

2012

Risiko og barrierer tilknyttet lagret energi til fremdrift av passasjerskip



Kilde: http://www.fjellstrand.no/flyers/batteriferge_fjellstrand.pdf

Bacheloroppgave

Kvalitet- og HMS-ingeniør

Utarbeidet av:

Elin Huseby

(Kandidatnr. 14)

Espen Storum

(Kandidatnr. 10)



HOVEDPROSJEKT

Studentenes navn:

Espen Storum (Studnr: 130493)

Elin Huseby (Studnr: 129935)

Linje & studieretning

Bachelor i ingeniørfag, sikkerhet

Kvalitet og HMS

Oppgavens tittel:

Risiko og barrierer tilknyttet lagret energi til fremdrift av passasjerskip.

Oppgavetekst:

- Kartlegge risiko tilknyttet bruk av lagret energi i form av batterier til fremdrift av passasjerskip.
- Vurdere hvilke barrierer som bør være tilstede på passasjerskip som bruker lagret energi til fremdrift.

Det vil bli vurdert risiko som er tilknyttet både 2. generasjons og 3. generasjons batterier, da disse batteriene representerer ulike egenskaper og dermed ulik grad av risiko.

Endelig oppgave gitt:

Innleveringsfrist:

Fredag 4.mai 2012 kl. 12.00

Intern veileder:

Sigurd Håkansen

Ekstern veileder:

Adresse ekstern veileder:

Godkjent av studicansvarlig:

Dato:

Bert Falck
23/4 - 12



HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND

HØGSKOLEN STORD/HAUGESUND



Høgskolen Stord/Haugesund

Studie for ingeniørfag

Bjørnsonsgt. 45

5528 HAUGESUND

Tlf. nr. 52 70 26 00

Faks nr. 52 70 26 01

Oppgavens tittel		Rapportnummer
Risiko og barrierer tilknyttet lagret energi til fremdrift av passasjerskip.		(Fylles ikke ut)
Utført av		
Elin Huseby og Espen Storum		
Linje	Studieretning	
Sikkerhet, Brannteknikk <i>hhv.</i> HMS	Kvalitet- og HMS-ingeniør	
Gradering	Innlevert dato	Veiledere
	03.05.12	Sigurd Håkonsen Diana Osk Olafsdottir Risløv



Forord

Denne rapporten er utarbeidet i forbindelse med den avsluttende bacheloroppgaven på Kvalitet- og HMS-ingeniør utdanningen ved Høgskolen Stord/Haugesund. Arbeidet inngår som 15 studiepoeng i studieretningen og er utført våren 2012. Gruppen henvendte seg til forskningsstiftelsen Polytec med forespørsel om å skrive en mulig bacheloroppgave hos dem. Gjennom møter og samtaler med daglig leder og ekstern veileder i Polytec ble det bestemt at temaet skulle være: Risiko og barrierer tilknyttet lagret energi i form av batterier til fremdrift av passasjerferger. Valget falt på Polytec da gruppen betraktet oppaven som spennende og utfordrende da den representerte et verdiskapende prosjekt som inneholdt både nyskapende teknologi og miljøvennlige løsninger. Rapporten henvender seg til flere aktører som bidrar med forskjellig kompetanse til prosjektet, disse er; Polytec, Maritim Clean Tech West, Wärtsilä Norway AS, SKL Nett AS, Apply Oil & Gas AS, Fjellstrand AS, Mecmar AS, Servogear AS og Tide Sjø AS.

Gruppen vil benytte anledningen til å rette en stor takk til følgende personer som har gjort denne rapporten mulig.

- Sigurd Håkonsen – Intern veileder ved Høgskolen Stord/Haugesund
- Gunnar Birkeland – Daglig leder, Polytec
- Diana Osk Olafsdottir Risløv – Ekstern veileder, Polytec
- Ingve Sørfonn - Technical Director, Wartsila Ship Power Technology
- Frode Skaar – Process & Transport Department Manager, Polytec
- Sonja Hillersøy, Underdirektør Passasjerskipavdelingen, Sjøfartsdirektoratet
- Torbjørn Bringedal – LMG Marine

En takk rettes også til intervjuobjekter for deres deltagelse i dette prosjektet.

Elin Huseby

Espen Storum



Innhold

Forord.....	1
Sammendrag	5
1. Innledning.....	6
1.1 Tema.....	6
1.2 Bakgrunn	7
1.3 Polytec.....	8
1.4 Formål	9
1.5 Avgrensinger	9
1.6 Problemstilling	10
1.7 Forkortelser og terminologi	11
2 Teori	13
2.1 Risikovurdering.....	13
2.2 Grovanalyse.....	15
2.3 Batteriteknologi.....	17
3 Metode.....	19
3.1 Innsamling av kvalitativ data.....	19
3.2 Grovanalyse.....	21
4 Grovanalyse 2. generasjons batterier	24
4.1 Identifisering av uønskede hendelser	24
4.2 Presentasjon av årsak og konsekvens	25
4.3 Frekvens- og konsekvensanalyse	27
4.4 Presentasjon av risikobildet	30
5 Grovanalyse 3. generasjons batterier	31
5.1 Identifisering av uønskede hendelser	31
5.2 Presentasjon av årsak og konsekvens	32
5.3 Frekvens- og konsekvensanalyse	34
5.4 Presentasjon av risikobilde.....	38
6 Sammenligning av risiko.....	39
7 Diskusjon	40



8	Konklusjon	43
9	Bibliografi	44

Vedleggsliste

Vedlegg A: Mal Risikomatrise	I
<i>2. generasjon batterier</i>	
Vedlegg B: Identifisering av uønskede hendelser	II
Vedlegg C: Begrunnelse for valg av frekvens.....	IV
Vedlegg D: Begrunnelse for valg av konsekvens	VI
Vedlegg E: Bow-tie-diagrammer	VIII
Vedlegg F: Begrunnelse for valg av sannsynlighetsreducerende barrierer	XIII
Vedlegg G: Begrunnelse for valg av konsekvensreducerende barrierer	XX
<i>3. generasjon batterier</i>	
Vedlegg H: Identifisering av uønskede hendelser	XXVI
Vedlegg I: Begrunnelse for valg av frekvens.....	XXVII
Vedlegg J: Begrunnelse for valg av konsekvens	XXIX
Vedlegg K: Bow-tie-diagrammer	XXX
Vedlegg L: Begrunnelse for valg av sannsynlighetsreducerende barrierer	XXXV
Vedlegg M: Begrunnelse for valg av konsekvensreducerende barrierer	XXXVII
Vedlegg N: Oversikt møte med intern veileder	XLIV
Vedlegg O: Oversikt møte med ekstern veileder	XLIV



Tabell liste

Tabell 1: Terminologi.....	11
Tabell 2: Sammenligning av egenskaper 2. og 3. generasjon batterier	18
Tabell 3: Frekvensklasser	22
Tabell 4: Konsekvensklasser	23
Tabell 5: Utdrag fra Vedlegg B.....	25
Tabell 6: Frekvensmatrise med hendelser	27
Tabell 7: Utdrag fra Vedlegg C.....	27
Tabell 8: Konsekvensmatrise med hendelser.....	28
Tabell 9: Utdrag fra Vedlegg D	29
Tabell 10: Risikomatrise for 2. generasjons batteri	30
Tabell 11: Utdrag fra Vedlegg H	32
Tabell 12: Frekvensmatrise med hendelser	34
Tabell 13: Utdrag fra Vedlegg I.....	35
Tabell 14: Konsekvensmatrise med hendelser.....	36
Tabell 15: Utdrag fra Vedlegg J	37
Tabell 16: Risikomatrise med hendelser	38

Figur liste

Figur 1: Oversikt over ruten til ferjeprojektet "Folgefonn".....	7
Figur 2: Risikovurdering.....	14
Figur 3: Bow-tie-diagram.....	21
Figur 4: Bowtie-diagram varme > 130 °C	26
Figur 5: Bow-tie-diagram utladning	33
Figur 6: Grafisk fremstilling av risikobildet.....	39



Sammendrag

I desember 2011 delte Innovasjon Norge ut 18,5 millioner kroner til et felles demonstrasjons- og utviklingsprosjekt for utvikling av lagringsteknologier for elektrisk fremdrift av skip i kystnære områder. Batteriteknologi har hatt en hurtig utvikling de siste årene og muligheter for ren batteridrift er nå aktuelt. En slik miljøvennlig løsning kan være verdiskapende, da fremtidige miljøkrav kan begrense dagens skipsfart.

Denne rapporten skal bidra til å beskrive risikobildet ved bruk av batteridrevne ferger. Det er vurdert risiko tilknyttet både 2.- og 3. generasjons batterier, da disse batteriene representerer ulike egenskaper og dermed ulik grad av risiko. Arbeidet skal altså bidra til å danne beslutningsgrunnlag for valg av batteritype, med bakgrunn i hvilke batterier som representerer lavest risiko. Rapporten vil også belyse hvilke barrierer som bør eksistere på passasjerskip som bruker lagret energi til fremdrift av skip.

Det er utført to grovanalyser; en på 2. generasjons batterier og en på 3. generasjons batterier. For å samle inn tilstrekkelig informasjon til å utføre grovanalysen ble det gjennomført forskjellige typer intervjuer, samt studert i bøker og på internett rundt emnet. Den viktigste forskjellen mellom de to batteritypene er at elektrolytten til 2. generasjons batteriet er laget av organisk materiale, mens elektrolytten til 3. generasjons batteriet er laget av uorganisk materiale. Grovanalysene viser at begge batteritypene er egnet som lagringsteknologi for fremdrift av passasjerferger. Risikobilde forteller likevel at 3. generasjons batteriet er å foretrekke fremfor 2. generasjons batteriene, da de representerer noe lavere risiko. Den største grunnen til dette er at 3. generasjons batteriet ikke kan avgi brann- og eksplosjonsfarlige hydrokarbongasser ved varmeutvikling.

Barrierene som er anbefalt at er til stede på passasjerskipene og som skal bruke denne teknologien til fremdrift, er relativt like som de som eksisterer på passasjerferger per dags dato. Det vil si at infrastrukturen og rutiner om bord ikke trenger å gjennomgå store forandringer ved endring av fremdriftsmetode.



1. Innledning

1.1 Tema

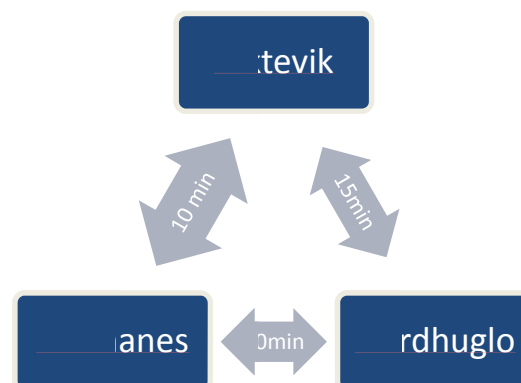
I et stadig utviklende marked hvor fokus på produktivitet og lønnsomhet er stort, møter skipsfartsindustrien daglige utfordringer som kan holde tilbake disse verdiene. Sammenlignet med landbasert industri har skipsfart i atskillig mindre grad vært underlagt krav knyttet til utslipp til luft. Sammen med stigende oljepriser og et generelt forsterkende miljøfokus har strengere miljøkrav fulgt med seg at den maritime næringen må strekke seg lengre etter miljøvennlige løsninger. Dagens skipsfartsindustri er avhengige av nyskapende teknologi som kan tilpasses deres virksomhet etter hvert som nye miljøkrav introduseres. Det eksisterer allerede både nasjonale og internasjonale krav, og nye reguleringer vil sette begrensinger på utslippet fra sjøfart i fremtiden. Siden starten av 1990-tallet har det vært en kraftig vekst i klimagassutslipp fra transportsektoren, hvor CO₂ utslippene innenfor kystfart økte med 40 prosent i perioden 1990 til 2007 (Samferdselsesdepartementet, 2009). I ECA (Emission Control Areas) som for eksempel Hordaland, eksisterer det NO_x- krav, samt SO_x- og partikkelkrav og det forventes at CO₂- utslipp vil legges til dette registeret (Det Norske Veritas, 2011).

Det var i slutten av desember 2011 at Innovasjon Norge sin miljøteknologi ordning vedtok å tildele 18.5 millioner til et felles demonstrasjons- og utviklings prosjekt for utvikling av lagringsteknologier for elektrisk fremdrift av skip i kystnære områder (Maritime Clean Tech West, 2011). Dette tilskuddet skulle deles mellom syv virksomheter som sammen satser på miljøteknologi innen maritim sektor. Batteriteknologi er et av satsningsområdene innenfor miljøteknologi og den har hatt en kraftig utvikling de siste årene. Nyskapende løsninger gjør at batterier vil være aktuelle som energiomformer til skip i kystnære områder. Ferger vil være et ypperlig utgangspunkt og er spesielt egnet for uttesting da de har et lavt effektbehov og kort seilingsfrekvens (Det Norske Veritas, 2011). Denne type teknologi vil forårsake ulik grad av risiko og innovasjon, og en grundig kartlegging av risiko tilknyttet bruk av lagret energi til elektrisk fremdrift av ferger anses som svært viktig i en tidlig fase av prosjektet (Rausand & Bouwer Utne, 2009). Med tanke på at fergesamband opererer som persontransport, vil akseptkriteriene være lave.

Sikkerheten til både passasjerer og mannskap må være i fokus og betydningen av gode analyser og vurderinger tilknyttet risiko kan være avgjørende for menneskeliv. Evne til å håndtere risiko er en avgjørende egenskap i flere virksomheter. I mange sammenhenger defineres risiko og sikkerhet som avhengige størrelser. Høy sikkerhet svarer til lav risiko, og omvendt (Rausand & Bouwer Utne, 2009). Risiko er faren for at en uønsket hendelse kan oppstå, og hvilken følger den kan medføre (Karlsen, 2011). Det som kan skje i fremtiden er alltid forbundet med usikkerhet. Det er vanskelig å anslå om en uønsket hendelse kommer til å inntreffe eller hvor ofte den vil inntreffe. Risikovurdering er et av de viktigste områdene innenfor systematisk HMS- arbeid (Karlsen, 2011).

1.2 Bakgrunn

Prosjektoppgaven baserer seg på et pågående prosjekt "Folgefonn", hvor en eksiterende ferge med lokal tilhørighet og med passende maskineriløsning for et elektrisk fremdrifts system er klar for demonstrasjon. Prosjektet vil fokusere på å utvikle og demonstrere lav og null utslipp teknologi for skip i kystnære områder hvor det er ønskelig å bytte ut diesel og gass med batteri til fremdrift av passasjerskip på sikt. Folgefonn prosjektet vil bli benyttet for å installere teknologien med batteridrift og ladestasjoner på land. Prosjektet vil også benytte ren vannkraft i et landbasert energisystem til å lade batterier i skipet som igjen blir brukt til fremdrift og annet forbruk om bord. Målsettinger ved et fullskala anlegg blir tilnærmet null lokale skadelige utslipp til luft. Figur 1 viser sambandet sin daglige rute.





1.3 Polytec

Polytec er en forskningsstiftelse lokalisert i Haugesund som forskning og utvikling innenfor områdene miljø og energi, gass teknologi og sikkerhet, maritime operasjoner og andre områder tilknytning til Haugaland- og Sunnhordlands kystlinje. Polytec navnet Nord Rogaland Opplæring og Utviklingscenter, som er Høgskole. Stiftelsen endret navn til Polytec i 1995 og har vært forskningsstiftelse siden den gang. Videre ble Polytec godkjent Norges Forskningsråd i 2001. Stiftelsen har rammeavtaler med Gassco og Statoil ASA, og institusjonelle avtaler med blant annet Stord/Haugesund (Polytec, 2011).

Polytec har 54 høyt kvalifisert ansatte med tverrfaglig kompetanse og spennende og dynamisk forsknings- og utviklingsmiljø. Stiftelsen kompetanse til relevante miljøer i offentlig og privat sektor, betydelig verdi for næringslivet i regionen. Med mer enn 20 etablert en unik kultur; nysgjerrig, tankefull og løst utvikle seg på daglig basis og er alltid på utkikk etter (Polytec, 2011).