intervjuarna och huvudpunkter markerades och kategoriserades för att kunna avläsa gemensamma synpunkter från respondenterna. Alla respondenter skrev på ett samtyckesformulär (Bilaga 2) där de accepterade bli inspelade och att deras åsikter skulle användas till studiens syfte.

Efter transkriberingen och analysen märktes att en betydande del av rapportens ämnesområden påverkade respondenterna på ett liknande sätt i deras dagliga arbetsrutiner och därav ansågs reliabiliteten vara hög.

## 4. RESULTAT

I resultatet presenteras insamlade data från del ett och två av forskningsintervjun med studiens deltagare. Endast svar kopplade till rapportens två frågeställningar presenteras. Bilaga 1 listar frågorna som ställdes till deltagarna.

### 4.1 Påverkan på arbetsrutiner och logistik

Samtliga nio deltagare nämner att det sker någon slags påverkan på arbetsrutiner eller logistisk hantering av fordonen i bilhamnen när andelen elfordon som hanteras ökar. Påverkansområden som tas upp varierar och samtliga deltagare nämner inte ett och samma område i deras arbetsrutiner som påverkas.

#### 4.1.1 Hantering av ej fungerande fordon

Sju deltagare nämner skillnaden i hantering av ett ej fungerande elfordon i jämförelse med ett fossildrivet fordon. Fem deltagare tar upp skillnaden i fordonshantering när ett elfordons batteri är urladdat mot när ett fossildrivet fordon har slut på bränsle. Deltagare A exemplifierar situationen när det är krav på bärgning när batteriet är urladdat:

*Om det blir till exempel "soppatorsk" på ett fossildrivet fordon så fyller vi bara på med bränsle och sen är bilen "ready to go" igen.*

*Det går inte att göra med ett eldrivet fordon utan vi har ganska strikta riktlinjer där också att vi får inte hantera de här bilarna i någon större utsträckning utan det som oftast sker i de akuta skedena är att vi ringer efter en bärgare och sedan körs bilen med bärgare till en lokal påbyggare som vi kallar det för, eller en extern verkstad som får åtgärda felet med bilen.*

Deltagare E nämner att bärgningsprocessen också kan påverkas beroende på bilhamn och fartyg:

*...det är en liten liten del som har problem. Men när man väl har problem så kan de behöva bärgningsbil eller liknande för att få ut dem. I vissa hamnar kan man inte ha det, i vissa lossningshamnar, eller så är den inte låg nog så att dom kan komma in på det däckat där de står och sånt där. Då blir det ibland att dom blir stående kvar ombord. Man får ta i land dom vid nästa hamn och planera det där.*

#### 4.1.2 Påverkad hanteringstid

Sex deltagare anser att det är en mindre ökning i hanteringstid av elfordon i jämförelse med fossildrivna fordon. Uppskattningen är generell med förståelse att det är skillnad mellan olika modeller och tillverkare av elfordon. Den mindre ökningen i hanteringstid kopplas främst till arbetet på uppställningsområdet i bilhamnen enligt fem deltagare, inklusive deltagare H:

*Om du ackumulerar allt så ja. Inte i samband med ombordkörning.*

Enligt deltagare B påverkas hanteringstiden både på uppställningsområdet i bilhamnen och ombord på grund av separationskrav:



*Ja, både på yard och ombord. På många yards separeras de vid ankomsthavnen. Ombord lastas de i egna block för identifiering av var de är lastade.*

Tre av fyra deltagare som arbetar i svenska bilhamnar, PDI-området exkluderat, nämner att när hanteringstiden påverkas så är det främst kopplat till arbetet på uppställningsområdet.

#### **4.1.3 Internutbildning**

Rörande frågan i bilaga 1 angående förändring av kompetenskrav för personalen i bilhamnen är det ingen deltagare som nämner att verksamheten är i behov av ny sorts personal. Det anses tillräckligt att internutbilda nuvarande personal om de nya arbetsrutiner som krävs för hantering och administration av elfordon. Fem deltagare nämner att personalen lär sig ny teknik och nya krav rörande hantering av elfordon. Deltagare F nämner att det också har krävts en kunskapsökning för hantering av fordon med förbränningsmotorer på grund av att tekniken i fordonen har utvecklats:

*Personalen är informerad om vad som gäller med elfordon. Det är väl det som har ökat. Det är ju en allmän kompetens. Men lite grann så är det även så med moderna dieslbilar. Tekniken går ju fram så mycket.*

#### **4.1.4 Lastning av fartyg**

Under lastnings- och lossningsprocessen av fartyg i bilhamnen så nämner fem deltagare nya separationskrav mellan eldrivna och fossildrivna fordon. Elfordonen lastas på specifika däck och block ombord. En av anledningarna för separation som nämns är fordonets vikt enligt deltagare E:

*Där har vi lite olika, för jag jobbar med lastplanering och där har vi vikterna, de är tyngre i snitt, elbilarna eller gamla. Om man jämför lika stora bilar och det påverkar stabiliteten eller kan påverka mycket vad man kan lasta i båten.*

Tre deltagare påpekar att separationskraven främst tar brandrisken i åtagande när fordonen separeras, deltagare H nämner följande:

*Idag finns det separationskrav på hur vi lastar för vissa rederier. Till att separera hybrider för att de har en elmotor. För det är de här elbilsbränderna som folk är rädda för. Det är en skillnad i krav, men det finns fortfarande en osäkerhet upplever jag det i den delen från alla aktörers sida.*

#### **4.1.5 Laddning av elfordon**

Av intervjuerna framgår det att PDI-området i hamnen är den intressant som berörs mest av det ökande behovet att ladda elfordon. Detta på grund av att PDI-området är den sista hanteringspunkten för import i bilhamnen där fordonen förbereds för leverans. Fordonen laddas till efterfrågad batteriprocent efter kundens önskemål. Dagens laddning av bilar beskrivs som primitiv och deltagare A nämner att en flaskhals i utflödet av fordon kan uppstå om det inte finns tillräckligt med laddningsinfrastruktur på plats:

*Vi ser ju tendenser nu att det blir så kallade flaskhalsar i vår produktion där bilar ställs i kö i väntan på laddning. Det blir korvstoppling helt enkelt där bilarna inte kommer ut i den takt som vi hade önskat för bilarna får stå länge på ladd. Många*

*bilar ska igenom det flödet. Det är ju ett specifikt flöde vi kör igenom bilarna i. Det i sig är ett problem.*

*Så kontinuerligt har vi investerat enorma summor i vår laddinfrastruktur där vi har dragit mer el in på vår anläggning, säkerställt elförsörjningen och installerat fler laddstolpar, så att säga.*

#### **4.1.6 Avfrostning**

Fem deltagare i studien nämner att deras arbetsrutiner gällande avfrostning av fordon som ska lastas på fartygen har påverkats av den nya tekniken i elfordon. Det framgår att avfrostning i bilhamnen vanligtvis sker med skrapning i kombination med tomgångskörning, efter godkänd dispens om tomgångskörning. Antalet dagar som avfrostning är nödvändigt beskrivs som begränsad. Tre deltagare lyfter fram att många elfordon kräver att en förare behöver sitta i bilen för att den ska tomgångsköra och att detta kan påverka produktiviteten för personalen i bilhamnen, deltagare D nämner följande:

*En nackdel med dessa är ju beroende på hur man ser på det. Just när det är kallt så kan du många gånger inte sätta på värmen i bilen utan det krävs att man sitter i sätet annars stängs den av. Det är skillnad från förbränning.*

Deltagare H lyfter samma situation och påverkan i behovet av personal:

*Det är ett extra moment för oss, vi vill inte göra det såklart. Vi vill inte ta ut mer människor som bara sätter sig och startar bilar.*

Tomgångskörningen kan också öka risken att batteriet i elfordonet laddas ur enligt deltagare E:

*Då sätter de på bilen för att avfrosta bilen och då går det mycket el. Då räcker det inte till att köra ombord alltid.*

#### **4.1.7 Administration**

Deltagare från samtliga tre intervjuade parter i bilhamnen (stuveri, PDI och rederi) nämner att en ny typ av administration krävs för elfordon i jämförelse med fossildrivna fordon. Administrativa uppgifter som nämns är kontroll av laddningsnivå (SOC-nivå) i fordonet, anpassningar i lastplanering med hänsyn till elfordonens vikt, placering av elfordon på bilhamnens uppställningsyta samt ökad administration av skadade fordon. Deltagare F beskriver skillnaden i administration för placeringen av fordon på uppställningsytan i bilhamnen:

*Det blir lite extra jobb. Man får planera lastningen på ett annat sätt. Förut var det ett gäng bilar, nu är det så många el och så många bränsle. Så man måste styra dem åt rätt håll.*

*Och det skapar lite mer jobb också i de som förbereder om man ställer fram bilarna. Man ställer ju radvis och kan plocka alla elbilar på en gång.*

## 4.2 Ingen eller mindre påverkan på arbetsrutiner och logistik

Åtta deltagare i studien nämner områden där arbetsrutiner och logistik i bilhamnen inte påverkas eller där hanteringstiden har minskat på grund av den ökande mängden elfordon. Det framgår att när elfordonen inte har några defekter som påverkar arbetsrutinerna så påverkas bilhamnens arbete i mindre eller ingen utsträckning. Antalet förflyttningar per fordon anses inte heller påverkas i någon större utsträckning enligt fyra deltagare.

### 4.2.1 Elfordon utan defekter

På frågan om hur arbetsdagen har påverkats på grund av den ökade mängden elfordon som hanteras så lyfter sex deltagare fram att när elfordonet fungerar och allting går som det ska så är skillnaden i arbetet som utförs mycket litet. Deltagare A nämner följande:

*När allting flyter på, oavsett om det är ett elfordon eller ett fossildrivet fordon så är vår vardag ganska simpel och enkel.*

Deltagare E uppskattar andelen elfordon utan defekter på frågan om påverkan av hanteringstid:

*Inte när de funkar. 99 procent av alla är inga större problem, utan ännu mindre kanske, det är en liten liten del som har problem.*

Processen för lastning och lossning av fordon på fartyg påverkas inte i större utsträckning enligt deltagare I:

*För vår del i hamnlogistiken för att lossa och lasta fartyg är det ingen större skillnad. Det finns ett jobb som, ja det kommer senare, men det är ingen skillnad i vår hantering egentligen. Hur vi hanterar bilen från Last Place of Rest till ombord eller från First Place of Rest till land.*

### 4.2.2 Antalet förflyttningar per fordon i bilhamnen

Samtliga bilhamnar och PDI-företag som intervjuades fick frågan om antalet förflyttningar per fordon i bilhamnen har påverkats av den ökande mängden elfordon. Fyra deltagare i studien nämner att det inte är någon skillnad i antalet förflyttningar per fordon. En deltagare nämner att det snarare är tvärtom i deras anläggning eftersom de inte får utföra uppdrag för kunden på elfordon i samma utsträckning som de får på fossildrivna fordon. Deltagare F beskriver antalet flytt per fordon beroende på om det är ett elfordon eller fossildrivet fordon följande:

*Nej, vi hanterar dem på samma sätt. Det enda är som sagt att man planerar och ställer dem rätt från början men antalet flytt blir desamma.*

### 4.3 Faktorer för påverkan

Faktorerna för elfordons påverkan av arbetsrutiner och logistik i svenska bilhamnar är enligt insamlade data främst nya hanteringskrav och instruktioner, nya funktion och inställningar, elfordonet laddningsnivå samt väderförhållanden.

#### 4.3.1 Nya hanteringskrav och instruktioner

Sex av deltagarna i rapporten nämner att kraven för hantering av fordon i bilhamnen är annorlunda beroende på om bilhamnen hanterar ett elfordon eller ett fossildrivna fordon. Tre deltagare nämner att det främst är rederierna som sätter krav för hur elfordonen ska hanteras i bilhamnen. Deltagare D, som arbetar på rederi, nämner att de har strikta restriktioner på vilka elfordon som får transporteras på deras fartyg främst på grund av säkerhetsaspekten:

*De följer oftast våra regler. Vi har ju ganska strikta regler eftersom vi i dagsläget inte skeppar begagnade elbilar. Det är speciellt med tanke på de bränderna som har varit ombord på bilbåtar. Vi vet inte om de är ombyggda.*

Både deltagare A och deltagare C som arbetar på PDI-området i bilhamnen nämner att restriktionerna för påbyggnationer och åtgärder på elfordon är har förändrats i jämförelse med fordon med förbränningsmotorer. Deltagare A nämner följande angående tillverkarens restriktioner:

*Det vi absolut inte får göra är ju att göra någon slags åtgärd på elektroniken och vad som sker under huven, det får vi inte göra. Så är vi lite mer hårt styrda när vi till exempel ska borra i en bil. Det är mer reglerat idag.*

*Till skillnad mot en fossildriven bil. Absolut. Bland annat att vi borrar i golvet, alltså i chassit på bilen, men det gör vi väldigt sällan på eldrivna fordon. Det är för att marknaden helt enkelt inte tillåter oss att göra det.*

#### 4.3.2 Nya funktioner och inställningar

Fem deltagare i studien nämner ny teknik och nya funktioner i elfordon som en faktor till att arbetsrutiner i bilhamnen påverkas. En faktor som ligger till grund för påverkan av bilhamnens arbetsrutiner vid avfrostning beskrivs av fyra deltagare vara att elfordonen stänger av sig vid tomgångskörning när det inte sitter en person i förarsätet. Deltagare H beskriver situationen följande:

*På vintertid har vi en dispens som vi måste ansöka om. Då får vi tomgångsköra bilen i tio minuter.*

*Och det är för att bli av med imman på ytorna och avfrosta dem innan lastning. Då skulle vi gå och starta dem men när dem gick ur bilen så dog ju bilen igen. Det blev ett sådant problem som inte hade räknat med. Det behöver ju då de tänka på också. Det är ju typiskt sådant som man kanske inte tänker på.*

Specifik kunskap för elfordons funktioner och inställningar krävs. Exempel på detta beskrivs vara inställningar av reglage samt uppstart av större elfordon som exempelvis bussar utvecklade av fordonsmodeller som är okända för stuveripersonalen. Deltagare D ger ett exempel:

*Bilarna löser man för det mesta. Det är allt det här när du får bussar från Kina som ingen har sett tidigare och du ska trycka på x antal knappar innan du kan starta den och inga instruktioner.*

### **4.3.3 Elfordonets laddningsnivå (State of Charge)**

Ett elfordons laddningsnivå, uttryckt som State of Charge (SOC), beskrivs av fem deltagare som en faktor till att bilhamnens arbetsrutiner påverkas. Laddningsnivån i fordonet behöver balanseras mellan högsta och lägsta laddningsnivå som ett elfordon är tillåtet att vara laddat med för att lastas på fartyget samt att inte ha en så pass låg laddningsnivå att fordonet riskerar att laddas ur helt om en oförväntad situation uppstår. Deltagare C beskriver balanseringen av laddningsnivån:

*De ska nästan inte vara laddade och gå upp på båtar och så där. De får inte vara det helt enkelt. Det gör att man riskerar att hamna i lägen där bilarna ankommer till oss. Man kan vara rädd för att de kan ankomma med väldigt låg laddning. Det har varit en farhåga.*

*Men i nuläget så är vår erfarenhet att det händer liksom inte. Det har inte varit på den nivån att det har varit någon panik med det. Tvärtom har vi väldigt ovanligt att vi får bilar som är så dåligt laddade att vi får problem med det. De flesta har ändå upp mot tio procent. Då har vi inga problem med att flytta bilarna inom anläggningen.*

Deltagare E beskriver när laddningsnivån blir för låg under lastning av fartyg:

*...då är det ibland att de dör när man lastar dem, att de har för låg State of Charge, så att de inte kommer fram till rampen, så man bara lämnar bilar på kaj för att de inte kommer ombord helt enkelt. Det händer inte jätteofta, men när det händer är det oftast när det är kallt ute.*

Tre deltagare ger exempel på oväntade situationer som har uppstått och bidragit till att elfordons batteri har laddats ur. Men samtliga tre deltagare nämner också att dessa situationer ofta sker när ett elfordon är av ny modell och att fordonstillverkaren sedan anpassar och uppdaterar teknik och funktioner i fordonet för att minska risken för att en liknande situation ska uppkomma igen. Deltagare D ger ett exempel på när importerade elfordon kopplade upp sig till internet vid kusten och startade en systemuppdatering som bidrog till att fordonens batteri laddades ur men tillägger hur detta problem löstes med en uppdatering av fordonets transportläge.

### **4.3.4 Väder**

Sex deltagare nämner vädret som en faktor som påverkar dränering av batteriets laddningsnivå i elfordon, främst kallt väder anses vara en bidragande faktor. Deltagare A beskriver hur kallt väder kan bidra till ökat antal förflyttningar på uppställningsområdet:

*När det är kallt ute så dräneras batterierna på ett helt annat sätt och då ökar vi även batteribehovet rent generellt sett och då blir det många bilar som måste sättas på laddning och då blir ju extra förflyttningar helt klart.*

Deltagare E anser att detta främst berör rena elfordon och inte plugin-hybrider:

*Sen är det när det är rena elfordon, är det plugin-hybrider så har dom en vanlig motor också ju så då är det mindre problem. Det är dom som är rena elfordon och det är ju det här med state of charge då. Som kommer in och drar ganska mycket energi och värma bilen.*

#### 4.3.5 Transportläge

Fem deltagare i studien nämner elfordonens transportläge. Transportläget begränsar hastigheten som fordonet kan köra i samt stänger av funktioner som kan påverka dränering av laddningsnivå i batteriet medans fordonet transporteras. Deltagare I nämner hur transportläget i elfordon har implementerats över tid:

*Det var i början på elbilseran, då hade de problem att de stod och drog så mycket ström. På en lång sjöresa med sex veckor. Men dom har ju lärt sig att den läcker mindre. Det finns ju ett transportmode idag där den inte kollar all data.*

Angående funktioner i elfordon som riskerar att ladda ur batteriet nämner deltagare D hur transportläget uppdateras och anpassas löpande:

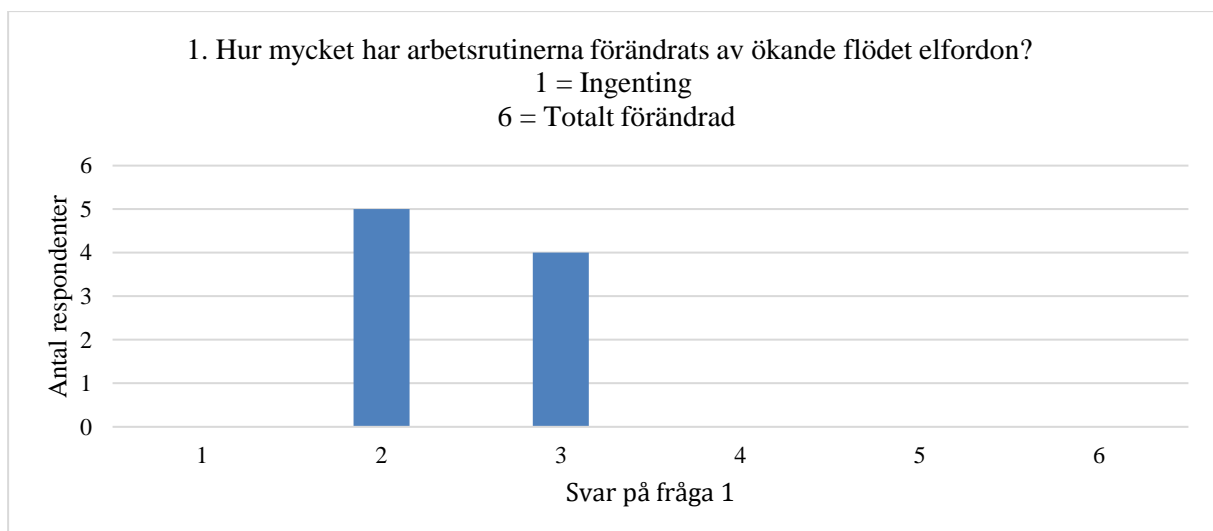
*De uppdaterar transportläget på dem. Man stänger av de funktionerna. Samtidigt som vi lär oss så lär de sig dem också.*

#### 4.4 Frågeformulär med likertskala

Deltagarna i studien fick svara på fem frågor kopplade till rapportens forskningsfrågor där svaren är utformade numeriskt på en likertskala mellan ett och sex. Nedan presenteras data från insamlade svar i stapeldiagram.

##### Diagram 1

*Elfordons påverkan på arbetsrutiner i bilhamnen*



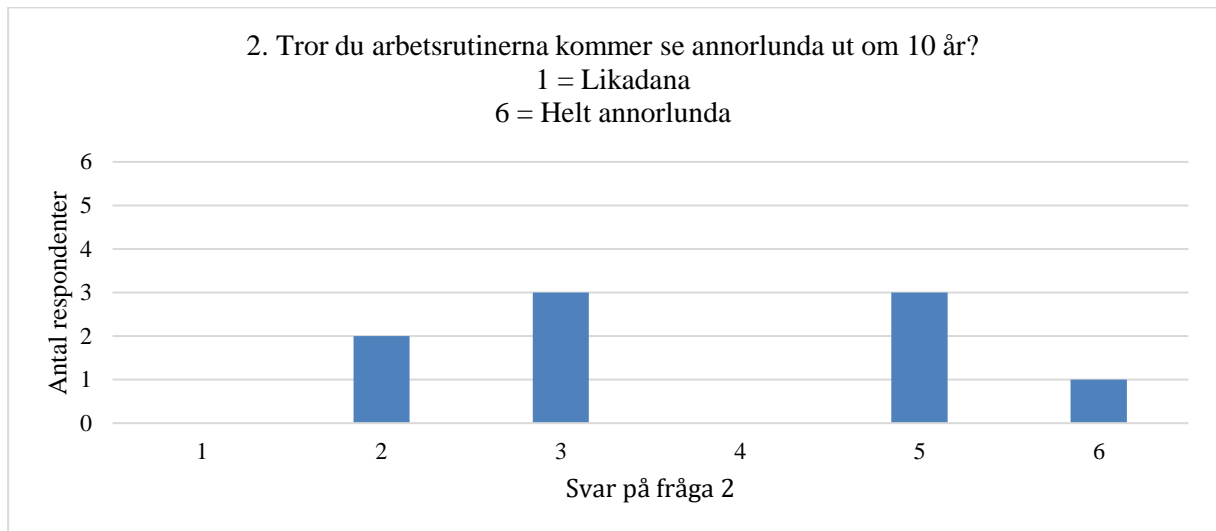
Median av data insamlad från fråga ett: 2

Medelvärde av data insamlad från fråga ett: 2,44

Standardavvikelse på data insamlad från fråga ett: 0,53

## Diagram 2

*Framtida påverkan på arbetsrutiner*



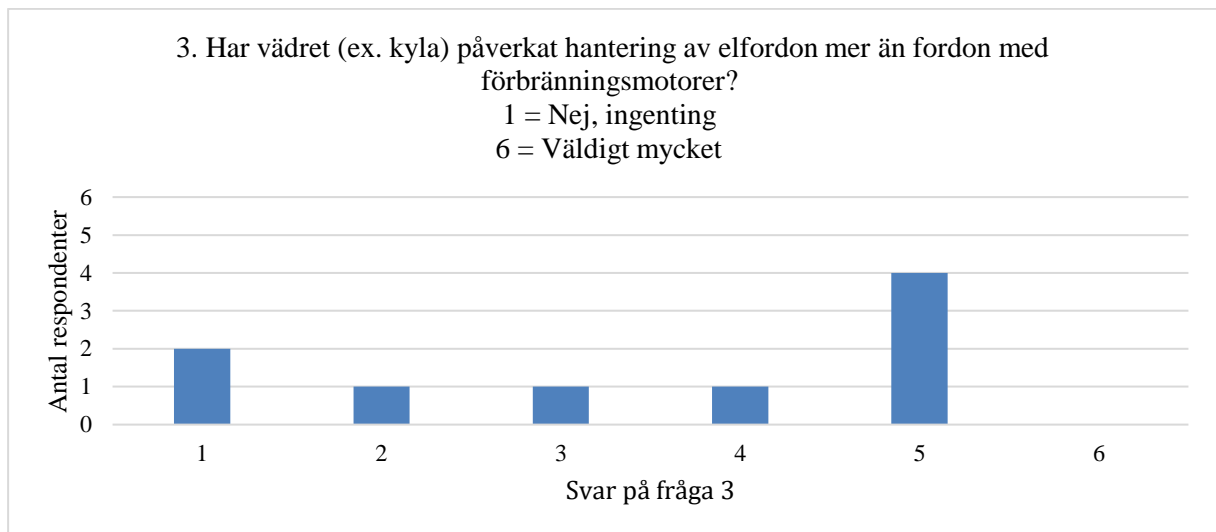
Median av data insamlad från fråga två: 3

Medelvärde av data insamlad från fråga två: 3,78

Standardavvikelse på data insamlad från fråga två: 1,48

## Diagram 3

*Vädripåverkan på elfordonshantering*



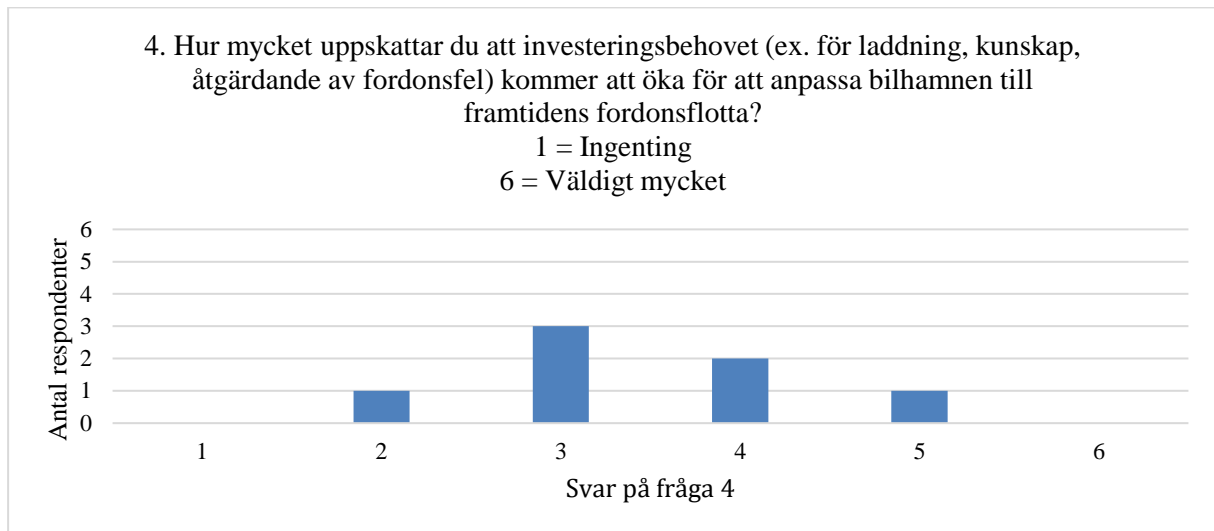
Median av data insamlad från fråga tre: 4

Medelvärde av data insamlad från fråga tre: 3,44

Standardavvikelse på data insamlad från fråga tre: 1,74

#### Diagram 4

Uppskattning av bilhamnens framtida investeringsbehov



Median av data insamlad från fråga fyra: 3

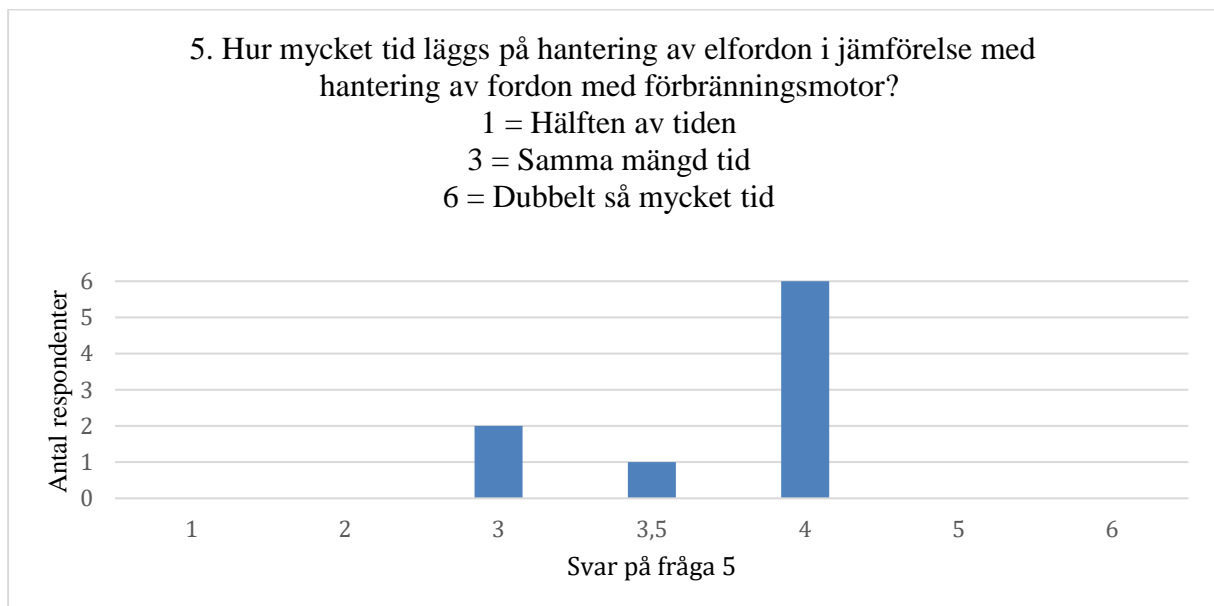
Medelvärde av data insamlad från fråga fyra: 3,43

Standardavvikelse på data insamlad från fråga fyra: 0,98

Två deltagare avstod från att svara på fråga 4 på grund av begränsad kunskap inom området.

#### Diagram 5

Elfordons hanteringstid



Median av data insamlad från fråga fem: 4

Medelvärde av data insamlad från fråga fem: 3,72

Standardavvikelse på data insamlad från fråga fem: 0,4



## 5. DISKUSSION

Hur studiens resultat besvarar studiens frågeställningar samt val av metod diskuteras i följande kapitel utifrån tolkning och teori.

### 5.1 Elfördons påverkan på svenska bilhamnars arbetsrutiner

Det ska understrykas att åtta av nio deltagare nämner att arbetsrutiner och hanteringstid inte påverkas eller påverkas i mindre utsträckning av den ökande mängden elfordon som hanteras i bilhamnen när elfordonen inte har några defekter. Under en vanlig arbetsdag utan oväntade händelser i bilhamnen så framstår det enligt insamlade data att förändringen av det gods som hanteras inte kräver ny sorts personal eller större påverkan på arbetsrutiner och hanteringstid.

Den första frågan i del två av forskningsintervjun undersöker hur mycket arbetsrutinerna har förändrats av det ökande flödet elfordon. Medelvärde och medianen av insamlade data antyder på en genomsnittlig uppfattning om att den ökande mängden elfordon som hanteras bidrar till en mindre förändring av arbetsrutiner. Ingen av deltagarna har svarat att arbetsrutinerna inte påverkas alls eller att arbetsrutinerna är totalt förändrade. Insamlade data på fråga ett har den näst lägsta standardavvikelsen och är under ett vilket kan antyda att deltagarna har en relativt gemensam uppfattning i frågan. Enligt insamlade data i del ett av forskningsintervjun framgår det att rederier och tillverkare har specifika hanteringskrav för elfordon i bilhamnen som råder för både stuveri och PDI. Detta kan inkludera nya separationskrav, kontroll av laddningsnivå (SOC) och nya hanterings- och restriktionskrav kopplade till ny teknik i fordonen. Laddning av elfordon är en uppenbar ny arbetsrutin som främst verkar beröra PDI-området i bilhamnen.

Fråga fem i del två av forskningsintervjun ställer frågan om hur mycket tid som läggs på hantering av elfordon i jämförelse med hantering av fordon med förbränningsmotorer. Medelvärde och medianen av insamlade svar antyder på en genomsnittlig uppfattning om att det i nuläget är en mindre ökning av hanteringstid för elfordon i jämförelse med fordon med förbränningsmotorer. Svaren på fråga fem har den lägsta standardavvikelsen i del två av forskningsintervjun, vilket antyder på att deltagarna har den mest gemensamma uppfattning om fråga fem av samtliga frågor som ställdes. Eftersom deltagarna ombads att göra en generell uppskattning för hanteringstiden av elfordon kontra fossildrivna fordon så tas det inte i hänsyn att vissa fordonmodeller och fordonstillverkare påverkar hanteringstiden mer än andra. Uppskattningen riskerar därför att inkludera orsaker till ökad hanteringstid som möjligtvis inte är kopplade till att fordonet är ett elfordon utan i stället är kopplade till en specifik elfordonsmodell.

Den mindre ökningen av hanteringstid på grund av den ökande mängden elfordon som hanteras i svenska bilhamnar verkar främst vara kopplad till när elfordonet inte startar. En av anledningarna, som nämns av fem deltagare, är när batteriet i fordonet är urladdat. När ett elfordon inte startar så nämner två deltagare att det oftast krävs bärgning. Arbetsrutiner för ej fungerande fossildrivna fordon som innefattar att batteristarta fordonet eller att fylla på tanken med bensin verkar oftare kräva bärgning till laddningsstolpe eller påbyggare för elfordon.

P. Morales-Fusco och S. Saurí (2009) delar upp bilhamnars hanteringstid för gods i fartygstid, uppställningsområdestid och övrig operativ tid. Dessa tre delar utgör den totala hanteringstiden för gods i bilhamnen som kallas servicetid enligt formel (1). Tre av fyra deltagare som arbetar i svenska bilhamnar, PDI-området exkluderat, nämner att när

hanteringstiden påverkas så är det främst kopplat till arbetet på uppställningsområdet, därmed en förändring i uppställningsområdestiden.

Lastings- och lossningsrutiner för elfordon verkar inte påverka hanteringstiden nämnvärt enligt de fyra deltagarna trots nya separationsregler på fartygen. Samtliga deltagare i studien som arbetar i svenska bilhamnar anser att antalet förflyttningar per fordon i bilhamnen generellt inte har påverkats av den ökande mängden elfordon. Nya administrativa uppgifter kopplade till elfordon som rapportering av laddningsnivå och planering av bilhamnens uppställningsyta kan ha en inverkan på övrig operativ tid.

Insamlade data antyder att kallt väder kan ha en påverkan på arbetsrutiner för elfordon i svenska bilhamnar. Tre deltagare i studien lyfter problematiken med att fordonet stänger av sig när inte någon sitter i bilen, vilket ökar arbetsbelastning vid avfrostning under kalla vinterdagar. Sex av nio deltagare nämner också en ökad risk för att batteriet i elfordon dräneras under kalla dagar vilket i sin tur riskerar att fordonet inte hinner lastas på avgående fartyg och behöver bärgas. Elfordons transportläge nämns av fem deltagare i studien som en inställning av elfordons funktioner för att optimera fordonets elförbrukning och hantering under transportresan. Det är möjligt att elfordons transportläge i framtiden kommer stänga av funktionen som kräver en passagerare i fordonet för tomgångskörning, men detta kanske redan har tagits i åtanke och motsättningar som ökad risk för batteridränering prioriterats.

Fråga två och fyra i del två av forskningsintervjun är kopplade till framtiden, hur arbetsrutinerna kommer att se ut om tio år samt investeringsbehovet för att anpassa bilhamnen inför framtiden. Frågorna ger också en indikation på om förändring av hanterat gods, i det här fallet ökande mängd elfordon och fordon med ny teknik, kommer att påverka arbetsrutinerna. Fråga två, där deltagarna uppskattar hur arbetsrutinerna kommer att se ut om tio år, har den näst högsta standardavvikelsen av samtliga frågor vilket kan antyda att deltagarnas åsikter är delade. Medelvärde och medianen indikerar att deltagarnas genomsnittliga uppfattning är att arbetsrutinerna kommer att påverkas i en relativt hög grad, ingen deltagare tror att arbetsrutinerna kommer se likadana ut om tio år. Fråga fyra, där deltagarna uppskattar investeringsbehovet för att anpassa bilhamnen till framtidens fordonsflotta, har ett medelvärde samt median som tyder på att investeringsbehovet i bilhamnen kommer att öka. Gällande investeringar i laddningsinfrastruktur så framgår det enligt del ett av forskningsintervjun att PDI-området i bilhamnen, som laddar elfordonen innan slutleverans till kund, förmodligen kommer att ha störst behov av investeringar i laddningsinfrastruktur.

## **5.2 Faktorer för elfordons påverkan av bilhamnars arbetsrutiner**

Det framgår i del ett av forskningsintervjun att vad bilhamnen får och inte får göra gällande hantering av gods regleras, utöver bilhamnens interna arbetsrutiner, av hanteringskrav och instruktioner från rederi och tillverkare. Sex deltagare i studien nämner en förändring av hanteringskraven för elfordon i jämförelse med fossildrivna fordon. Att ny sorts teknik i godset som hanteras har nya hanteringskrav och instruktioner kan framstå som självklart, men understryker också att godset som hanteras i svenska bilhamnar förändras. Tre deltagare nämner specifikt säkerhetsaspekten som en faktor till separationskrav mellan elfordon och fossildrivna fordon under lastningsprocessen.

Vilken intressant som ställer högst krav på bilhamnens arbetsrutiner kopplat till hantering av elfordon verkar enligt insamlade data vara fördelat beroende på vart godset är i bilhamnens logistiska flöde. Rederierna ställer krav på vilken sorts gods som får skeppas på deras fartyg samt hur godset ska stuvas ombord medan tillverkarna begränsar vad stuveri och PDI får och inte får göra gällande ingrepp på elfordon och hantering av ej fungerande fordon.

Elfordonets laddningsnivå och risk för urladdning anses från insamlade data vara en faktor som påverkar och kräver nya arbetsrutiner i bilhamnen. Delvis på grund av kontroll och administrering av laddningsnivån i varje elfordon men också på grund av begränsningen i vilken laddningsnivå ett elfordon maximalt får ha vid lastning på fartyget. Balansgången mellan att fordonet ska ha en tillräckligt låg laddningsnivå för att få lastas på fartyget och en tillräcklig laddningsnivå för att inte riskera urladdning skiljer sig uppenbarligen från ett fordon med förbränningsmotor som får slut på bränsle under transport. Som deltagare A beskriver finns en uppenbar enkelhet i att när fordon med förbränningsmotor har slut på bränsle fyller personalen på med nytt bränsle utan att först behöva förflytta fordonet.

Fråga tre i del två av forskningsintervjun ställer frågan om väder, exempelvis kyla, påverkar hanteringen av elfordon mer än fordon med förbränningsmotorer. Frågan har den högsta standardavvikelsen av samtliga frågor ställda vilket antyder att åsikterna är delade i frågan. Medelvärde och medianen för insamlade data från fråga tre indikerar en genomsnittlig uppfattning att väder kan ha en påverkan på bilhamnens hantering av elfordon. Argumentet styrks av att sex deltagare nämner kylans påverkansfaktor för dränering av batteriets laddningsnivå i första delen av intervjun. Jämförelsen av litiumbatteriers kapacitet i olika temperaturer som lyfts fram från Zhu m.fl. (2023) styrker resonemanget. Mängden dagar som svenska bilhamnar påverkas av kallt väder anses begränsade till ett fåtal dagar om året.

### 5.3 Metoddiskussion

Hur svenska bilhamnars arbetsrutiner påverkas av den ökande mängden elfordon som hanteras kan anses vara ett snävt forskningsområde. Forskningsstrategin fallstudie som tillåter användandet av flera olika datakällor möjliggjorde ett fokus på studiens djup. En metodkombination av intervjuer och frågeformulär för insamling samt analys av kvalitativa och den kvantitativa data nyanserade resultatet. Exempelvis nämner sex av nio deltagare kallt väder som en faktor som påverkar arbetsrutiner för den ökande mängden elfordon men enligt insamlade data från fråga tre i del två av forskningsintervjun där deltagarna tillåts kvantifiera kallt vädres påverkan så är åsikterna om påverkan av kallt vädres omfattning delade.

Semi-strukturerade intervjufrågor gav deltagarna möjlighet att utveckla sina svar på frågor kopplade till forskningsfrågan och bidrog till en ökad mängd relevant kvalitativa data. Något som möjligtvis hade varit svårare att samla in med en ostrukturerad eller strukturerad intervju. En semi-strukturerad intervju kan öppna upp för risken att exempel som deltagare nämner under intervjun inte är kopplade till forskningsfrågan. Exempelvis påverkan av arbetsrutiner i bilhamnen som uppstår på grund av en specifik elfordonsmodell har inte samma sorts relevans för rapporten som påverkan som uppstår på grund av den ökande mängd elfordon som hanteras i svenska bilhamnar.

Frågeformuläret med likertskala tillät deltarana att kvantifiera sina uppskattningar om specifika frågor kopplade till rapportens forskningsfrågor och underlättade förmodligen för deltagarna att generalisera. Ett explorativt urval på nio deltagare i studien kan begränsa den kvantitativa datans relevans. Däremot är rapportens deltagare högkvalitativa med chefspositioner eller tidigare chefspositioner och är kopplade till tre av fem svenska bilhamnar tillgängliga enligt rapportens avgränsningar. Det är möjligt att åsikter och resultat varierar beroende på arbetsposition och rapportens resultat hade möjligtvis fått en ytterligare dimension om stuveripersonal hade deltagit i studien.

## 6. SLUTSATSER

Under en felfri arbetsdag utan defekter på godset så påverkas svenska bilhamnars arbetsrutiner och logistik inte i någon större utsträckning av den ökande mängden elfordon som hanteras. Den totala hanteringstiden i bilhamnen anses dock öka en viss mängd, detta är kopplat till hanteringen av elfordon som inte startar. Hanteringen av elfordon som inte startar särskiljer sig från fossildrivna fordon då det i nuläget inte är lika smidigt som att exempelvis fylla på med bensin eller batteristarta fordonet. Ofta krävs bärgning till laddningsstolpe eller påbyggare på grund av restriktioner från tillverkare.

Området i bilhamnen som främst påverkas av den mindre ökningen i hanteringstid är uppställningsområdet ("yarden") då det är där som hantering av ej fungerande elfordon främst verkar uppstå. Hanteringstiden för lastnings- och lossningsprocessen i bilhamnen påverkas inte i någon större utsträckning av den ökade mängden elfordon som hanteras men nya separationskrav separerar elfordon och fossildrivna fordon på fartyget. En mindre ökning av övrig operativ tid i bilhamnen kopplas till nya administrativa uppgifter som kontroll av elfordons laddningsnivå samt planering av bilhamnens uppställningsyta. Mängden förflyttningar som sker i bilhamnen per fordon har inte påverkats av den ökande mängden elfordon som hanteras.

Arbetsrutiner kopplade till avfrostning av fordon under kalla vinterdagar anses påverkas av den ökande mängden elfordon som hanteras. Elfordonen stänger vanligtvis av sig när chauffören går ur bilen, vilket ökar tiden som spenderas på avfrostning då det inte går att kombinera med uppvärmning av elfordonen under tomgång. Dessa specifika problem med elfordon verkar hanteras löpande av tillverkarna, ett exempel på detta är elfordons transportläge. Elfordons transportläge är en inställning som optimerar fordonet för transport och har anpassats för att minska risken för att specifika problem med fordonet ska uppstå under transport, som exempelvis att automatiska uppdateringar och energikrävande funktioner som inte används under transport stängs av.

Faktorerna som ligger till grund för påverkan av berörda arbetsrutiner är främst fordonets laddningsnivå, säkerhetsaspekter samt väder. Rederierna begränsar laddningsnivån som ett nyproducerat elfordons batteri får vara laddat med under sjöfrakt, vilket ökar risken för urladdning samt kräver utökad administration från bilhamnen. Balansgången mellan att fordonet ska ha en tillräcklig laddningsnivå för att klara av transporten och inte riskera urladdning har en potentiellt större inverkan än bränslenivån för ett fossildrivet fordon på grund av skillnaderna i hantering när fordonet är urladdat eller har slut på bränsle. Säkerhetsaspekter kopplat till att minska risken för fartygsbränder ligger till grund för rederiernas separationskrav under lastning och lossning av fartyg i bilhamnen samt godsrestriktioner. Kallt vädrets inverkan på dränering av elfordons batterinivå anses vara en faktor som ökar risken för att elfordons batteri dräneras under den tiden som fordonet spenderar i bilhamnen under kalla vinterdagar.

### 6.1 Rekommendationer till fortsatt arbete

Rapporten fokuserar på arbetsrutinerna i bilhamnar men samtidigt finns det andra faktorer som kan vara värda att undersöka i samband med ökningen av antalet elfordon som hanteras. Ett område är hur försäkringsbolagen ser på förändringen. Hur förändras bilhamnars försäkringar nu när det är en annan sorts gods transporteras i jämförelse med konventionella fossildrivna fordon?

Ett annat område som kan vara intressant att undersöka är säkerheten. Påverkas bilhamnen och vad finns det i så fall för förutsättningar? Kommer begagnade elfordon att i framtiden transporteras av PCTC-fartyg? Hur påverkas då restriktionerna eller säkerhetsåtgärderna? Slutligen så kan en djupare ekonomisk analys utföras som utforskar möjliga förändringar i bilhamnens kostnader i förhållande till den ökande mängden elfordonstransporter.

## KÄLLFÖRTECKNING

- Abdi, H., Mohammadi-ivatloo, B., Javadi, S., Khodaei, A., & Dehnavi, E. (2017). Energy Storage Systems. *Distributed Generation Systems: Design, Operation and Grid Integratio*, 333-368.
- Alderton, P. (2008). *Port management and operations, third edition*. informa.
- Amin, A., Ismail, K., & Hapid, A. (2018). Implementation of a LiFePO<sub>4</sub> battery charger for cell balancing application. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 81-88.
- Belgibayeva, A., Rakhmetova, A., Rakhmatkyzy, M., Kairova, M., Mukushev, I., Issatayev, N., . . . Sun, Y.-K. (2022). Lithium-ion batteries for low-temperature applications: Limiting factors and solutions. *Journal of Power Sources*, 1.
- Bryman, A. (1997). *Kvantitet och kvalitet i samhällsvetenskaplig forskning*. Studentlitteratur.
- Bryman, A. (2016). *Samhällsvetenskapliga Metorder* (3 uppl.). Liber.
- Chen, X., Li, F., Jia, B., Wu, J., Gao, Z., & Liu, R. (2020). Optimizing storage location assignment in an automotive Ro-Ro terminal. *Transportation Research Part B*.
- Cordeau, J.-F., Laporte, G., Moccia, L., & Sorrentino, G. (2011). Optimizing yard assignment in an automotive transshipment terminal. *European Journal of Operational Research*.
- Demirci, O., Taskin, S., Schaltz, E., & Demirci, B. A. (2024). Review of battery state estimation methods for electric vehicles - Part I: SOC estimation. *Journal of Energy Storage*.
- Denscombe, M. (2018). *Forskningshandboken - För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*. Studentlitteratur.
- DNV GL. (2020). *Ports: green gateways to Europe*. Hämtat från <https://www.dnv.com/publications/ports-green-gateways-to-europe-179372/> den 11 04 2024
- Europeiska Unionen. (2019). *Legislative Assessment for Safety Hazards of Fire and Innovations in Ro-ro ship Environment*. Hämtat från <https://cordis.europa.eu/project/id/814975> den 05 02 2024
- Feng, X., Ouyang, M., Liu, X., Lu, L., Xia, Y., & He, X. (2017). Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: A review.
- Hannabuss, S. (1996). Research interviews. *New Library World*, 22-30.
- Iannone, R., Miranda, S., Prisco, L., Riemma, S., & Sarno, D. (2015). Proposal for a flexible discrete event simulation model for assessing the daily operation decisions in a Ro-Ro terminal. *Simulation Modelling Practice and Theory*.
- Kostopoulos, E., Spyropoulos, G., & Kaldellis, J. (2020). Real-world study for the optimal charging of electric vehicles. *Energy Reports*, 418-426.
- Martín, C. (2018). *How Can Port Terminals Be Adapted To Electric Vehicles?* Hämtat från PierNext - Innovation by Port de Barcelona: <https://piernext.portdebarcelona.cat/en/environment/how-can-port-terminals-be-adapted-to-electric-vehicles/> den 09 04 2024
- Morales-Fusco, P., & Saurí, S. (2009). Performance Indicators for Roll-on–Roll-off Terminals. *Journal of the Transportation Research Board*, 38-46.
- Rahman, I., Vasant, P., Singh, B., & Wadud, M. (2014). Optimisation of PHEV/EV charging infrastructures: a review. *International Journal of Energy Technology and Policy*, 280.
- Rietmann, N., Hügler, B., & Lieven, T. (2020). Forecasting the trajectory of electric vehicle sales and the consequences for worldwide CO<sub>2</sub> emissions. *Journal of Cleaner Production*.
- Ryan, G., & Bernard, H. (2003). Techniques to identify themes. *Field methods*.
- Scrosati, B., & Garche, J. (2009). Lithium batteries: Status, prospects and future.

- Statistikmyndigheten SCB. (u.d.). *scb.se*. Hämtat från Statistikmyndigheten SCB: <https://www.scb.se/hitta-statistik/redaktionellt/tredubbling-av-elbilar-pa-tva-ar2/> den 04 04 2023
- Sveriges Radio. (2022). *Suget efter elbilar ställer nya krav på Sveriges hamnar*. Hämtat från <https://sverigesradio.se/artikel/suget-efter-elbilar-staller-nya-krav-pa-sveriges-hamnar> den 05 02 2024
- Tesla. (u.d.). *Instructions for Transporters*. Hämtat från [https://www.tesla.com/ownersmanual/model3/en\\_jo/GUID-FA9E3DC9-805C-45BD-A64D-C4B3F491B8C0.html](https://www.tesla.com/ownersmanual/model3/en_jo/GUID-FA9E3DC9-805C-45BD-A64D-C4B3F491B8C0.html) den 10 04 2024
- Town, G., Taghizadeh, S., & Deilami, S. (2022). Review of Fast Charging for Electrified Transport: Demand, Technology, Systems, and Planning. *Energies*, 2.
- Trafikanalys. (2023). *Fordon 2022*. Hämtat från <https://www.trafa.se/globalassets/statistik/vagtrafik/fordon/2023/fordon-2022.pdf> den 05 02 2024
- Transportföretagen. (2024). *Hamnstatistik 2023 - Trafiken i Sveriges Hamnars medlemsföretag*. Hämtat från [https://www.transportforetagen.se/globalassets/vara-forbund/sveriges-hamnar/hamnstatistik/tlp\\_101v00\\_tabeller\\_svha\\_2023\\_q4\\_2024-03-18.pdf?ts=8dc53e6b0966e80](https://www.transportforetagen.se/globalassets/vara-forbund/sveriges-hamnar/hamnstatistik/tlp_101v00_tabeller_svha_2023_q4_2024-03-18.pdf?ts=8dc53e6b0966e80) den 20 02 2024
- UECC. (2022). *UECC Electric Vehicle Guideline 2022*. Hämtat från <https://www.uecc.com/media/1577/uecc-electric-vehicle-guideline-2022-v1.pdf> den 10 04 2024
- Umair Mutarraf, M., Guan, Y., Su, C.-L., Xu, L., Vasquez, J., & Guerrero, J. (2022). Electric Cars, Ships, and their Charging Infrastructure – A Comprehensive Review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*.
- Un-Noor, F., Padmanaban, S., Mihet-Popa, L., Mollah, M., & Hossain, E. (2017). A comprehensive study of key electric vehicle (EV) components, technologies, challenges, impacts, and future direction of development. *Energies*.
- Volvo Cars. (2021). *Volvo Cars to be fully electric by 2030*. Hämtat från <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/277409/volvocars-to-be-fully-electric-by-2030> den 05 02 2024
- Wadi, M., Elmasry, W., Jouda, M., Shahinzadeh, H., & Gharehpetian, G. (2023). Overview of Electric Vehicles Charging Stations in Smart Grids. *13th International Conference on Computer and Knowledge Engineering (ICCKE 2023)* (ss. 540-546). Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
- Wang, Q., Mao, B., Stoliarov, S., & Sun, J. (2019). A review of lithium ion battery failure mechanisms and fire prevention strategies. *Progress in Energy and Combustion Science*, 95-131.
- Zhou, B., Fan, G., Wang, Y., Liu, Y., Chen, S., Sun, Z., . . . Zhang, X. (2024). Life-extending optimal charging for lithium-ion batteries based on a multi-physics model and model predictive control. *Applied energy*.
- Zhu, C., Du, L., Guo, B., Fan, G., Lu, F., Zhang, H., . . . Zhang, X. (2023). Internal Heating Techniques for Lithium-Ion Batteries at Cold Climates: An Overview for Automotive Applications. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*.

# BILAGA 1: INTERVJUFRÅGOR

## Del 1: Semi-strukturerade frågor om forskningsområdet

### Fråga 1

Under en vanlig arbetsdag, vad anser ni är den främsta skillnaden mellan eldrivna fordon och fordon med förbränningsmotorer som påverkar er?

### Fråga 2

Sätter utomstående parter (hamnen, godsägare och rederier) mer krav på hantering av elfordon än fordon med förbränningsmotorer?

### Fråga 3

Anser du att det läggs ner mer hanteringstid per fordon för eldrivna fordon än fordon med förbränningsmotorer? Om ja, är detta främst på yarden eller vid lastning av fartyg?

### Fråga 4 (för stuveri, PDI)

Har kompetenskraven ändrats för arbete i bilhamnen på grund av den ökande mängden elfordon? Utöver stuveriet så innefattar detta även bilmekaniker etc.

### Fråga 4 (för rederi)

Har kompetenskraven ändrats för personal (besättning, kontor) på grund av den ökande mängden elfordon?

### Fråga 5 (för stuveri, PDI)

Påverkas er förflyttning av bilar på yarden av den ökande mängden elfordon?

### Fråga 5 (för rederi)

Påverkas planeringen för lastning och lossning av den ökande mängden elfordon?

## Del 2: Frågeformulär med likertskala

### Fråga 1

Hur mycket har arbetsrutinerna förändrats av ökande flödet elfordon?

1 = Ingenting

6 = Totalt förändrad

### Fråga 2

Tror du arbetsrutinerna kommer se annorlunda ut om 10 år?

1 = Likadan

6 = Helt annorlunda

### Fråga 3

Har vädret (ex. kyla) påverkat hantering av elfordon mer än fordon med förbränningsmotorer?

1 = Nej, ingenting

6 = Våldigt mycket



*Fråga 4*

Hur mycket uppskattar du att investeringsbehovet (ex. för laddning, kunskap, åtgärdande av fordonsfel) kommer att öka för att anpassa bilhamnen till framtidens fordonsflotta?

1 = Ingenting

6 = Väldigt mycket

*Fråga 5*

Hur mycket tid läggs på hantering av elfordon i jämförelse med hantering av fordon med förbränningsmotor?

1 = Hälften av tiden

3 = Samma mängd tid

6 = Dubbelt så mycket tid

## BILAGA 2: SAMTYCKESFORMULÄR

### Informerat samtycke om deltagande i examensarbetsprojekt Elfordons påverkan på logistiska flöden i svenska bilhamnar

Chalmers tekniska högskola  
Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper  
Avdelningen för maritima studier, Internationell Logistik  
SE – 412 96 Göteborg

#### Studenter:

Niklas Nyhlén, 0722508437, niklasny@student.chalmers.se  
Taulant Begaj, 0703133411, begaj@student.chalmers.se

#### Handledare:

Tomas Olsson Neptun

*Innan vi ber om din medverkan vill vi informera om vilka **etiska regler** som gäller i projektet.*

- *Jag är medveten att studien är helt anonym och insamlad data kommer att redovisas utan koppling till person, fartyg eller företag/rederi.*
- *Jag har tagit del av informationen kring deltagande i studien och är medveten om hur den kommer att gå till samt den tid den tar i anspråk.*
- *Jag har fått tillfälle att få mina frågor angående studien besvarade innan den påbörjades.*
- *Jag deltar i denna studie helt frivilligt och har blivit informerad om varför vi har blivit tillfrågade samt vad syftet med deltagandet är.*
- *Jag är medveten att jag när som helst under studiens gång kan avbryta mitt deltagande utan att behöva ge en orsak till detta.*
- *Jag ger mitt medgivande till Chalmers tekniska högskola.*
- *Jag ger detta medgivande förutsatt att inga andra än de studenter/lärare/forskare som är knutna till studien kommer att ta del av det insamlade materialet.*
- *Mina personuppgifter kommer att hanteras i enlighet med EU:s allmänna dataskyddsförordning (GDPR) och på ett sätt som inte inkräktar på min personliga integritet.*

Genom att skriva under denna blankett ger du ditt så kallade informerade samtycke till att delta i studien under dessa förutsättningar och att du tagit del av den information som presenterats.

Jag godkänner att intervjun spelas in/lagras i analysyfte. Materialet tas bort efter rapporten är godkänd.

<b>Ort:</b>	<b>Datum:</b>
<b>Underskrift:</b>	



INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2024

[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**