



CHALMERS



Behörighet och kompetens på batteri-hybriddrivna produkttankfartyg

Rederiets syn på behörighet och kompetens samt sjöbefälsutbildningens roll i dess leverans

Examensarbete inom sjökaptensprogrammet

ALBIN ARDANIUS
HJALMAR LORENSSON

INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2023

Behörighet och kompetens på batteri- hybriddrivna produkttankfartyg

Rederiets syn på behörighet och kompetens samt
sjöbefälsutbildningens roll i dess leverans

Examensarbete inom sjökaptensprogrammet

ALBIN ARDANIUS
HJALMAR LORENSSON

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Avdelningen för maritima studier
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2023

Behörighet och kompetens på batteri-hybriddrivna produkttankfartyg

Rederiets syn på behörighet och kompetens samt sjöbefälsutbildnings roll i dess leverans

ALBIN ARDANIUS

HJALMAR LORENSSON

© ALBIN ARDANIUS, 2023

© HJALMAR LORENSSON, 2023

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Omslag: Batteri-hybriddrivet produkttankfartyg,. Fotot används med tillstånd från Rederi AB Donsötank, samt fotografen Solomon Tlang Lian.

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

Göteborg, Sverige 2023

FÖRORD

Vi som skrivit rapporten är två studenter som i fyra år studerat sjökaptensprogrammet på Chalmers tekniska högskola. Vi har under tiden på programmet intresserat oss för, och införskaffat oss kunskap kring teknik ombord på fartyg. Detta, tillsammans med vårt intresse för tanksjöfart och dess framtid, har väckt intresset för att forska kring kompetensbehovet ombord på batteri-hybriddrivna produkttankfartyg.

Skrivprocessen har sträckt sig från november 2022 till mars 2023 inom de föreskrifter och riktlinjer som är satta för programmet. Vi anser oss själva ha lärt oss och fått nya perspektiv på både fartygsteknik och hur rederierna tillgodoser kompetens på sina fartyg.

Vi vill rikta ett stort tack till de rederier som låtit sig intervjuas och bidragit med underlag. Vi vill även tacka Joakim Boqvist och Wilma Hultgren som korrekturläst rapporten. Ett tack vill också riktas till Magnus Hellman som kontinuerligt stöttat och handlett oss i vårt skrivande. Detta har gjort studien genomförbar.

Behörighet och kompetens på batteri-hybriddrivna produkttankfartyg

Rederiets syn på behörighet och kompetens samt sjöbefälsutbildningens roll i dess leverans

ALBIN ARDANIUS

HJALMAR LORENSSON

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper

Chalmers tekniska högskola

SAMMANDRAG

I takt med att sjöfarten utvecklas till att bli ett alltmer klimatsmart transportslag implementeras nya bränslebesparande tekniska lösningar. En av de tekniska lösningarna som under senare år har blivit mer och mer aktuell är batteri-hybriddrift. Detta har implementerats ombord på ett antal svenskkontrollerade produkttankfartyg. Denna rapport behandlar det eventuellt förändrade kompetensbehov som följer teknikutvecklingen samt undersöker hur rederierna tillgodoser fartygens besättning med lämplig kompetens. Även en undersökning kring rederiernas syn på utbildning inom området presenteras i rapporten.

Denna kvalitativa fallstudie visar genom en analys av semistrukturerade intervjuer, att rederierna anser att viljan till inläring inom ny teknik är viktigare än sakkunskap om den nya tekniken. Rederierna anser även att en större utbildning inom reglerteknik och ellära blir nödvändig när fartyg utrustas med batteri-hybriddrift.

Nyckelord: Batteri-hybriddrift, sjöfart, kompetens, inläring, sjöbefälsutbildning, produkttankfartyg.

Eligibility and Competence on battery hybrid-powered product tankers

The shipping companies view on eligibilities and competences as well as the maritime officer academies part in its delivery

ALBIN ARDANIUS

HJALMAR LORENSSON

Department of Mechanics and Maritime Sciences
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

As the shipping industry strives towards being a more climate positive mode of transportation, new fuel saving technical solutions are being implemented. One of the technical solutions that has become relevant in recent years is battery hybrid propulsion. This has been implemented on several product tankers controlled by Swedish shipping companies in recent years. This report explores the potentially changed competency that follows and examines how the shipping companies´ provide the crew with the right competence. The report also presents a survey regarding the shipping companies´ views on maritime officer academies part in its delivery of relevant competence.

This qualitative case study shows that the shipping companies consider the willingness to learn about new technology to be more important than expertise in said area. The shipping companies´ also believe that a better education in automation and electricity will become necessary when ships are equipped with battery hybrid propulsion.

The report is written in Swedish.

Keywords: Battery hybrid-powered, shipping, competence, learning, maritime officer academy, product tanker.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte.....	2
1.3	Mål.....	2
1.4	Frågeställningar	2
1.5	Avgränsningar	2
2.	Teori	3
2.1	Behörighet och Kompetens	3
2.1.1	Tillgodogörande av kompetens	3
2.1.2	Behörighet	4
2.2	Regelverk.....	7
2.2.1	Nödströmförsörjning	7
2.2.2	Transportstyrelsen riktlinjer för batteri-hybriddrivna fartyg.....	7
2.3	Konventionell Fartygsteknik	8
2.4	Batteri-hybriddrift.....	8
2.4.1	Batteri-hybridfartygs uppbyggnad	9
2.4.2	Litiumjonbatterier.....	10
2.4.3	Säkerhetsrisker med litiumjonbatterier	11
2.5	Batteri-hybriddriftens relevans för miljön.....	11
3.	Metod	13
3.1	Forskningsstrategi – Fallstudie.....	13
3.2	Bakgrundsmaterial.....	13
3.3	Intervju.....	13
3.3.1	Bakgrund till intervjun	14
3.3.2	Urvalsgrupp.....	14
3.4	Analys.....	14
3.5	Forskningsetik	14
4.	Resultat.....	15
4.1	Kompetens	15
4.1.1	Drift	16
4.1.2	Säkerhet.....	16
4.1.3	Underhåll	17
4.2	Utbildning.....	17
4.3	Resultatsummering	19
5.	Diskussion	20
5.1	Metoddiskussion.....	20

5.1.1	Teori	20
5.1.2	Intervju	21
5.1.2.1	Urvalsgrupp	21
5.1.2.2	Intervjumetod.....	21
5.1.2.3	Genomförande	21
5.1.3	Validitet och reliabilitet.....	22
5.2	Resultatdiskussion	22
5.2.1	Kompetens.....	22
5.2.1.1	Drift	23
5.2.1.2	Säkerhet	23
5.2.1.3	Underhåll	24
5.2.2	Utbildning.....	24
6.	Slutsatser	26
6.1	Rekommendationer till fortsatt arbete	26
7.	Källförteckning.....	27
BILAGA 1	30

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1	–Batteri-hybridsystem.....	9
Figur 2	- Illustrerar uppbyggnaden av en battericell i ett litiumjonbatteri	10

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1	– Sammanställning av de behörigheter och krav som krävs för respektive däckbefälsbefattning.....	5
Tabell 2	– Sammanställning av de behörigheter och krav som krävs för respektive maskinbefälsbefattning.....	6
Tabell 3	– Sammanställning av de certifikat och specialbehörigheter som krävs ombord.	6
Tabell 4	– Dieselgeneratorer i bruk beroende på fartområden och fartygskondition.	12
Tabell 5	– Resultatsummering; Anser rederierna att dagens sjöbefälsutbildning levererar den kompetens som krävs ombord på ett produkttankfartyg med batteri-hybriddrift?.....	19

FÖRKORTNINGAR OCH BEGREPP

Batteri-hybrid	Fartyg där batterier placerats ombord i syfte att försörja framdrivningen, lastutrustningen och övriga elsystem för att undvika behovet av att ha en extra dieselgenerator gående.
Blackout	Strömbortfall på fartyg.
CO	Kolmonoxid.
CO ₂	Koldioxid.
Djupurladdning	Då ett batteris kapacitet laddas ur helt innan det åter laddas.
Drift	Då fartyget utför transporter eller operationer.
Familiarisering	Att stifta bekantskap med fartyget och dess system.
HC	Oförbrända kolväten.
Klassningsällskap	Organisation vars uppgift är att godkänna fartyg och dess utrustning genom inspektioner.
Konventionella fartyg	Fartyg där strömförsörjningen tillgodoses enbart genom brukandet av förbränningsmotorer med tillhörande generatorer.
NO _x	Kväveoxider.
Nödtavla	En distributör för den elektriska nödutrustningen.
PM2.5	Partikelmateria, storlek upp till 2.5 mikrometer i diameter.
PM10	Partikelmateria, storlek upp till 10 mikrometer i diameter.
Podd	Framdrivningssystem där en elektrisk motor driver en propeller och hela arrangemanget är monterat i en försluten enhet under fartyget, Podd, som är roterbar i 360 grader.
PTI	Power Take In.
PTO	Power Take Out.
Redundans	Säkerhetsmarginal genom överskott på energileverantörer.
SO _x	Svaveloxider.
Vessel superintendent	Person på rederiet som är ansvarig för fartygets tekniska status.
Överladdning	Då ett batteri laddas över sin teoretiska kapacitet.

1. INLEDNING

Sjöfarten står för cirka 90% av allt transporterat gods i världen. Under de senaste åren har den tekniska utvecklingen gått fort framåt. De primära anledningarna till detta har varit de miljömässiga och ekonomiska vinningarna (*Miljö och hälsa - Transportstyrelsen, 2021*). Bland annat har landströmsanslutningar varit intressanta för sjöfarten men på grund av infrastrukturella samt säkerhetsmässiga faktorer förekommer hinder för denna typ av lösning (Reusser & Pérez, 2020). Batteri-hybriddrift är därmed intressant då en sådan lösning inte är beroende av en landströmsanslutning.

Traditionellt produceras elektricitet till fartygets utrustning med hjälp av dieselgeneratorer och en axelgenerator (Maritim Elektrifiering – Behov Och Möjligheter, 2018). Energilagring där batterier laddas upp för att sedan tillgodose detta har under 2021 och 2022 implementerats på fyra nybyggda fartyg som levererats till svenska tankrederier (Sjöfartstidningen, 2022). Peak shaving i batteri-hybriddrift effektiviserar driften av fartygets axelgenerator, dieselgeneratorer samt framdriften av fartyget (Chin m.fl., 2022). Lagrad energi i batteriet säkerställer att marginal finns i händelse av förlorad strömförsörjning från den primära källan.

Det har tidigare forskats på batterihybriddrift ur olika perspektiv. Exempelvis batteri-hybriddriftens lämplighet till produkttankfartyg (Olsson & Lidström, 2020) såväl som alternativ strömförsörjning av tankfartyg under lastoperation (Johnsson & Möller, 2022). Batterihybriddrift är som implementerat koncept fortfarande nytt. Då koncept utvecklas rent tekniskt krävs ett uppdaterat förhållningsätt till denna teknik i den vardagliga driften. Av nya innovationer följer nya rutiner. Rutiner avser att täcka de behov som krävs för drift, underhåll och bibehållen säkerhet ombord på fartygen. Med nya rutiner följer behovet av utvecklade kompetenser. Diskrepansen mellan kompetens och behörighet blir då särskilt intressant att lägga vikt vid, då något som av lagar och föreskrifter krävs inför en befattning eventuellt skiljer sig från de kompetenser som arbetsgivaren anser erforderliga.

Mellan olika handelsfartyg kan de tekniska lösningarna skilja sig. Ett fartyg kan drivas av exempelvis tjockolja, marindiesel eller gas. Med nya tekniker och lösningar skiljer sig således även arbetssätten. Den kontinuerliga driften, underhållet och säkerhetsarbetet skräddarsys för att specifikt passa det aktuella fartyget. Var teknik följs av utmaningar som möts med kunskande inlärt från både studier och erfarenhet. Nybyggda batteri-hybriddrivna produkttankfartyg använder teknik som inom handelsflottan är att anse som ny, eller åtminstone inte kan anses vara allmän kannedom. Med rapporten önskas det redogöras för huruvida sjöbefälsutbildningen som bedrivs idag, tillgodoser behovet av kunskapen som krävs eller önskas inför en befälsbefattning på ett batteri-hybriddrivet fartyg.

1.1 Bakgrund

Inom sjöfarten finns en aktiv strävan för att reducera utsläppet av växthusgaser (Richter m.fl., 2004; Traut m.fl., 2018). En teknisk åtgärd som implementerats för att reducera dessa utsläpp är batteri-hybriddrift (Chin m.fl., 2022). Ny teknik medför krav på besättningens kompetens. Tillgodoseendet av det nya kompetensbehovet kan bli problematiskt när tekniken ligger före både skolor och myndigheter som skall säkerställa att fartygen bemannas med kompetent personal.

1.2 Syfte

Studien avser att undersöka samt klargöra hur behörighet och kompetens ombord på ett batteri-hybriddrivet produkttankfartyg ser ut med avseende på drift, underhåll och säkerhet.

Rapporten söker även svar på huruvida dagens sjöbefälsutbildning levererar den kompetens som krävs ombord på ett produkttankfartyg med batteri-hybriddrift.

1.3 Mål

Målet med studien är att klargöra hur kompetensbehovet ser ut ombord på ett produkttankfartyg utrustat med batterihybriddrift. Behovet kommer att undersökas utifrån aspekterna drift, underhåll och säkerhet. Rapporten skall även undersöka huruvida dagens sjöbefälsutbildning anses vara tillräcklig för att uppfylla de kompetensbehov som krävs i yrkesrollen som sjöbefäl ombord på de, genom frågeställningen, syftet och avgränsningarna, specificerade fartygen.

1.4 Frågeställningar

Hur skiljer sig behörighetskraven från den kompetens som önskas med avseende på drift, underhåll och säkerhet ur ett rederiperspektiv ombord på batteri-hybriddriva produkttankfartyg?

Anser rederierna att dagens sjöbefälsutbildning levererar den kompetens som krävs ombord på ett produkttankfartyg med batteri-hybriddrift?

1.5 Avgränsningar

Rapporten avgränsar de fartyg som studeras, till svenskkontrollerade, batteri-hybriddrivna produkttankfartyg. Av de behörigheter och kompetenser som undersöks avses det enbart sökas svar på drift, underhåll och säkerhet som direkt relaterar till batteri-hybriddrift. Driften, underhållet och säkerheten kommer inte att behandlas i de avseenden då fartyget utför lastoperationer, varken lastning eller lossning. I den mån batterier nämns syftar det till de batterier som avses användas till fartygets primära energiförsörjning och inte backup-batterier, om inget annat anges.

2. TEORI

I detta kapitel förklaras teknik, regelverk samt riktlinjer ombord på batteri-hybriddrivna och konventionella fartyg. Skillnaden mellan behörighet och kompetens förklaras för att läsaren skall få förståelse kring differensen mellan dessa.

Enligt Karl-Johan Hansson, skeppsbyggare anställd som Vessel Superintendent (personlig kommunikation, 16 december 2022) utvecklas tekniken inom sjöfarten hela tiden. När ny teknik implementeras på ett fartyg är det viktigt att ombordpersonalen får en förståelse kring den nya tekniken även om behörighetskravet inte förändras.

2.1 Behörighet och Kompetens

Då beskrivningar och definitioner av begreppen behörighet och kompetens i viss utsträckning kan likna varandra är det av vikt att tydligt definiera den innebörd som för rapporten är relevant.

I enlighet med Nationalencyklopedins beskrivning innebär behörighet något man måste kunna visa upp innan man får gå en viss utbildning, fatta vissa beslut eller arbeta inom en viss bransch (*Nationalencyklopedin [NE], 2022a*). Kompetens beskrivs som: ”utbildning eller erfarenhet som krävs för en viss tjänst eller befattning” (*Nationalencyklopedin [NE], 2022b*). I Svenska Akademiens ordlista (*Svenska Akademiens ordböcker, 2022*) beskrivs ordet behörighet med definitionen: ”Som har tillräcklig kompetens”. Vidare beskrivs kompetens med definitionen: ”Tillräcklig skicklighet”.

Enligt universitets – och högskolerådet (*Universitets- och högskolerådet [UHR], 2022*) kan högskolor och universitet bedöma eller validera den högskolesökandes reella kompetens. Reell kompetens nämns som begrepp för att ersätta en formell behörighet exempelvis i form av en gymnasial examen. Reell kompetens beskrivs som den kompetensen tillgodogjord utanför det formella skolsystemet. UHR (2022) menar att detta exempelvis kan vara internutbildningar som anställd, arbetslivserfarenhet eller odokumenterade studier. Sammantaget skiljer UHR på behörighet och kompetens, genom benämningen reell kompetens.

Med dessa definitioner som stöd för studien används begreppen behörighet och kompetens som följer; Behörighet är både den lagstadgade minimistandarden för att få lov att arbeta inom det specifika segmentet samt klassningssällskapets krav och riktlinjer. Kompetens syftar till yrkesmässigt kunnande inom det berörda området som inte härstammar direkt från de akademiska studierna. I följande kapitel, 2.1.1 samt 2.1.2 beskrivs de krav och kunskaper som krävs i och med en ombordanställning på ett batteri-hybriddrivet produkttankfartyg.

2.1.1 Tillgodogörande av kompetens

Förmågan att tillgodose sig kompetenser på arbetsplatsen varierar beroende på flertalet faktorer (Evans m.fl., 2006). Bland dessa beskrivs relationen mellan arbetsgivaren och arbetstagaren som särskilt viktig. Evans m.fl., (2006) forskning visar att målmedvetet arbete för att förbättra den arbetsplatsförlagda inläringen snarare ger ett kontraproduktivt resultat.

Arbetsplatsbaserad inläring är att anses som en informell form av inläring (Eraut, 2004). Enligt Eraut m.fl., (1998) kan dock arbetsplatsbaserad inläring både vara formellt och icke-formellt strukturerad. Bland annat sker inläringen spontant genom sociala interaktioner på

arbetsplatsen. Övriga tillfällen som det sker är genom att observera andra, genom mentorskap och att lära sig genom misstag (Eraut m.fl., 1998).

Utökade koncept av arbetsplatsbelägen inläring har sett inläring belägen på tre vis; praktisk aktivitet, i kulturen och sammanhanget av arbetsplatsen och den pedagogiska miljön samt de socio-biografiska aspekterna i arbetstagarens liv (Evans m.fl., 2006). Den praktiskt belägna inläringen inkluderar dels deltagande i faktiska arbetsuppgifter, dels tillgång till verksamhetsprogram. Tillgången till tid och utrymme för inläring är även av vikt (Evans m.fl., 2006).

De socio-biologiska aspekterna för inläring inkluderar fyra punkter (Evans m.fl., 2006);

- delat ansvar för lärande och personlig utveckling,
- anpassning av lärandet mot den som ska tillgodose sig kompetenserna med avseende på dennes intressen och erfarenheter,
- en dialog mellan verksamhetsprogrammet och det stöd som erbjuds för lärandet,
- erkännandet av de sociala och emotionella dimensionerna av lärandet.

De som definierar sitt arbete som tråkigt eller monotont samt de som upplever arbetet som kompetensavvecklande har få inre möjligheter att tillgodose sig kompetens genom arbetsplatsen (Rainbird & Evans, 2002).

2.1.2 Behörighet

International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW) är den konvention som reglerar utbildning och vilotid för sjömän (*Behörigheter - Transportstyrelsen*, 2010). STCW ges ut av International Maritime Organisation (IMO). Konventionen gavs ut och antogs av IMO 1978. 1981 ratificerades denna av Sverige (Prop. 2010/11:117). Genom Förordning (Om Behörigheter För Sjöpersonal Svensk Författningssamling 2011:2011:1533 t.o.m. SFS 2022:648 - Riksdagen, 2022) samt Transportstyrelsens Föreskrifter (TSFS 2011:116, 2021) införs STCW- konventionen i svensk rätt.

Transportstyrelsen förklarar att de besättningsmän som tjänstgör i en däck- eller maskinrumsbefattning måste ha en behörighet inför respektive befattning. Den lägstanivå som STCW-konventionen erfordrar, innefattar både teori och praktik. Lägstanivån finns till för att säkerställa en internationell miniminivå för befattningen. Inför en anställning i en viss befattning ombord är det dock inte alltid tillräckligt att inneha den specifika behörigheten, menar Transportstyrelsen. Beroende på fartygstyp, fartygets last och den livräddningsutrustning fartyget seglar med ställs krav på specialbehörigheter samt certifikat. Att en besättningsman, beroende på dennes arbetsuppgifter och ansvar, måste inneha flertalet olika behörigheter och certifikat är därför inte ovanligt. Ett seniorbefäl på ett fartyg med en specifik typ av last behöver således inneha en specialbehörighet för lasten. Likadant kan ett certifikat erfordras för den som utöver sin befattning blivit tilldelad ett särskilt ansvar (*Behörigheter - Transportstyrelsen*, 2010).

STCW-konventionen nämner inga specificerade krav inför en befattning ombord på ett batteri-hybriddrivet fartyg. För att fartyget vid ny- eller ombyggnation skall bli godkänt av flaggstatsmyndigheten, Transportstyrelsen i Sverige, måste dock dennes krav uppfyllas. Transportstyrelsen skriver att all fartygspersonal som ansvarar för drift, underhåll och brandbekämpning ombord på ett fartyg utrustat med batterihybriddrift skall ha relevant utbildning och kunskap kring det specifika batterisystemet (*Transportstyrelsens riktlinjer TSG*

2018-735 för batteri-och hybriddrivna fartyg, 2021). Utbildningen skall omfatta alla väsentliga moment. Med väsentliga moment menas drift, underhåll samt hantering av nödsituationer. Vidare skriver Transportstyrelsen (2021) att om personal med el-teknisk bakgrund inte finns ombord, bör utbildningen utformas så att risken för skador på personal, utrustning och fartyg minimeras.

Genom Transportstyrelsens behörighetsguide kan information sökas angående kraven för de olika befattningarna ombord på ett fartyg (*Befattningskrav*, 2019). Genom denna tjänst har befattningskraven sammanställts i rapporten och presenteras i Tabell 1, Tabell 2 och Tabell 3. Då rapporten avser att endast undersöka befälsbefattningarna inom däck och maskin är det enbart dessa som har sammanställts. Syftet med sammanställningen är att överskådligt presentera de olika behörighetskraven för respektive befattning.

Tabell 1 – Sammanställning av de behörigheter och krav som krävs för respektive däckbefälsbefattning.

Befattningskrav	Däcksbefäl:	Styrman	Överstyrman	Befälhavare
<i>Behörighet</i>	Fartygsbefäl klass V *	X		
<i>Behörighet</i>	Fartygsbefäl klass II *		X	
<i>Behörighet</i>	Sjökapten			X
<i>Radiobehörighet</i>	Radiobehörighet (GOC)	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Grundläggande säkerhetsutbildning	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Avancerad brandbekämpning	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Grundläggande sjukvårdsutbildning	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Räddningsfarkoster och beredskapsbåtar	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Grundläggande sjöfartskyddsutbildning**	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Avancerad tjänstgöring på fartyg som omfattas av IGF-Koden	X	X	X
<i>Specialbehörighet</i>	Tjänstgöring på olje- och kemikalietankfartyg	X	X	X

*alternativt motsvarande eller högre, **om ej högre certifikat innehas

Tabell 2 – Sammanställning av de behörigheter och krav som krävs för respektive maskinbefälsbefattning.

Befattningskrav	Maskinbefäl:	Fartygs- ingenjör	Förste Fartygs- ingenjör	Teknisk chef
<i>Behörighet</i>	Maskinbefäl klass V*	X		
<i>Behörighet</i>	Maskinbefäl Klass II*		X	
<i>Behörighet</i>	Sjöingenjör			X
<i>Radiobehörighet</i>	Radiobehörighet (GOC)	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Grundläggande säkerhetsutbildning	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Avancerad brandbekämpning	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Grundläggande sjukvårdsutbildning**	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Räddningsfarkoster och beredskapsbåtar	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Grundläggande sjöfartsskyddsutbildning	X	X	X
<i>Certifikat</i>	Avancerad tjänstgöring på fartyg som omfattas av IGF-Koden	X	X	X
<i>Specialbehörighet</i>	Tjänstgöring på olje- och kemikalietankfartyg	X	X	X
<i>Specialbehörighet</i>	Kemikalielasthantering	X	X	X
<i>Specialbehörighet</i>	Oljelasthantering	X	X	X

*alternativt motsvarande eller högre, **om ej högre certifikat innehas

I Safety Of life At Sea (*SOLAS*) ställs kravet att fartyget skall vara sjödugligt. För att fartyget skall anses vara sjödugligt krävs bland annat att det är korrekt bemannat. Vidare krävs ytterligare behörigheter. Dessa kan vara bundna till specifika befattningar som exempelvis specialbehörigheten ”Kemikalielasthantering”, som krävs av allt seniort befäl ombord. Alternativt kan somliga behörigheter vara bundna till en sjöman. Sjukvårdare ombord är exempel på en sådan behörighet. I nedanstående tabell, Tabell 3, summeras de behörigheter som, utöver befattningarna, krävs ombord (*Befattningskrav*, 2019).

Tabell 3 – Sammanställning av de certifikat och specialbehörigheter som krävs ombord.

	Behörighet
<i>Certifikat</i>	Sjukvårdare ombord
<i>Certifikat</i>	Skyddsansvarig ombord/Ship Security Officer (SSO)
<i>Certifikat</i>	Särskilda sjöfartsskyddsuppgifter
<i>Certifikat</i>	Krishantering
<i>Specialbehörighet</i>	Tjänstgöring på olje- och kemikalietankfartyg - Krävs av allt däck och maskin-manskap
<i>Specialbehörighet</i>	Kemikalielasthantering - Krävs för allt seniort befäl
<i>Specialbehörighet</i>	Oljelasthantering - Krävs för allt seniort befäl

Kommentar. Om den ombord med särskilda sjöfartsskyddsuppgifter även är innehavare av certifikatet som krävs av skyddsansvarig ombord, Ship Security Officer, krävs inte ett specifikt certifikat för särskilda sjöfartsskyddsuppgifter (*Befattningskrav*, 2019).

2.2 Regelverk

I SOLAS (2014), regleras produktionen av energiförsörjning ombord. Enligt SOLAS kapitel 41.1.1 skall ett fartyg kunna producera energi till all nödvändig utrustning ombord genom minst två olika oberoende källor. Båda källorna skall individuellt kunna producera tillräckligt med energi för att fartyget skall vara sjövärdigt.

2.2.1 Nödströmförsörjning

I SOLAS kap II-1 43.2 samt 43.3 beskrivs fartygets mest säkerhetskritiska utrustning som vid en nödsituation skall kunna matas av ett backuppsystem för energiförsörjning. SOLAS beskriver batterisystem och dieselgeneratorer som backuppsystem. Elektriciteten som produceras, alternativt lagrad elektricitet matas in på fartygets nödtavla, som i sin tur distribuerar energin till fartygets mest säkerhetskritiska utrustning.

SOLAS 43.3.1 redogör för kravet om nödgeneratören. En nödgenerator skall ha eget bränsle oberoende av annan utrustning, samt en egen oberoende startkälla för automatisk start vid energibortfall. En nödgenerator skall starta och försörja nödtavlan inom 45 sekunder efter blackout (SOLAS, 2014).

Det finns särskilt ställda krav på systemet i de fall ackumulatorbatterier tillåts ersätta en nödgenerator. Dessa krav står beskrivna i SOLAS kap II-1 43.3.3 samt 43.3.4. Kravet innebär att batteriet automatiskt skall kopplas in vid behov och mata nödtavlan med energi. Inkopplingen skall ske utan fördröjning och batteriet skall bibehålla den nominella spänningen med en 12-procentig marginal, antingen över eller under. Batteriet skall även leverera energi till nödutrustningen (i en nödsituation) under en period om minst 30 minuter (SOLAS, 2014).

2.2.2 Transportstyrelsen riktlinjer för batteri-hybriddrivna fartyg

I Transportstyrelsens Riktlinjer TSG 2018-735 För Batteri-Och Hybriddrivna Fartyg, (2021) s.9 definieras följande fartyg som batterihybriddrivna:

- *Fartyg vars huvudsakliga framdrivning sker via batterier.*
- *Fartyg som har batterier som ett alternativ för framdrivning (hybrid).*
- *Fartyg som har batterier som ersättning för annan hjälpkraft, utvidgning av hjälpkraft eller nödkraft.*

I TSG 2018–735 (2021) beskrivs processen att få en batteri-installation godkänd av Transportstyrelsens samt Transportstyrelsens roll i processen. Vid om- eller nybyggnation skall rederiet kontakta Transportstyrelsen med en anmälan. Därefter följer ett möte med Transportstyrelsen där rederiets säkerhetsplan presenteras. I början av processen fattas beslut om vilken organisation eller myndighet som skall utföra tillsyn och godkännande av byggnationen. Alternativen är klassningssällskapet eller flaggstaten (TSG 2018-735, 2021). Transportstyrelsen begär sedan ut en riskanalys från rederiet. Riskanalysen kan utformas enligt *Hazard Identification (HAZID)* modellen. Vid mötet, som kallas HAZID-möte skall följande personer vara delaktiga, i enlighet med TSG 2018-735 (2021) s12:

- *Person eller organisation som håller i HAZID mötet och dokumentation av detta.*
- *Representant från batteritillverkaren.*
- *Representant från varvet.*
- *Representant från systemleverantören.*
- *Representant från rederiet.*

- *Representant från klassningssällskapet.*
- *Representant från den behöriga myndigheten (Transportstyrelsen).*
- *Övriga deltagare som kan vara relevanta, t.ex. montörer.*

HAZID-mötet ska resultera i dokument som stipulerar respektive parts uppgifter och ansvar under processen. De risker som identifieras samt åtgärderna för att minimera riskerna presenteras. HAZID-mötet följs av en *Hazard and Operability Analysis*, HAZOP-analys. Syftet med HAZOP-analysen är att åtgärda de operationella riskerna som identifierats i systemet (TSG 2018-735, 2021).

2.3 Konventionell Fartygsteknik

Studien använder samlingsbegreppet ”konventionell fartygsteknik” för att benämna den teknik som traditionellt används ombord på fartyg. Inom detta inkluderas inte batteri-hybridteknik. Begreppet introduceras för att förenkla fortsatta syftningar till dessa tekniker och fartyg samt för att tydliggöra skillnader mellan batteri-hybriddrivna och övriga fartyg.

Ordet *konventionell* är enligt Svenska Akademiens ordlista (Svenska Akademiens ordböcker, 2022) synonymt med *vedertagen* och *traditionsenlig*. Därav har konventionell fartygsteknik valts att användas som ett begrepp genom studien för att beskriva de tekniker och fartyg som framstår mer traditionsenliga och konventionella än vad batteri-hybriddrivna fartyg gör.

Gemensamt för de konventionella fartygen är att framdrivningen sker med hjälp av en eller flera propellrar. Dessa är fästa vid en propelleraxel som genom en tätad skrovgenomföring, propelleraxeltätning, transporterar rörelseenergi från fartygets motor till propellern (F. Molland, 2008).

Motorn som roterar propelleraxeln kallas för huvudmaskin (F. Molland, 2008). Den kan antingen vara en förbränningsmotor eller en elektrisk motor (Zhang m.fl., 2022). Används en förbränningsmotor är det vanligt att en generator drivs av propelleraxeln för att kunna nyttja den energi som inte går till framdrivningen, till fartygets elnät (Jari Alanen, 2017). Är huvudmaskinen en elmotor som i sin tur tillgodoser sig energi från dieselgeneratorer, så är det ett så kallat dieselelektriskt framdrivningssystem (Zhang m.fl., 2022). Ett dieselelektriskt fartyg har flera olika dieselgeneratorer som konverterar energin från en förbränningsmotor till elektrisk energi. Utöver att producera energi till fartygets framdrivningsmaskineri, så används dieselgeneratorerna även till att förse fartygets övriga utrustning med energi (Zhang m.fl., 2022).

För att distribuera energin producerad av antingen axelgeneratorn eller dieselgeneratorerna till fartygets övriga utrustning är dessa anslutna till fartygets huvudelnät (Jari Alanen, 2017). Enligt Jari Alanen, (2017) varierar antalet dieselgeneratorer ombord beroende på fartygets storlek, segment och utrustningens karaktär. Vanligt är dock två till tre generatorer. Det finns påbörjade projekt för att tillgodose fartygens energibehov, då fartyget ligger förtöjt, med hjälp av en anslutning till det landbaserade elnätet (Reusser & Pérez, 2020), men idag är detta inget som implementeras.

2.4 Batteri-hybriddrift

Batteri-system innefattar en rad olika komponenter så som batteripaket, batteriladdare, övervakningssystem och integreringssystem för att svara mot fartygets övriga elsystem samt eventuell landanslutning (Chin m.fl., 2022). Batterisystemet ställer krav på övrig

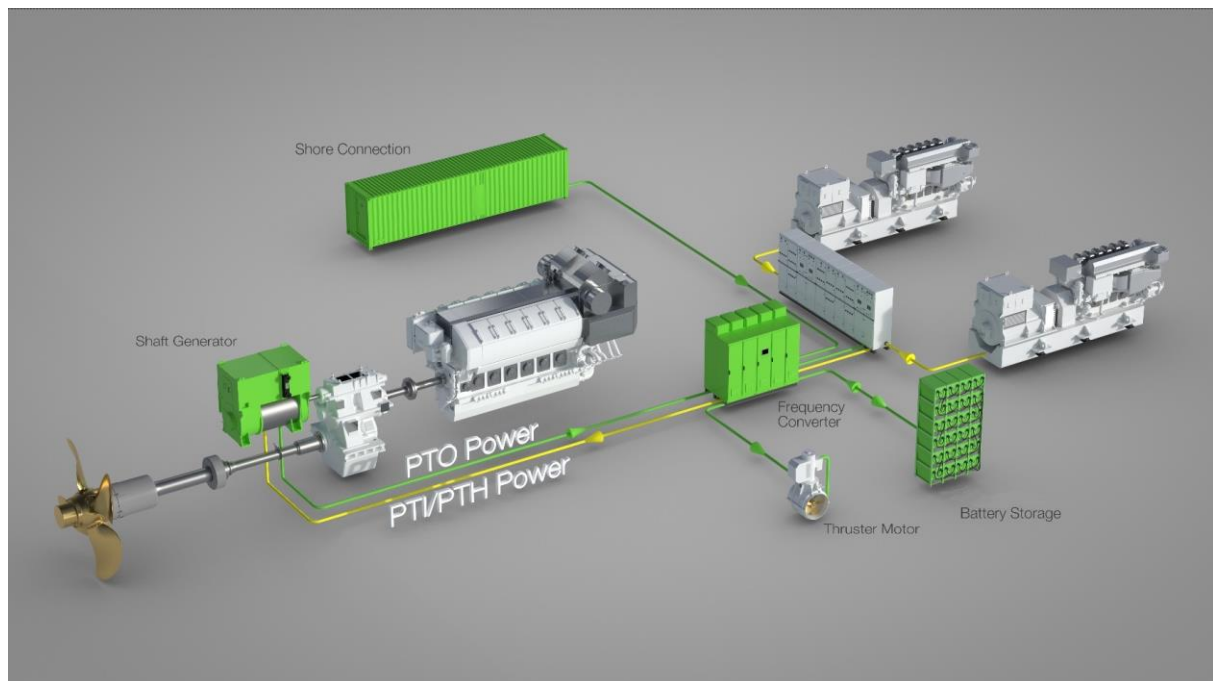
kringutrustning som brandövervakning, brandsläckning och möjlighet till assistans från land via exempelvis internet eller radio (TSG 2018-735, 2021).

2.4.1 Batteri-hybridfartygs uppbyggnad

När fartyget drivs av huvudmaskinen används fartygets axelgenerator för att generera elektrisk energi. Detta kallas *Power Take In* (PTI) (Chin m.fl., 2022). Då det uppstår en kortare belastningsökning kan axelgeneratoren inverteras och användas som en el-motor. Axelgeneratoren tillför energi till propelleraxeln, *Power Take Out* (PTO) vilket gör att huvudmaskinen kan arbeta under konsekvent belastning, och således arbeta mer effektivt (se figur 1). Fartygets batteripack används som energikälla för ändamålet. Fördelen med detta är en uppskattad bunkerbesparing upp till omkring fem procent (Chin m.fl., 2022).

Batteri-packet används även till att hantera belastningstoppar för energikonsumenterna ombord. Detta kallas *peak shaving*. Peak shaving innebär att strömförbrukningstoppar jämnas ut (Chin m.fl., 2022). Syftet är att kunna bibehålla en jämn belastning på den utrustning som levererar energin. Ombord på ett fartyg är detta exempelvis en axelgenerator eller en dieselgenerator. Då efterfrågan på energi temporärt ökar ombord på fartyget, kopplas batteriet in och möter förbrukningstoppen. Vinningen blir att en extra dieselgenerator inte behöver vara startad i preventivt syfte för att hantera eventuella förbrukningstoppar (Chin m.fl., 2022). Samma princip är applicerbar då fartyget av olika skäl kräver extra redundans i dess elnät, exempelvis då fartyget passerar genom trånga passager eller vid hamnanlöp, se tabell 4.

Figur 1 –Batteri-hybridssystem



Kommentar. Förenklad bild över hur framdrivning och energidistributionen ombord på Rederi AB Donsötanks senaste fartygsserie. Bilden används med tillåtelse från Rederi AB Donsötank.

2.4.2 Litiumjonbatterier

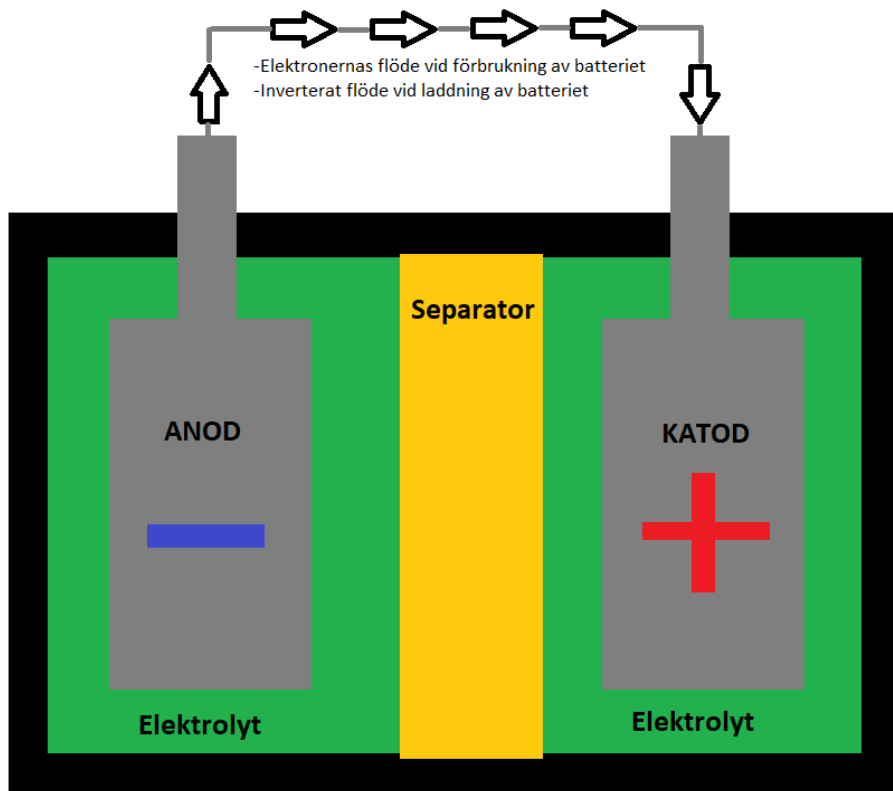
De batterier som nästintill uteslutande används inom sjöfarten för batteri-hybriddrift är litiumjonbatterier, tack vare att energi och effekttätheten är högre i litiumjonbatterier än i övriga batterimodeller (*Maritim elektrifiering – behov och möjligheter*, 2018).

Litiumjonbatterier tillhör kategorin sekundära batterier, som innefattar uppladdningsbara batterier. Icke-uppladdningsbara batterier kallas för primära batterier (*Myndigheten för samhällsskydd och beredskap [MSB], 2020*).

Ett litiumjonbatteri är uppbyggt av flertalet battericeller. Varje battericell består av en anod och en katod som skiljs åt av en separator. Dessa är sedan nedsänkta i en elektrolyt, illustrerat i figur 2. I ett litiumjonbatteri består katoden av en litiumförening där den vanligaste inom maritimt bruk är LiNiMnCoO_2 (*Maritim elektrifiering – behov och möjligheter*, 2018). Att använda kobolt i litiumföreningen ger en så hög energitäthet som möjligt (Chu m.fl., 2022). Anoden i battericellen består oftast av en grafitmix. Det har på senare tid dock blivit vanligare att blanda in kisel i anoden för att öka effektiviteten i batteriet (Chandra & Kim, 2018).

Cellerna paketeras sedan samman. I dessa paket integreras sensorer samt kontrollsystem och ett fysiskt skydd. De sammanpackade paketen kallas moduler. Modulerna kopplas sedan samman för att uppnå önskad systemspänning och bildar då en batteristräng, som i sin tur bygger upp batteripaketet (*Maritim elektrifiering – behov och möjligheter*, 2018).

Figur 2 - Illustrerar uppbyggnaden av en battericell i ett litiumjonbatteri



Kommentar. Elektronflödet vid förbrukning av batteriet. Elektronflödet vid uppladdning beskrivs även, då i text.

2.4.3 Säkerhetsrisker med litiumjonbatterier

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB, 2020), menar på att det primärt förekommer tre risker associerade med litiumjonbatterier; termisk rusning, utsläpp av farliga gaser och återantändning.

Termisk rusning kan förekomma då batteriet, på grund av följande skäl, blir instabilt; yttre påverkan som deformerar batteriet, återkommande djupurladdning, överladdning, kortslutning i cellen eller yttre värmeexponering. Då temperaturen i cellen stiger till en kritisk nivå frigörs syre från metalloxider i batteriet. Frigöringen av syre kan, kombinerat med bildade elektrolytångor, bidra till ett svårsläckt, snabbt utvecklat, brandförlopp. Beroende på den kemiska sammansättningen som batteriet är uppbyggt av kan termisk rusning uppstå då temperaturen i cellen överstiger 150 grader Celsius. Redan i spannet 80 till 150 grader Celsius kan en gasning, eller ventilerings ske. Detta är en form av säkerhetsmekanism där battericellen ventilerar brännbara gaser. Antänds dessa gaser kan en temperaturökning i batteriet ge upphov till termisk rusning (Song m.fl., 2022; MSB, 2020).

Vid temperaturökning i batteriet kan battericellerna ventilera bildade gaser. Gaserna som kan bildas när battericellen hettas upp är giftiga och inkluderar bland annat väteklorid, vätecyanid och vätefluorid (MSB, 2020). Enligt Arbetsmiljöverkets författningssamling, Hygieniska Gränsvärden (u.å.) anges ett kortidsgränsvärde vid oskyddad exponering för vätefluorid på $1.7\text{mg}/\text{m}^3$ över en period på 15 minuter.

När en brand i ett litiumjonbatteri har släckts finns det rapporterade fall där batteriet har återantänds flertalet dygn efter avslutad kylning (MSB, 2020). Värmeutvecklingen i batteriet fortsätter ofta under lång tid efter det då branden släckts vilket innebär att både batteriet självt samt intilliggande material löper risk för antändning.

2.5 Batteri-hybriddriftens relevans för miljön

Sjöfarten står för stora utsläpp till atmosfären. Bland dessa inkluderas; koldioxid (CO_2), kväveoxid (NO_x), svaveloxid (SO_x), kolmonoxid (CO), oförbrända kolväten (HC) och partikelmaterial ($\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}) (Corbett, 2003; Corbett m.fl., 1999; Richter m.fl., 2004; Traut m.fl., 2018; Wan m.fl., 2018). $\text{PM}_{2.5}$ och NO_x kan orsaka allvarliga hälsoproblem hos individen (Andersson m.fl., 2009; Künzli m.fl., 2000; Marelle m.fl., 2016), såsom lungcancer och kardiopulmonell dirofilarios (hjärtmask), (Corbett m.fl., 2007; Liu m.fl., 2016).

Elektrifierade fartyg, däribland batteri-hybriddrivna är därför av stor relevans i dagens sjöfart i syfte att minska dessa utsläpp (Gössling m.fl., 2021). Tack vare tekniken som ett batteri-hybridfartyg nyttjar, PTI, PTO och peak shaving, effektiviseras förbränningen (Chin m.fl., 2022).

Att minska antalet dieselgeneratorer i drift är en metod för att minimera förbränningen. I syfte att undvika totalt energibortfall på ett fartyg säkerställs alltid en nivå av redundans, personlig kommunikation, Jonathan Olsson (överstyrman på ett batteri-hybriddrivet produkttankfartyg, 20 december 2022). Redundansen säkerställs konventionellt genom att starta en extra dieselgenerator (Chin m.fl., 2022; Zhang m.fl., 2022). Vilken nivå som ska hållas beslutas i enlighet med rederiets policy samt kaptenens omdöme, (personlig kommunikation, Jonathan Olsson, 20 december 2022). Faktorer som påverkar denna erforderliga nivå av redundans är bland annat det aktuella farvattnet samt rådande väder.

Farvattnet som beaktas delas in i tre kategorier; öppet hav (sea-passage), begränsade vatten och då fartyget är ankrat. Till begränsade vatten hör både passager där de navigatoriska säkerhetsmarginalerna är begränsade samt perioden då fartyget anlöper och avgår från hamn, (personlig kommunikation, Jonathan Olsson, 20 december 2022).

De tillgängliga medlen för att säkerställa redundansen inkluderar fartygets axelgenerator, dieselgenerator samt batteripaketet (Chin m.fl., 2022; Zhang m.fl., 2022). Axelgeneratorer finns i olika utföranden. Det finns dels de som enbart kan arbeta med ett konstant varvtal, dels sådana som klarar av variabla varvtal. Då de navigatoriska aspekterna inte alltid tillåter ett konstant varvtal, samt att alla axelgeneratorer inte klarar av variabla varvtal, delas konventionell drift in två kategorier. På så vis presenteras behovet av antalet dieselgeneratorer som krävs sanningsenligt, se tabell 4 (Jonathan Olsson, 20 december 2022).

Tabell 4 – Dieselgeneratorer i bruk beroende på fartområden och fartygskondition.

Antal dieselgeneratorer	<u>Batteri-hybrid drift,</u> <i>med axelgenerator som kan operera på variabla varvtal</i>	<u>Konventionell drift,</u> <i>då axelgenerator används</i>	<u>Konventionell drift,</u> <i>då axelgenerator ej används</i>
<u>Sea-passage</u>	0	0	1
<u>Begränsade utrymmen</u>	0	1	3
<u>Ankrad</u>	1	1	1

Kommentar: Antalet dieselgeneratorer som krävs för att säkerställa att den redundans som krävs finns tillgänglig, baserat på det navigatoriska fartområdet som det specifika fartyget befinner sig i.

3. METOD

Rapporten utfördes i form av en fallstudie för att besvara hur kompetensbehovet förhåller sig mot behörighetskraven ombord på ett batteri-hybriddrivet fartyg. En kvalitativ datainsamling genomfördes i form av semistrukturerade intervjuer. I rapporten presenteras intervjuerna, för att sedan analyseras i en resultatsammanställning. I enlighet med Forskningshandboken (Denscombe, 2018), granskades utvärderingen av resultatet. Avslutningsvis besvarades frågeställningen utifrån bakgrundsmaterialet samt resultatet av intervjuerna.

3.1 Forskningsstrategi – Fallstudie

Fallstudier fokuserar på enskilda eller fåtalet förekomna fenomen, i syfte att möjliggöra djupgående redogörelser av en händelse, förhållanden, erfarenheter och processer (Denscombe, 2018).

Denna studie använde djupa, semistrukturerade intervjuer för att sammanställa ett resultat, utifrån vilket frågeställningen besvarades.

3.2 Bakgrundsmaterial

Enligt Denscombe (2018) är en bred bakgrundskunskap nödvändigt för att bedriva kvalitativa studier. Datainsamlingen till bakgrundsmaterialet för studien är primärt hämtat genom digitala sökverktyg. Materialet består av forskningsrapporter samt lagtexter och föreskrifter. Det inhämtade materialet är skrivet på antingen svenska eller engelska. Att inte begränsa språket till enbart svenska breddar det tillgängliga bakgrundsmaterialet.

I de fall relevanta källor för det aktuella området saknats, söktes individer med önskad expertis i syfte att komplettera litteraturen. Då enbart personer med förstahandsexpertis söktes säkerställdes relevansen och trovärdigheten i innehållet.

De källor som presenteras i studien är granskades noggrant och värderades som trovärdiga, enligt Höst m.fl., (2006). Kriterier som källorna värderats utifrån innefattar bland annat källans syfte och författarens auktoritet.

3.3 Intervju

Studiens resultat framställdes utifrån semistrukturerade intervjuer (Kvale & Brinkman, 2017; Ryen, 2004). Intervjumetoden valdes då den möjliggör fördjupade svar av frågeställningarna. En intervjumall med ett antal förbestämda frågor konstruerades av författarna. Syftet var att vid intervjutillfället säkerställa innehållet i intervjun och dess överensstämmande med studiens syfte. Den förberedda mallen lämnade utrymme för intervjuobjekten att ge djupa och nyanserade svar. Det gavs även möjlighet att bredda frågorna, och då även svaren. Syftet med flexibiliteten var att säkerställa att så djup och relevant information som möjligt kunde framföras (Kvale & Brinkman, 2017; Ryen, 2004).

Inför intervjutillfället kontaktades intervjuobjekten där dag, tid och plats för intervjun beslutades. Intervjuobjekten fick ta del av den förskrivna intervjumallen, bilaga 1, redan efter den initiala kontakten. På så vis försäkrade sig författarna om att respondenterna var väl förberedda inför intervjun (Ryen, 2004).

3.3.1 Bakgrund till intervjun

Då studien syftar till att besvara en frågeställning rörande branschledande teknologi med tillhör, kunde tillräcklig information om detta inte sökas enbart genom litteratur. Forskning angående kompetensbehov ombord på ett batteri-hybriddrivet produkttankfartyg fanns alltså inte tillgängligt.

Författarna valde således att kontakta de rederier som överensstämmer med studiens syfte och avgränsningar, för att genom intervjuer söka svar på frågeställningarna.

3.3.2 Urvalsgrupp

Intervjuobjekten som kontaktades arbetar inom rederier med driftskontor i Göteborg. Samtliga rederier utvecklar och tillämpar ny teknik ombord på deras fartyg, däribland batteri-hybriddrift. Urvalet skedde utifrån den yrkesbefattning intervjuobjektet hade på rederiets kontor. För att få störst relevans i svaren valdes två befattningar ut; Teknisk chef (*Technical Manager*) samt Personalchef (*Human Relations Manager*). Sammantaget intervjuades fyra individer fördelat på två rederier. Då det endast finns två rederier som överensstämmer med studiens avgränsningar, har studien uppnått teoretisk mättnad (Denscombe 2018).

Vid rederi 1 (ett) var båda intervjuobjekten män i åldrarna 44 och 47 år. De har båda varit aktiva i branschen i cirka 25 år. Karriären börjades, i bådask fall som manskap, ombord och senare befäl efter att de avslutat sina studier vid sjöbefälshögskolan. Den tekniska chefen arbetade i maskin på fartygen och personalchefen som nautiker.

Vid rederi 2 (två) var båda intervjuobjekten män i åldrarna 48 och 64 år. Den tekniska chefen, hade arbetat inom rederiet sedan 1974. Inledningsvis på rederiets egna varv och senare ombord på flertalet fartyg inom maskinbefattningarna, både som manskap och befäl. Sedan 2002 och framåt arbetade han på rederiets kontor. Personalchefen har tidigare arbetat som yrkesfiskare och senare inom maskin på rederiets fartyg. Sedan 1996 har han arbetat med befaktning på rederikontoret, och från 2006 har han arbetat med sin nuvarande befattning.

De båda tekniska cheferna har långtgående erfarenhet av teknikutveckling inom produkttanksegmentet. Personalcheferna har i sin tur arbetat med personalfrågor och anställning av besättning till rederiets batteri-hybriddrivna produkttankfartyg.

3.4 Analys

Intervjumaterialet analyserades genom metoder angivna i forskningshandboken (Denscombe (2018) samt (Fejes & Thornberg Red, 2016). Den data som inhämtades från de semistrukturerade intervjuerna bandades med intervjuobjektens tillåtelse. Under intervjutillfället fördes även anteckningar i syfte att underlätta det följande arbetet. Bandningen transkriberades av författarna. Utifrån transkriberingen har intervjumaterialet kodats samt tematiserats för att presentera ett resultat med utgångspunkt i frågeställningarna.

3.5 Forskningsetik

I rapporten tas hänsyn till de etiska aspekterna i forskningen i enlighet med forskningsetikkapitlet (Denscombe, 2018). Detta säkerställde att varken intervjuobjekten eller rederierna lidit skada genom sitt deltagande i studien. Alla intervjuer presenterades anonymt utan koppling till vare sig person eller det rederi personen representerar. Deltagarna tog del av en samtyckesblankett där medgivande för datainsamling och dess användande innefattades.

4. RESULTAT

I nedanstående kapitel presenteras resultatet av de intervjuer som genomförts. Genom följande kapitelindelning kommer varje aspekt av frågeställningen presenteras enskilt i syfte att ge en tydlig förståelse kring svaret. Intervjuobjekten kommer att benämnas utifrån rederiet de är anställda vid samt den befattning de har.

Avslutningsvis summeras resultatet för att precis presentera svaret på frågeställningen

- Hur skiljer sig behörighetskraven från den kompetens som önskas med avseende på drift, underhåll och säkerhet ur ett rederiperspektiv ombord på batteri-hybriddriva produkttankfartyg?
- Anser rederierna att dagens sjöbefälsutbildning levererar den kompetens som krävs ombord på ett produkttankfartyg med batteri-hybriddrift?

4.1 Kompetens

De tekniska cheferna är eniga om att det inte bör vara någon större skillnad i kompetensbehoven mellan de batteri-hybriddrivna och de tidigare fartygen. Den tekniska chefen på rederi 1 vill dock poängtera att en viss skillnad finns mellan behörighetskraven och den önskade kompetensen på de batteri-hybriddrivna fartygen. Skillnaden berör ellära och reglerteknik. I övrigt handlar det om de personliga egenskaperna hos de anställda. Den tekniska chefen vid rederi 2 gör en jämförelse med övriga samhället där den äldre generationen ofta kan ha svårigheter med att hålla sig uppdaterad vad gäller teknikutvecklingen. Således finns största skillnaden i kompetensen mellan de yngre anställda och de äldre snarare än mellan de nya, respektive de äldre fartygen.

I enlighet med det ovan skrivna exemplet påstår den tekniska chefen vid rederi 2 att det inte är svårt att få tag i kompetent personal till de batteri-hybriddrivna fartygen. Han uttrycker det som motsatsen, i och med att den nya tekniken lockar redan tekniskt intresserat befäl och övrig kunnig personal.

Den kompetens som finns ombord på de batteri-hybriddrivna fartygen kommer främst från praktisk upplärning. Den tekniska chefen på rederi 1 säger att det viktigaste är att bibehålla kompetensen inom rederiet, och genom att uppnå det, kunna lära upp de som tidigare inte arbetat med dessa system. Då fartygen liknar varandra så pass mycket är det fullt möjligt att skifta folk mellan fartygen för att sprida kompetensen vidare.

Personalcheferna vid respektive rederi menar att de ombordanställda själva tillgodoser sig mycket av den kompetens (och kunskap) som krävs för arbetet med batteri-systemen. På båda rederier har utförliga manualer för systemen skrivits i syfte att säkerställa sig om att de anställda besitter tillräcklig kompetens. Båda personalcheferna nämner vikten att familialiseras med utrustningen. Detta gäller inte bara batterisystemen, utan all utrustning som den ombordanställda kommer i kontakt med.

Samtliga intervjuobjekt är av åsikten att den viktigaste egenskapen hos en anställd ombord på ett batteri-hybriddrivet fartyg inte är de kompetenser de redan besitter, utan inlärningsförmågan samt intresset att tillgodose sig nya kompetenser.

4.1.1 Drift

Utöver de kompetenser som krävs på rederiets tidigare fartyg anser den tekniska chefen på rederi 1 att ellära och reglerteknik är den kunskap som är särskilt viktig vad gäller driften av de batteri-hybriddrivna fartygen. Övrig kompetens som kan komma att krävas tillgodoses främst genom upplärning ombord.

Personalchefen på rederi 2 upplever inte att det är svårare att få tag i kompetens till rederiets batteri-hybriddrivna fartyg än till de tidigare fartygen. Genom de manualer som skapats, familiariseringen och upplärningen ombord upplevs inga luckor i kompetensbehovet.

Personalchefen på rederi 1 ser att det finns viss skillnad i kompetensbehoven avseende driften av de tidigare fartygen och de nya batteri-hybriddrivna fartygen. Dock ser han, ur ett personalperspektiv, att det snarare handlar om individen. Somliga anställda passar bättre på antingen de nya, eller de äldre, fartygen. De som i första hand anställs på rederiets batteri-hybriddrivna fartyg är de som visar initiativtagarförmåga att lösa problem relaterat till de nya systemen. Ett exempel på detta är att självmant sätta in sig i manualerna eller att ta kontakt med leverantörerna av systemen då extern kompetens krävs. Dock menar han att det säkerligen kommer bli mindre viktigt framöver med sådana initiativ i takt med att kunskapen finns tillgodogjord hos besättningen ombord. Kombinationen av besättningsmedlemmar och deras erfarenhet gör att den sammanlagda kompetensen blir fullgod med avseende på batteri-hybriddriften. Den viktigaste egenskapen hos de anställda, enligt personalchefen, är förmågan och intresset att ta till sig nya kompetenser.

På rederi 2 berättar den tekniska chefen om den manual som rederiet har utformat för att introducera och stödja besättningen i arbetet med batteri-hybriddriften. Han berättar även att då landströmsanslutningarna som är förberedda på fartygen tas i bruk, kommer en kurs för att hantera detta vara obligatorisk för den ombord med ansvaret för anslutningen.

4.1.2 Säkerhet

Enligt båda rederiers tekniska chefer är den primära säkerhetsrisken (med avseende på batteri-hybriddrift) brand. Primärt handlar inte risken om att en brand ska uppstå, utan i stället svårigheterna med arbetet att släcka en eventuell brand. För att minimera risken för att en brand ska bryta ut krävs varsamhet och generell el-kunskap vad gäller arbetet som utförs med den batteritekniska utrustningen.

Vad gäller släckningsarbetet krävs det att besättningarna, i sina regelbundna övningar, inkluderar de moment som hör till att släcka bränder i litium-jonbatterier. Personalchefen för rederi 1 berättar att de inom rederiet har särskilda föreskrifter både för att förebygga brand samt hanteringen och bekämpning av ett redan utvecklat brandförlopp. Vidare är nödsystem installerade i batteripaketerna för att så tidigt som möjligt bli varskodd då potentiella brandrisker uppstår. Även inbyggda säkerhetsstärkande åtgärder finns tillgängliga. Bland annat så är batterierna installerade utanför maskinrummet för att inte kompromissa säkerheten på övriga system i händelse av brand. Detta gäller för batterisystemen hos båda rederierna. Fast installerad släckutrustning finns tillgängligt för att kunna bekämpa eventuell brand i form av kvävande gas och möjlighet att vattenfylla batterirummet.

Den tekniska chefen vid rederi 1 känner ingen oro kring huruvida det finns tillräckligt med kompetens för att hantera säkerhetsriskerna med batteri-hybriddriften. Han berättar att gemene man i allmänhet har fullgod kunskap kring batterier vilket innebär att den varsamma hanteringen som krävs faller sig naturligt. Det tillsammans med de säkerhetssystem och

procedurer som är tillämpade ger ett tryggt arbetssätt vad gäller rederiets batteri-hybriddrivna fartyg. Han berättar även att det under det gångna året inte har kommit ett enda larm från systemen och att förtroendet för driften är stor, både ombord och på kontoret.

Den tekniska chefen på rederi 1 berättar även att de som idag arbetar ombord på batteri-hybriddrivna fartyg är mycket nöjda. Det som beskrivs som särskilt positivt är den redundans som batteriet medför. Han beskriver även att alla borde använda sig av batteri-hybriddrift. Det hade medfört en säkrare och miljövänligare sjöfart, samt en ökad teknisk kompetens gällande batteri-hybriddrift.

4.1.3 Underhåll

Sammantaget är de tekniska cheferna vid både rederierna eniga om att de batteri-tekniska systemen är såpass underhållsfria att någon särskild kompetens gällande underhåll inte är nödvändig. Den kompetens som krävs kommer naturligt med tiden och bekantskapen med tekniken ombord på fartyget. All vardaglig övervakning av batteri-hybridsystemen sker idag ombord på fartygen.

Den tekniska chefen på rederi 1 berättar att det idag finns mycket goda kommunikationsmöjligheter mellan fartygen och landbaserade organisationer. Detta gör det möjligt för bland annat tekniker att koppla upp sig mot de batteri-hybriddrivna fartygen, bland annat i syfte att diagnostisera systemen och på så vis arbeta på distans. Besättningen ombord används i dessa fall som teknikerns förlängda arm och kan efter dennes instruktioner utföra arbetet på plats.

Det fanns även en tanke med den extra redundansen som batteri-hybridtekniken erbjuder att övrigt underhåll teoretiskt sett kan utföras under drift. Problematiken kring konceptet ligger dock vid att övrigt inblandade aktörer, bland annat oljebolag och terminaler, idag har vissa begränsningar vad gäller utsträckningen på underhållsarbetet som får lov att utföras under drift. I och med detta går det inte att fullt ut förutsäga hur kompetensutvecklingen kommer att se ut. Det beror främst på om ytterligare arbete kan komma att tillåtas ske under drift. I sådana fall finns incitamentet för att utveckla kompetensbehovet. De övriga systemen, som inte är direkt kopplade till det batteri-hybridtekniska, är idag liknande de system som finns på rederiets tidigare fartyg och således krävs ingen ytterligare kompetens för att hantera dessa.

Den tekniska chefen på rederi 2 berättar att då batteripaketet uttjänat sin livslängd kommer de att bytas på varv. Än har dock inte ställning tagits till huruvida utbytet av packen kommer att utföras av rederiet själva eller med extern hjälp.

4.2 Utbildning

Tekniska chefen på rederi 2 tycker att sjöbefälsutbildningen idag förbereder framtida befäl inför arbetet på batteri-hybriddrivna fartyg väl, framför allt vad gäller den nya tekniken. Den tekniska chefen har inga önskemål på förändring i utbildningen utöver att eventuellt inkludera, eller utöka, moment som berör högspänning och starkström.

Personalchefen vid rederi 2 tycker att sjöbefälsutbildningen i många fall inte fullt förbereder blivande befäl på den batteri-hybridtekniska delen av arbetet på rederiets fartyg. Han gör en jämförelse mot då gasdriften började implementeras. Utbildningen utvecklades inte i samma takt som branschen och det försvårade för rederier att tillgodose sig behörig personal. På liknande vis menar han att utbildningen inte är fullgod vad gäller det batteri-hybridtekniska,

vilket innebär hindrande moment i avseendet att tillgodose sig personal med tillräcklig kompetens.

Den tekniska chefen på rederi 1 anser att de nyanställda ombord generellt är väldigt kunniga vad gäller ny teknik i stort. Han menar dock att detta inte nödvändigtvis är något som är medtaget från sjöbefälsutbildningen utan att det mer troligt handlar om ett allmänt intresse för teknik. De som är intresserade och har viljan att lära sig den nya tekniken gör oftast det men han menar på att det handlar om ett egenintresse och eget initiativtagande snarare än sjöbefälsutbildningen. Den tekniska chefen önskar även att mer ellära ska inkluderas i utbildningen. Även utbildning kring batterier och utökad undervisning om reglerteknik är något som önskas. För däcksbefäl är en allmän kännedom om batteri-hybridssystemet tillräcklig. Dock är det oftast dem som tar emot de första larmen då maskinrummet är obemannat, så viss utökad kunskap kring initiala nödåtgärder krävs. Kunskapen förvärvas ombord och den tekniska chefen ser inte att det är något som sjöbefälsutbildningen måste tillgodose.

Personalchefen på rederi 1 är av liknande åsikt som den tekniska chefen. Dock menar han att det inte nödvändigtvis är skolans uppgift att lära ut de arbetsplatsspecifika kompetenserna då det finns så pass många olika fartygstyper och framdrivningssystem. Han önskar dock att utbildningsorganen var mer lyhörda och bedrivit en öppnare kontakt direkt med rederierna, med syftet att i samförstånd forma utbildningen för att säkerställa att de som examineras har den kompetensen som krävs.

För att som elev tillgodose sig kompetenser kring batteri-hybridteknik, uppmanar personalchefen på rederi 1 elever till att göra den fartygsförlagda utbildningen på olika fartygstyper. Vad personalchefen på rederi 1 dock föreslår är att de som kommit längre i sin utbildning bör prioriteras högre när de söker praktik på batteri-hybriddrivna fartyg. Detta på grund av den ringa tillgången på praktikplatser på dessa fartyg. Han menar att det är onödigt att en elev som inte redan har kunskap på de icke batteri-hybridspecifika systemen, eller tekniken, inte kan tillgodogöra sig den särskilda kompetensen på samma sätt som någon med tidigare erfarenhet och kompetens kan.

Utöver sjöbefälsutbildningen berättar personalchefen på rederi 1 att det är flertalet av de ombordanställda som uppskattar vidareutbildningar och möjligheter att utveckla sina kompetenser. Generellt ser han att många är teknikintresserade, och att kunna erbjuda fördjupade kurser om tekniken de arbetar med, hade troligen uppskattats. Tyvärr finns det än så länge inte några sådana kurser. Personalchefen antar att det handlar om att tekniken är så pass ny och att utbildning och kurser oftast kommer efterhand. På liknande vis berättar han om när rederiet började använda sig av poddar i sitt dieselelektriska framdrivningssystem. Tekniken utvecklades och implementerades. Först senare kom kurser och generella utbildningar kring systemet på plats.

4.3 Resultatsummering

Nedan presenteras en sammanfattning av resultatet för att koncist besvara frågeställningarna.

- Ett av intervjuobjekten anser att skillnader förekommer mellan behörighetskraven och den kompetens som önskas ombord, med avseende på driften. Skillnaden berör ellära och reglerteknik.
- Enligt de resterande intervjuobjekten förekommer inga skillnader mellan behörighetskraven och den kompetens som önskas med avseende på drift, ur ett rederiperspektiv ombord på batteri-hybriddrivna produkttankfartyg.
- Rederierna är eniga om att det inte förekommer skillnader mellan behörighetskraven och den kompetens som önskas med avseende på underhåll och säkerhet på de batteri-hybriddrivna fartygen.
- Delade åsikter råder bland de intervjuade kring huruvida dagens sjöbefälsutbildning levererar den kompetens som krävs ombord på ett produkttankfartyg med batteri-hybriddrift, presenterat i tabell 5.
- Utsträckningen som sjöbefälsutbildningen anses behöva kompletteras, skiljer sig åt mellan intervjuobjekten.

Tabell 5 – Resultatsummering; Anser rederierna att dagens sjöbefälsutbildning levererar den kompetens som krävs ombord på ett produkttankfartyg med batteri-hybriddrift?

	Sjöbefälsutbildningen levererar fullgod kompetens		Sjöbefälsutbildningen behöver kompletteras
Intervjuobjekt	Däcksbefäl	Maskinbefäl	
Rederi 1 Teknisk Chef	Ja	Nej	Ja
Rederi 2 Teknisk Chef	Ja	Delvis	Ja
Rederi 1 Personalchef	Ja	Nej	Ja
Rederi 2 Personalchef	Ja	Nej	Ja

5. DISKUSSION

Diskussionen presenteras i två avsnitt. Dels en diskussion kring studiens valda forskningsmetodik som återfinns i kapitel 3, dels en diskussion kring studiens resultat, kapitel 4. Resultatet kommer sedan att diskuteras gentemot den bakgrundsteori som återfinns i kapitel 2. Vidare diskuteras analysmetoden, som låg till grund för resultatpresentationen.

5.1 Metoddiskussion

Fallstudier är relevanta då ett djup i forskningen önskas nås. Då studien syftar till att undersöka ett specifikt fall är denna metod särskilt tillämplig (Denscombe, 2018; Höst m.fl., 2006). Nackdelen med denna metod är att studien inte får en bredd likt en kvantitativ undersökning. Således innebär metodvalet att studiens slutsatser inte kan anses vara generella svar (Fejes & Thornberg Red, 2016).

Ett möjligt tillvägagångssätt för att bredda svaren i studien hade varit att inkludera ombordanställda i intervjuerna, vilket hade lett till ett bredare svarsunderlag. Detta hade medfört större sannolikhet att studiens resultat kan anses vara ett generellt svar (Fejes & Thornberg Red, 2016). Dock syftar studien, genom frågeställningen, till att besvara forskningsfrågorna ur ett rederiperspektiv vilket inte gör ombordpersonalen till lämpliga respondenter.

Fallstudien som metod tillåter forskare att kombinera kvantitativa data med kvalitativ (Denscomb, 2018). Då denna studie syftar till att besvara frågeställningen med ett djup och inte en bredd, anses en djupgående analys av en kvalitativ datainsamling vara det lämpligaste tillvägagångssättet (Denscomb, 2018).

5.1.1 Teori

Det bakgrundsmaterial som presenteras i studien anses vara av stor relevans för att ge tillräcklig kännedom om det aktuella forskningsfältet och dess innehåll (Denscomb, 2018). All presenterad teori härstammar från vetenskapliga rapporter samt lagtexter och föreskrifter. Syftet med teorin är att ge läsaren en omfattande förståelse för forskningens bakgrund. En sådan bakgrund är av vikt för att senare tillgodogöra sig resultatet av forskningen och förstå studiens slutsatser (Denscomb, 2018).

Övervägande del av det bakgrundsmaterial som presenteras är av vetenskaplig karaktär. Dessa är samtliga noggrant granskade och anses hålla en hög integritet (Denscomb, 2018). Resterande källor härstammar från myndigheter. Då lagtexter och föreskrifter presenteras är dessa att anse som särskilt tillförlitliga då de företräder det juridiska kontext som studien berör.

Uppslagsverk och ordböcker i digitala format har använts i syfte att styrka författarnas ordval och dess definitioner, i de fall de inte anses självförklarande.

I de fall den vetenskapliga litteraturen inte kunde bistå med den eftersökta informationen, nyttjades förstahandskällor i form av personlig kommunikation. I och med detta finns en risk att viss subjektivitet presenteras. Detta togs särskilt i beaktande och informationen som presenteras är enbart av sådan karaktär att författarna själva gjort bedömningen att den kan anses vara trovärdig. Författarna valde noggrant ut de kontaktade individerna, för att säkerställa deras expertis inom respektive område.

Vidare gav bakgrundsmaterialet och teorin författarna själva möjligheten att läsa in sig på forskningsfältet och tillgodogöra sig den bakgrundsfakta som krävs för att bedriva forskningen (Denscomb, 2018).

5.1.2 Intervju

Då författarna i enlighet med studiens avgränsningar konstaterade att enbart två rederier föll inom studiens relevans, valdes kvalitativa, semistrukturerade intervjuer som intervjumetod (Kvale & Brinkman, 2017).

Författarna gör bedömningen att om fler rederikontor funnits tillgängliga inom ramen för studien, kunde svaren ha varierat ytterligare. En bredare studie kan således skapa ett bredare svar.

5.1.2.1 Urvalsgrupp

De individer som valdes ut att bli kontaktade för att intervjuas, föll sig vara en homogen grupp med avseende på kön och ålder. Befattningarna som intervjuobjekten innehöll anses vara de som rymmer mest information som av studien kan ses som relevant (Denscomb, 2018). Att intervju ytterligare individer med annorlunda befattningar hade troligen resulterat i annorlunda svar, dock bredare än djupare. Bedömningen gjordes att ytterligare respondenter inte var nödvändigt för att uppnå teoretisk mättnad.

5.1.2.2 Intervjumetod

Intervjuerna genomfördes som semistrukturerade intervjuer. Detta innebar både för författarna och intervjuobjekten, en frihet i intervjuens innehåll utan att frånga de frågor som önskades besvaras (Kvale & Brinkman, 2017). Intervjuobjekten gavs således utrymme att komplettera den sökta informationen i form av förskrivna frågor, och på så vis skapa det djup i innehållet som önskades. För författarnas del var det ovärderligt med denna frihet samtidigt som det grundläggande och tänkta innehållet ej frångicks.

5.1.2.3 Genomförande

Efter att ha beslutat vilka rederier som skulle intervjuas, tog författarna kontakt med dem i syfte att boka tid för genomförandet av intervjun. Intervjuerna genomfördes på plats i en mötesliknande konstellation. Att genomföra intervjuerna personligen och fysiskt närvarande ansågs vara av stor vikt då vitala kommunikationsmetoder så som exempelvis kroppsspråk, kunde hjälpa författarna att tyda det intervjuobjekten kommunicerade (Kvale & Brinkman, 2017).

Intervjumallen, bifogad i bilaga 1, tillgängliggjordes för intervjuobjekten i god tid inför intervjuerna. Detta bedömer författarna ha varit essentiellt för att ge intervjuobjekten möjlighet till att förbereda sig inför mötet, i enlighet med (Höst m.fl., 2006). På så vis säkerställdes att den information som söktes kunde tillgodoses utan hinder. Det kan även ha legat till grund för det detaljerade och nyanserade svaret som erhöles från intervjufrågorna (Höst m.fl., 2006).

Inför intervjuerna antog författarna att vissa områdesspecifika svar skulle utebli då somliga kunskaper inte kan förväntas besittas inom alla befattningar. Ett exempel på detta är de frågor som berörde anställning av personal, eller frågorna relaterat till drift och underhåll ombord på fartygen. Dock besvarades alla intervjufrågor av samtliga intervjuobjekt, vilket bemöttes positivt av författarna. En anledning till detta kan vara intervjuobjektens bakgrund som

ombordanställda. Hänsyn till detta togs senare i analysen av intervjuerna där de områdesspecifika svaren vägde tyngst från den tillhörande befattningen.

5.1.3 Validitet och reliabilitet

Reliabilitet beskrivs i boken *Den Kvalitativa forskningsintervjun* (Kvale & Brinkman, 2017) som forskningsresultatens konsistens och tillförlitlighet. Reliabilitet behandlas ofta i relation till huruvida det framkomna resultatet kan reproduceras vid en senare tidpunkt av andra forskare. I och med detta läggs stor vikt vid intervjutekniken. Exempelvis kan frågor, som av intervjuobjekten uppfattas som ledande, förändra forskningsresultatet (Kvale & Brinkman, 2017).

Då studien enbart undersökt svenskkontrollerade batteri-hybriddrivna fartyg kan resultatet och slutsatserna inte anses vara generella svar för den globala sjöfartsbranschen (Fejes & Thornberg Red, 2016).

Validiteten i den kvalitativa forskningen beror till stor del på utformningen av teoretiska antaganden i teorin. Även logiken i härledningen mellan forskningsfråga och teori väger in (Kvale & Brinkman, 2017). För att studien ska ge så validerade svar som möjligt används vetenskapliga källor till övervägande del genom studiens teorikapitel.

Resultatet presenteras utifrån en tematisk analys av intervjumaterialet. De deltagande intervjuobjekten har stor kunskap och lång erfarenhet inom respektive befattning. Nyckelkompetenserna som sökts är batteri-hybridteknik på produkttankfartyg samt kompetensbehovet och dess förvaltning på fartygen.

5.2 Resultatdiskussion

Efter att författarna kodat och tematiskt analyserat intervjumaterialets rå-data, presenteras en djup förståelse av rederiernas syn på kompetens och behörighet ombord på batteri-hybriddrivna produkttankfartyg, i form av ett resultat. I följande kapitel diskuteras detta resultat gentemot den teoretiska bakgrunden.

5.2.1 Kompetens

De batteri-hybridrelaterade kompetenserna som finns ombord på rederiernas fartyg idag härstammar främst, enligt de själva, från praktisk upplärning ombord. Båda rederierna har även utformat manualer för de batteri-hybriddrivna systemen. Manualernas syfte är att tillgodose besättningen med de kompetenser som krävs för arbetet. Dessa metoder för inläring av nya kompetenser, återfinns i tidigare forskning (Eraut m.fl., 1998).

Enligt Eraut m.fl, (1998), kan arbetsplatsförlagd inläring bland annat ske genom sociala interaktioner. Ytterligare exempel är genom att observera andra som utför arbete, och genom aktivt mentorskap (Eraut m.fl., 1998). Evans m.fl, (2006), menar att ha tillgång till verksamhetsprogram är viktigt för den arbetsplatsförlagda inläringen, vilket kan kopplas till de systemmanualer som rederierna implementerat.

Vid de båda rederierna talar intervjuobjekten om betydelsen av en ordentlig familiarisering av fartyget. Att genom en familiarisering ge tillgång till tid och utrymme för inläring stämmer direkt överens med Evans m.fl, (2006) forskning, som bland annat behandlar förutsättningarna att tillgodose sig kompetenser.

Enligt de två rederierna förvärvas den kompetens som relaterar till arbetet på ett batteri-hybriddrivet produkttankfartyg, inom rederiet. Att tillgodose fartygen med lämplig personal anses inte vara svårare på dessa fartyg jämfört med de övriga fartygen inom rederiets flotta. Detta beror på, i enlighet med resultatet, att den nya tekniken lockar redan tekniskt intresserade befäl. Det speglas i Rainbird & Evans (2002) forskning som menar att de som definierar sitt arbete som tråkigt, har färre möjligheter att tillgodose sig kompetens genom arbetsplatsen.

5.2.1.1 Drift

Enligt resultatet av intervjun med den tekniska chefen på rederi 1, uppdragas vissa skillnader mellan behörighetskraven och de önskade kompetenserna på batteri-hybriddrivna fartyg. Ellära och reglerteknik är något som han anser vara en önskvärd kompetens. Detta är något som inte omfattas av de behörighetskrav som finns idag (*Befattningskrav*, 2019), i den utsträckningen intervjuobjektet önskar.

Att det är önskvärt att besitta kompetenser om ellära och reglerteknik är rimligt, om man ser till batteri-hybridfartygens uppbyggnad (Chin m.fl., 2022). Även i arbetet med den kringutrustning som krävs ombord, i enlighet med Transportstyrelsens riktlinjer för batteri- och hybriddrivna fartyg (TSG 2018-735, 2021), ställs krav på utökade kompetenser om ellära och reglerteknik.

Transportstyrelsen (TSG 2018-735, 2021) stipulerar vidare att all fartygspersonal som ansvarar för drift ombord på ett fartyg utrustat med batteri-hybriddrift, skall ha relevant utbildning och kunskap kring denna. I den dagliga driften använder sig batteri-hybridsystemen av peak shaving och PTI/PTO (Chin m.fl., 2022). Kompetens gällande dessa funktioner ska således finnas ombord. Detta är även av relevans för de miljöetiska aspekterna, då sjöfarten i stor utsträckning påverkar miljön (Gössling m.fl., 2021). I enlighet med Jonathan Olssons beskrivning hur energi-reduktion kan säkerställas med hjälp av batteripaket i stället för det konventionella brukandet av dieselgeneratorer, (Zhang m.fl., 2022), kan bunkerbesparingar säkerställas.

Samtliga intervjuobjekt är dock eniga om att familiariseringen av fartygen säkerställer fullgod kompetens för att hantera den dagliga driften ur det navigatoriska perspektivet. Ur det maskintekniska perspektivet är tre av totalt fyra respondenter, enligt resultatet, eniga om att behörighetskraven som idag finns, tillsammans med rederiets manualer, familiariseringen och den arbetsplatsförlagda upplärningen, tillgodoser den önskade kompetensen.

5.2.1.2 Säkerhet

Rederierna är eniga om att den primära säkerhetsrisken med batteri-hybridteknik är hanteringen av en eventuell brand. Detta överensstämmer med MSB (2020) vilka nämner brand som en av de primära säkerhetsriskerna med litium-jonbatterier. På båda rederiernas fartyg återfinns både brandförebyggande och brandbekämpande åtgärder.

De brandförebyggande åtgärderna går ut på att i god tid upptäcka tendenser till att en brand ska uppstå, och finns bland annat implementerade i batteri-paketens uppbyggnad (*Maritim elektrifiering – behov och möjligheter*, 2018). Rederiernas brandbekämpande åtgärderna liknar varandra och inkluderar fast installerad släckutrustning så som kvävande gas och möjligheten att vattenfylla batterirummet. Detta kan hantera risken för återantändning av en brand (Song m.fl., 2022; MSB, 2020). Batterirummet är på båda rederiernas fartyg även

installerade utanför maskinrummet för att minimera risken att övrig teknisk utrustning ska skadas.

Transportstyrelsen (TSG 2018-735, 2021), skriver att fartygspersonalen som ansvarar för brandbekämpning skall ha relevant utbildning och kunskap gällande det specifika batterisystemet. Denna utbildning och kunskap tillgodoses dels genom certifikatkursen; Avancerad Brandbekämpning (Befattningskrav, 2019) dels genom att besättningarna i sina regelbundna övningar inkluderar moment som berör litium-jonbatteribränder.

I de fall battericellerna ventilerar gaser (MSB, 2020), krävs särskild kompetens för att hantera riskerna. Denna kompetens tillgodoses genom rederiernas manualer och implementerade säkerhetsprocedurer vilket ger ett tryggt arbetssätt.

Båda rederierna anser att de kompetenser som relaterar till säkerheten ombord på batteri-hybriddrivna fartyg täcks av de behörighetskrav som finns. Även om särskilda behörighetskrav inte återfinns i STCW- koden, täcks dessa av övriga krav och föreskrifter så som Transportstyrelsens riktlinjer för batteri- och hybriddrivna fartyg, (TSG 2018-735, 2021). Intervjupersonerna på rederi 1 antar dock att då behörighetskrav inom sjöfarten ofta implementeras reaktivt, kan ett eventuellt olycksfall relaterat till batteri-hybridssystem medföra nya behörighetskrav.

5.2.1.3 Underhåll

Rederierna anser samstämmigt att det inte förekommer skillnader mellan behörighetskraven och den önskade kompetensen med avseende på underhåll av de batteri-hybridtekniska systemen. De tekniska cheferna förklarar att systemen är så pass underhållsfria att sådant arbete, i stort, inte utförs.

På batteri-systemen ställer Transportstyrelsen krav på att möjlighet till assistans från land, via radio eller internet, skall finnas i de fall det krävs (TSG 2018-735, 2021).

Kommunikationsmöjligheterna med landbaserade tekniker, anser intervjuobjekten vara en stor fördel då detta kan användas för att diagnostisera eventuella problem med systemen utan att behöva närvara fysiskt. För kompetensutvecklingen ombord kan det dock ses som en nackdel, då det i enlighet med Evans m.fl., (2006), kan hämma möjligheterna för ombordspersonalen att tillgodogöra sig den arbetsplatsförlagda inläringen. I somliga fall kan ombordspersonalen behöva utträta arbete på batterisystemen efter den landbaserade teknikerns instruktioner, vilket kan vara en effektiv metod för inläring (Eraut m.fl., 1998; Evans m.fl., 2006).

Utöver underhållet på den batteri-hybridtekniska utrustningen, kan teoretiskt sett övrigt underhåll på fartygets maskintekniska utrustning utföras i större utsträckning under drift. Detta tack vara redundansen som batteripaketet tillför. Problematiken med detta är övriga branschaktörers restriktioner kring den tillåtna utsträckningen av sådant arbete. Om det framöver tillåts utföras sådant arbete ger detta ett extra incitament för att utveckla kompetenserna ombord och på så vis undvika perioder då fartyget tas ur drift.

5.2.2 Utbildning

Vad gäller enbart däcksbefäl krävs endast en översiktlig kännedom om batteri-hybridsystemen, vilket båda rederierna anser att sjöbefälsutbildningen förser blivande befäl med. Om inte annat förser de med den grund som krävs för att vidare tillgodogöra sig den

allmänna kännedomen. Övriga kommentarer från intervjuobjekten, rörande utbildning, syftar till den för maskinbefälen.

Majoriteten av rederirepresentanterna anser att sjöbefälsutbildningen som den ser ut idag inte levererar den kompetens som krävs ombord på ett batteri-hybriddrivet produkttankfartyg. I det fall där utbildningen anses vara fullgod, kvarstår dock ett önskemål om ytterligare innehåll i utbildningen. Det gäller ellära och reglerteknik, något som alla intervjuobjekt önskar mer av. Det är tydligt att förstå önskan, då de batteri-hybriddrivna fartygen har tekniskt avancerade system (Chin m.fl., 2022) ombord i större utsträckning än tidigare fartyg.

Ett av intervjuobjekten tycker att nyanställd ombordpersonal generellt är väldigt kompetent vad gäller de nya systemen, men att det inte nödvändigtvis är medtaget från sjöbefälsutbildningen. Detta går hand i hand med Rainbird & Evans (2002) forskning där det framgår att de som ser sitt arbete som utmanande och roligt, tillgodoser sig ny kompetens bättre. Vidare menar rederierna att den arbetsplatsförlagda inläringen är fullgod för att tillgodose ombordpersonalen med de kompetenser som önskas (Eraut m.fl., 1998; Evans m.fl., 2006).

En tanke som lyfts är huruvida det är sjöbefälsutbildningens uppgift att tillgodose blivande sjöbefäl med den specifika kompetensen som önskas ombord på batteri-hybriddrivna fartyg. Ett av intervjuobjekten menar på att det inte hade varit rimligt att utbildningen skulle möta alla de kompetensbehov som finns utspridda på de olika fartygstyperna. Den specifika kompetensen kan vara rimligare att lära ut väl på var arbetsplats.

I enlighet med Transportstyrelsens riktlinjer för batteri-och hybriddrivna fartyg, (TSG 2018-735, 2021) krävs det att besättningen har relevant utbildning kring battersystemet. Utöver detta nämner inte Transportstyrelsen särskilda behörighetskrav för batteri-hybriddrivna fartyg (*Befattningskrav*, 2019). Något sådant krav nämns inte heller i STCW – koden. Det kan således inte ses som att de som bedriver sjöbefälsutbildningarna har något konkret att implementera i utbildningen. Dock önskas det från rederierna att utbildningsorganen hade varit lyhörda för branschens önskemål i större utsträckning, och öppet fört en dialog för att säkerställa att de kompetenser som önskas, ges ut.

En jämförelse görs till perioden då LNG- driften utvecklades och implementerades på fartygen i större utsträckning. Enligt rederierna var utvecklingen av sjöbefälsutbildningen inte tillräckligt snabb för att möta det behov av behörighet och kompetens som efterfrågades på fartygen. På liknande vis finns en viss oro, i händelse av att behörighetskrav specifikt för batteri-hybriddrift skulle införas. Rederierna menar då på att ett sådant krav kan komma att hämma teknikutvecklingen.

6. SLUTSATSER

- Den kompetens som önskas ombord på ett batteri-hybriddrivet produkttankfartyg med avseende på; drift, underhåll och säkerhet, ur ett rederiperspektiv, skiljer sig generellt inte från de behörighetskrav som finns inom respektive befattning ombord.
- Rederierna anser generellt att en komplettering inom sjöbefälsutbildningen skulle vara nödvändig för att leverera fullgod kompetens inför en maskinbefälsbefattning ombord på ett batteri-hybriddrivet produkttankfartyg. Det som efterfrågas av rederierna är mer ellära och reglerteknik.
- Rederierna anser att det som är viktigast för att tillgodose sig kompetens ombord på batteri-hybriddrivna produkttankfartyg handlar om arbetsplatsbelagd inläring. Rederierna beskriver även att genom speciellt framtagna manualer tillgodoses ombordpersonalen med de kompetenser som krävs för arbetet.

6.1 Rekommendationer till fortsatt arbete

Ett förslag till fortsatt forskning kring ämnet studien behandlat kan vara huruvida sjöbefälsutbildningarna både nationellt och internationellt uppdaterar sig mot ny teknik. En intressant frågeställning kan formuleras som följer:

- Vad anser nyblivna sjöbefäl om de kompetenser som sjöbefälsutbildningen tillgodosett dem med i syfte att förbereda dem inför att arbeta med nyutvecklad fartygsteknik?

7. KÄLLFÖRTECKNING

- Andersson, C., Bergström, R., & Johansson, C. (2009). Population exposure and mortality due to regional background PM in Europe - Long-term simulations of source region and shipping contributions. *Atmospheric Environment*, 43(22–23), 3614–3620. <https://doi.org/10.1016/J.ATMOSENV.2009.03.040>
- Befattningskrav. (2019, oktober 30). <https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Ombordanstallda/Sjoman/Behorighet/Behorighetsguiden/Befattningskrav/>
- Behörigheter - Transportstyrelsen. (2010). <https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Ombordanstallda/Redare/Behorigheter/>
- Chandra, C., & Kim, J. (2018). Silicon oxycarbide produced from silicone oil for high-performance anode material in sodium ion batteries. *Chemical Engineering Journal*, 338, 126–136. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2018.01.032>
- Chin, C. S., Tan, Y. J., & Kumar, M. V. (2022). Study of Hybrid Propulsion Systems for Lower Emissions and Fuel Saving on Merchant Ship during Voyage. *Journal of Marine Science and Engineering* 2022, Vol. 10, Page 393, 10(3), 393. <https://doi.org/10.3390/JMSE10030393>
- Corbett, J. J., Winebrake, J. J., Green, E. H., Kasibhatla, P., Eyring, V., & Lauer, A. (2007). Mortality from ship emissions: A global assessment. *Environmental Science and Technology*, 41(24), 8512–8518. https://doi.org/10.1021/ES071686Z/SUPPL_FILE/ES071686Z-FILE002.PDF
- Denscomb, M. (2018). *Forskningshandboken*.
- Eraut, M. (2004). Informal learning in the workplace. *Studies in Continuing Education*, 26(2), 247–273. <https://doi.org/10.1080/158037042000225245>
- Eraut, M., Alderton, J., Cole, G., & Senker, P. (1998). *Development of Knowledge and Skills in Employment*.
- Evans, K., Hodkinson, P., Rainbird, H., & Unwin, L. (2006). Improving workplace learning. I *Improving Workplace Learning*. Routledge Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780203946947/IMPROVING-WORKPLACE-LEARNING-PHIL-HODKINSON-HELEN-RAINBIRD-LORNA-UNWIN-KAREN-EVANS>
- F. Molland, A. (2008). Marine engines and auxiliary machinery. I *The Maritime Engineering Reference Book* (s. 344–482). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-8987-8.00006-8>
- Fejes, A., & Thornberg Red, R. (2016). *handbok i kvalitativ analys. Förordning (2011:1533) om behörigheter för sjöpersonal Svensk författningssamling 2011:2011:1533 t.o.m. SFS 2022:648 - Riksdagen*, (2022). https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/forordning-20111533-om-behorigheter-for_sfs-2011-1533
- Godkännande av den reviderade STCW-konventionen / *lagen.nu*. Hämtad 09 december 2022, från <https://lagen.nu/prop/2010/11:117>
- Gössling, S., Meyer-Habighorst, C., & Humpe, A. (2021). A global review of marine air pollution policies, their scope and effectiveness. *Ocean and Coastal Management*, 212. <https://doi.org/10.1016/J.OCECOAMAN.2021.105824>
- Hygieniska gränsvärden.
- Höst, M., Regnell, B., & Runeson, P. (2006). *Att genomföra examensarbete*. Lund: Studentlitteratur AB.
- SOLAS, (2014) (testimony of IMO).
- Jari Alanen, T. L. J. V. R. H. T. L. (u.å.). *Eldistributionsstörningar på fartyg Temautredning*. Hämtad 02 december 2022, från www.turvallisuustutkinta.fi

- Johnsson, E., & Möller, N. (2022). *Alternativ Strömförsörjning av tankfartyg under lastoproration*.
- Kvale, S., & Brinkman, S. (2017). *Den kvalitativa forskningsintervjun*.
- Künzli, N., Kaiser, R., Medina, S., Studnicka, M., Chanel, O., Filliger, P., Herry, M., Horak, F., Puybonnieux-Textier, V., Quénel, P., Schneider, J., Seethaler, R., Vergnaud, J. C., & Sommer, H. (2000). Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: A European assessment. *Lancet*, 356(9232), 795–801. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)02653-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)02653-2)
- Marelle, L., Thomas, J. L., Raut, J.-C., Law, K. S., Jalkanen, J.-P., Johansson, L., Roiger, A., Schlager, H., Kim, J., Reiter, A., & Weinzierl, B. (2016). Air quality and radiative impacts of Arctic shipping emissions in the summertime in northern Norway: from the local to the regional scale. *Atmos. Chem. Phys*, 16, 2359–2379. <https://doi.org/10.5194/acp-16-2359-2016>
- Maritim elektrifiering – behov och möjligheter*. (2018). <https://lighthouse.nu/sv/publikationer/lighthouse-rapporter/maritim-elektrifiering-behov-och-moejligheter>
- Miljö och hälsa - Transportstyrelsen*. (2021). <https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Miljo-och-halsa/>
- MSB. (2020). *Vägledning, räddningsinsats där litiumjonbatterier före-kommer Bilden föreställer ett utbrunnet litiumjonbatteri till elcykel*.
- Nationalencyklopedin [NE]*. (2022a). [https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/enkel/beh%C3%B6righet-\(2\)](https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/enkel/beh%C3%B6righet-(2))
- Nationalencyklopedin [NE]*. (2022b). I *Nationalencyklopedin*. <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/1%C3%A5ng/kompetens>
- Olsson, J., & Lidström, W. (2020). *Batteri-hybriddrifts lämplighet till produkttankfartyg*.
- Rainbird, H., & Evans, K. (2002). *Working to Learn: Transforming Learning in the Workplace*.
- Reusser, C. A., & Pérez, J. R. (2020). Evaluation of the Emission Impact of Cold-Ironing Power Systems, Using a Bi-Directional Power Flow Control Strategy. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 334, 13(1), 334. <https://doi.org/10.3390/SU13010334>
- Richter, A., Eyring, V., Burrows, J. P., Bovensmann, H., Lauer, A., Sierk, B., & Crutzen, P. J. (2004). Satellite measurements of NO₂ from international shipping emissions. *Geophysical Research Letters*, 31(23), 1–4. <https://doi.org/10.1029/2004GL020822>
- Ryen, A. (2004). *Kvalitativa Intervju*. *Transportstyrelsens riktlinjer TSG 2018-735 för batteri-och hybriddrivna fartyg*, (testimony of Mohebbi Saeed & Cook).
- Transportstyrelsens riktlinjer TSG 2018-735 för batteri-och hybriddrivna fartyg*, (2021) (testimony of Mohebbi Saeed & Cook).
- Sjöfartstidningen - Donsötank har tagit leverans av Pacifico*. (2022). <https://www.sjofartstidningen.se/donsotank-har-tagit-leverans-av-pacifico/>
- Song, L., Zheng, Y., Xiao, Z., Wang, C., & Long, T. (2022). Review on Thermal Runaway of Lithium-Ion Batteries for Electric Vehicles. *Journal of Electronic Materials*, 51(1), 30–46. <https://doi.org/10.1007/S11664-021-09281-0>
- svenska.se – Akademiens ordböcker*. (2022). <https://svenska.se/>
- Transportstyrelsens föreskrifter om utbildning och behörigheter för sjöpersonal (konsoliderad elektronisk utgåva)*, TSFS 2011:116, (2021).
- Traut, M., Larkin, A., Anderson, K., McGlade, C., Sharmina, M., & Smith, T. (2018). CO₂ abatement goals for international shipping. *Climate Policy*, 18(8), 1066–1075. <https://doi.org/10.1080/14693062.2018.1461059>

- Universitets- och högskolerådet [UHR]. (2022).* <https://www.studera.nu/att-valja-utbildning/anmalan-och-antagning/reell-kompetens-och-undantag/#;h20>
- Wan, Z., el Makhloufi, A., Chen, Y., & Tang, J. (2018). Decarbonizing the international shipping industry: Solutions and policy recommendations. *Marine Pollution Bulletin*, 126, 428–435. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2017.11.064>
- Winebrake, Erin, S. J., Green, Prasadkasibhatla, v. Eyring, & A. Lauer. (u.å.). *Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment*. <https://doi.org/10.1021/es071686z>
- Zhang, G., Hua, H., Zwierzewicz, Z., Tarnapowicz, D., German-Galkin, S., & Jaskiewicz, M. (2022). *Optimal Control of the Diesel-Electric Propulsion in a Ship with PMSM*. <https://doi.org/10.3390/en15249390>

BILAGA 1

Intervjuformulär Tankrederier

Inledande frågor

- Vilken befattning har du inom rederiet och vad ingår i dina dagliga arbetsuppgifter?
- Berätta hur och vart fartygen opererar?
- Vad anser du är fördelar/nackdelar med batterihybriddrift?

”Konventionella”/icke-hybriddrivna fartyg.

- Anser ni att de tidigare fartygen ni har opererat med (konventionella) har lägre kompetensbehov på med avseende på drift, underhåll och säkerhet?

Kompetenser

- Förutom de behörighetskrav som gäller, finns det behov av särskild kompetens ombord på era batteri-hybriddrivna fartyg?
- I sådana fall, hur tillgodoser ni ombord-personalen med den kompetensen?
- Finns det någon liknande kunskap som ni anser enbart kan läras genom praktisk erfarenhet (upplärning ombord)?

Säkerhet

- Finns det särskilda säkerhetsrisker med batteri-hybriddrift?
- Krävs särskilda kunskaper för att kunna hantera riskerna?

Drift & Underhåll

- Beskriv några av de nämnvärda skillnaderna mellan ”konventionella” och batteri-hybriddrivna fartyg, om några, i fartygets drift & underhåll.
- Vilken specifik kompetens krävs för att kunna utföra driften och underhållet på just batteri-hybriddrivna fartyg?

Utbildning

- Anser ni att sjöbefälsutbildningen som den ser ut idag förbereder framtida befäl inför att arbeta ombord på batteri-hybriddrivna fartyg?
- Finns det något ni hade önskat att blivande sjöbefäl fick lära sig redan under sina studier?

Avslutande frågor

- Tror ni att det framöver kommer implementeras behörighetskrav specifikt för batteri-hybriddrift?
- Anser ni att det framöver bör implementeras behörighetskrav specifikt för batteri-hybriddrift?
- Vad, om något, ombord gällande batteri-hybriddriften är i regel svårast för nyanställda befäl att greppa/förstå sig på?

INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2023
www.chalmers.se



CHALMERS