

10036

10024

10013

Hvordan har Hurtigruten AS valgt å utruste skipet M/S "Richard With" for å oppnå effektiv balanse i manøverkarakteristikk mellom kort- og langdistanseseilas?

TN303212 Hovedprosjekt

Mai 2020

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Fakultet for ingeniørvitenskap

Institutt for havromoperasjoner og byggingsteknikk

Bacheloroppgave

2020



10036
10024
10013

Hvordan har Hurtigruten AS valgt å utruste skipet M/S "Richard With" for å oppnå effektiv balanse i manøverkarakteristikk mellom kort- og langdistanseseilas?

TN303212 Hovedprosjekt

Bacheloroppgave
Mai 2020

NTNU

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.
Fakultet for ingeniørvitenskap
Institutt for havromsoperasjoner og byggteknikk



Kunnskap for en bedre verden



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

TN303212 Hovedprosjekt

Hvordan har *Hurtigruten AS* valgt å utruste skipet M/S «Richard With» for å oppnå effektiv balanse i manøverkarakteristikk mellom kort- og langdistanseseilas?

Kandidatnummer: 10036, 10024, 10013.

Totalt antall sider inkludert forsiden: 72

Innlevert Ålesund, 29.05.2020

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. **Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.**

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høyskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter NTNUs studieforskrift.	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder: Arnt Myrheim - Holm

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved NTNU i Ålesund en vederlagsfri rett til å

gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering: ja

nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja



nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja

nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja



nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13/Fvl. §13](#))

Dato: 29.05.2020

Forord

Den foreliggende oppgaven er utarbeidet av tre nautikk-studenter ved NTNU i Ålesund, og er et resultat av hovedprosjektet som studentene har arbeidet med høst 2019/vår 2020.

Gruppen valgte i samråd, etter en idémyldring, å fokusere oppgaven på fremdriftssystem og manøveregenskaper. For mest mulig variert behov for ulike manøveregenskaper og fremdriftssystem, kom gruppen frem til at Hurtigruten: Bergen-Kirkenes, med 34 anløpssteder, innfrir våre ønsker. Våre ønsker var et variert spekter med mye finmanøvrering kombinert med kystnavigasjon og både lengre- og kortere distanser mellom hver havn.

Pål Svarte skal ha en stor takk for å informere oss om at hurtigruteskipene M/S «Richard With» og M/S «Nordlys» nylig har gjennomgått en ombygging/oppgradering, deriblant av fremdriftssystemet om bord. Dette satte oss på sporet av hvilken problemstilling gruppen skulle velge. I tillegg har han bidratt med foto til oppgaven.

Gruppen ønsker å rette en takk til Anne Kvam v/Hurtigruten AS for samarbeidsvilje til tross for at de normalt ikke assisterer Bachelor-oppgaver. Hun gav oss også videre henvisning til hvem vi kunne kontakte for å få etterspurt relevant data/informasjon.

Ønsker i den forbindelse også å takke Teknisk Inspektør for M/S «Richard With», Bjørn-Morten Hansen, for utlevering av rapport om resultater om bord M/S «Nordlys» og tilhørende kommentar til denne.

Det rettes en takk til to maskinsjefer om bord M/S «Richard With»: Yngve Pettersen og Ørjan Jørgensen, for nyttig og fartøysspesifikk informasjon om M/S «Richard With».

Det rettes også en takk til Kim Johansen, matros om bord M/S «Nordlys», for å prøve å anskaffe informasjon om fartøyene «Nordlys» og «Richard With».

Gruppen ønsker å takke veileder Arnt Myrheim - Holm, NTNU i Ålesund, for god og nyttig veiledning, samt å være tilgjengelig ved behov. Det har vært et godt samarbeid til tross for vanskelighetene koronaviruset skapte.

Ålesund, 2020

Sammendrag

I denne bachelor-oppgaven setter vi søkelyset på hvilket fremdriftssystem som er om bord i hurtigruteskipet «*Richard With*».

For å forstå «*Richard With*» sin utrustning for fremdrift og manøvrering, kan det være nyttig å se på regjeringens anbudsutlysning. Kravene der gir innsikt i hvordan skipet må være utrustet for å tilfredsstillere kravene. Om «*Richard With*» ikke tilfredsstiller disse kravene i kontrakten, vil ikke fartøyet kunne benyttes uten ombygginger. Potensielt kan oppdraget da gå tapt for Hurtigruten. Dette vil medføre tapte inntekter.

Dette bachelor-prosjektet har vært utfordrende og tidkrevende i en tid hvor pandemi er blitt en realitet. Dette har medført begrensninger i informasjonsinnhenting. Vi har med hjelp fra Hurtigruten AS fått vite hvilke komponenter som finnes om bord. Ved hjelp av disse opplysningene har gruppen analysert og drøftet skipets utrustning i sammenheng med skipets operasjonelle behov.

Gruppen konkluderer at «*Richard With*» har god balanse i manøvreringskarakteristikk med tanke på både langdistanseseilas og manøvrering til kai. Likevel finnes det rom for ytterligere forbedringer.

Summary

This bachelor thesis examine the propulsion system on board the vessel «Richard With».

To understand the maneuvering equipment on «*Richard With*», it might be useful to take a look at the government's announcement of tender. The contract between the government and Hurtigruten AS gives an insight in what features the vessel must have to satisfy the given standards. If the vessel does not comply, Hurtigruten AS might lose their chance to get a contract of sailing Kystruten: Bergen-Kirkenes. This will cause lost income for the corporation.

This project has been challenging and time-consuming because of the pandemic Corona. The pandemic has caused us limitations regarding the gathering of information. With help from Hurtigruten AS we got to know the basic components of «*Richard With*». Based on this knowledge the group analyzed and discussed its features in context with the ship's operational needs.

The group has come to the conclusion that «*Richard With*» has a good balance in its maneuver characteristics, both long distance and maneuvering in port. Still, there are factors that could be improved.

Terminologi

Anbudskonkurranse – Formbundet fremgangsmåte ved utførelse av tjeneste for en anbudsinbyder, vinner av konkurransen får skrive kontrakt

Hjelpemotor – Dieselmotor med funksjon å produsere strøm til skipet. Det være seg lys i innredning, oppvarming og annet som benytter strøm om bord

M/S – Motorskip(et)

m/s – Meter per sekund

Blackout – Fartøy mister fremdriftsmaskineriet og strøm

Nødgenerator – Strømkilde ved eks. blackout

PP – Perpendikulær(er), avstand fra aktre rorstamme til der hvor vannlinjen brytes forut

ROT – Rate Of Turn

NM – Nautisk Mil, 1 nm tilsvarer 1852 meter

RPM – Rotasjoner Per Minutt

Bulb – Har som funksjon å påvirke skipets bølgemønster og redusere motstanden i vannstrømmen

DeplACEMENT - Skipets totalvekt inkludert last

Innhold

1	Introduksjon	1
1.1	Bakgrunn for studiet	1
1.2	Hensikt med oppgaven	2
1.3	Problemstilling	3
1.4	Redegjørelse for hvordan oppgaven blir besvart	3
2	Om rederiet – Hurtigruten AS	4
3	Teoretisk grunnlag	7
3.1	Skipshåndtering	7
3.1.1	Skipets dreiesenter	8
3.2	Fremdriftssystem	9
3.2.1	Hovedtavle	9
3.2.2	Dieselmotor	10
3.2.3	Generator	11
3.2.4	Diesel - mekanisk og elektronisk overføring	11
3.2.5	Gassmotor	13
3.2.6	“Promas Lite”	13
3.2.7	Ror	14
3.2.8	Propell	17
3.2.8.1	Pitch/stigning	17
3.2.8.2	Twin screw / outward propeller	18
3.2.8.3	Kontrollerbar pitch-propell	18
3.2.9	Manøvrering uten sidepropeller	18
3.2.10	Thruster	19
3.2.10.1	Tunnel-thruster	19
3.2.10.2	VROS-thruster	19
3.3	Meteorologiske forhold	20
3.3.1	Douglas sea scale	20
3.3.2	Beufort-skalaen	21
3.3.3	Begroing av skutebunn	21
4	METODE OG DATAGRUNNLAG	22
4.1	Forskningsmetode	22
4.2	Beskrivelse av gjennomføring og begrensninger	22
4.4	Datagrunnlag	26
4.4.1	Kommentar fra Teknisk Inspektør	27
4.4.2	Spesifikasjoner - “Richard With”	27

4.4.3 Anbudskontrakt, Regjeringen	30
4.4.4 Rapport, «Nordlys»	32
4.4.5 Ulykkesrapport; «Richard With», Trondheim 2009	35
5 Diskusjon	40
6 Avslutning	52
6.1 Oppsummering	52
6.2 Svar på problemstilling	53
6.3 Forslag til videre arbeid	55
Bibliografi	56
Vedlegg	60

Figurliste

Figur 1 Klassisk diesel-elektrisk oppsett fra Rolls Royce, nå Kongsberg Maritime (MARKOM FS, 2020).	10
Figur 2 Mekanisk system til venstre, elektrisk til høyre (Dokkum, 2013).	12
Figur 3 Viser forhold mellom drivstofforbruk og prosentvis belastning av dieselmotor (Lund, 1995).....	12
Figur 4 Promas Lite (Kongsberg Maritime, 2020).....	14
Figur 5 Becker-ror, bilferga "Solskjel". Foto: Sindre Furuli	16
Figur 6 Tverrsnitt som viser plassering av propell i forhold til ror og motor (Dokkum, 2013).	17
Figur 7 Pitch-illustrasjon (Reyes, 2020).	17
Figur 8 Som nesehjulet på et fly, kan den oppsvingbare thrusteren felles ut fra skroget bare når det er bruk for den (Teknisk Ukeblad, 2015).....	19
Figur 9 "Richard With". Foto: Pål Svarte	27
Figur 10 Utsnitt av GA-plan, "Nordlys" (Hurtigruten AS, 1993).....	30
Figur 11 Et av flere forsøk på kaitillegg i perioden 0700 – 0755 ulykkesdagen. AIS-informasjon fra Kystverket. Foto/Kart: Kystverket/Norge digitalt (Statens Havarikommisjon for Transport, 2010).	38
Figur 12 Diesel-elektrisk system med podder. Tilsavrende med ror og propell vil ha samme oppsett (Dokkum, 2013).	41
Figur 13 Illustrasjon av holmer og skjær på sjøkart som man kan finne langs den norske kyst (Norsk Maritimt forslag AS, 2017).	44
Figur 14 Illustrerer begrodd skutebunn. Dette skaper stor friksjon. Foto: Sindre Furuli....	45

Tabelliste

Tabell 1 Douglas Sea Scale, fra World Meteorological Organization) (ResearchGate, 2015)	20
Tabell 2 Beufort-skalaen (Leahy, 2013).	21
Tabell 3 Skipsinformasjon «Richard With» (Hurtigruten AS, 2020).	28
Tabell 4 Skipsinformasjon "Richard With" (Hurtigruten AS, 2020) og (Statens Havarikommisjon for Transport, 2010).	28
Tabell 5 Skipsinformasjon "Richard With" (Hurtigruten AS, 2020).....	29
Tabell 6 MS Nordlys, kraft vs. fart ved 14-16 knop (Federica Piastra, 2017).....	34
Tabell 7 Resultatoversikt kraft vs. Fart (Federica Piastra, 2017).....	35

1 Introduksjon

Kystverket har estimert at i tiden fremover vil trafikkmengden til sjøs øke (Kystverket, 2017). Dette gir mange utfordringer, men også muligheter for personer som ønsker en maritim karriere.

En sjøkaptein er skipets øverste myndighet. I hovedsak har kapteinen ansvaret for at skipet seiler trygt fra havn til havn. Dette setter krav til navigerings- og manøvreringskompetanse. Videre skal kapteinen tilse at skipet til enhver tid er sjødyktig og organisere dets mannskap for å på best mulig måte tjenestegjøre skipet. Med bakgrunn i dette forstår en at denne stillingen medfører et stort og variert ansvarsområde.

På grunn av globalisering og internettets inntog kan det tenkes at det blir viktigere enn noen gang å anskaffe mannskap med høy kompetanse. I dag vil rederi søke etter mannskap uavhengig av hvor de bor i verden. Dette kan medføre større konkurranse om de beste arbeidstakerne.

Kompetansenivået til skipsføreren vil være avgjørende for om selskapet opplever suksess eller fiasko. En har ved flere anledninger vært vitne til at ulykker har blitt verdenskjent over natten. Dermed er det avgjørende når man skal velge ut en person som skal representere rederiet og lede skipet sikkert frem - både i storm og i stille.

1.1 Bakgrunn for studiet

De siste årene har autonome skip fått mye oppmerksomhet i media. Noen stiller seg negativ til denne utviklingen og mener at slike skip kommer til å erstatte dagens sjøfolk. Andre mener at det finnes for få kvalifiserte sjøfolk på verdensbasis og disse skipene vil dermed bidra til å dekke dette manglende behovet.

Uavhengig av autonome skip vil rederi alltid være interessert i kompetent mannskap. Med bakgrunn i dette vil det bli viktigere og viktigere å skaffe seg kompetanse og erfaring som kan gi en fordel i arbeidsmarkedet.

21.januar.2020 ble det publisert en video på NRK av et hurtigruteskip som la til kai i full storm i Bodø. Mannskapet ble i ettertid hyllet for deres løsning på denne krevende situasjonen. Kapteinen uttalte at han egentlig ikke hadde tenkt å gå inn, men siden han allerede hadde droppet anker var det ingen vei tilbake (NRK Nordland, 2020). Dette viser hvordan menneskelig vurdering og kompetanse var avgjørende for at skipet trygt kunne legge til kai.

Videoen utløste en interesse for å fordype seg i faktorer som påvirker skipets manøvreringsevne.

1.2 Hensikt med oppgaven

Gjennom teori og simulatorøvelser har nautikkstudentene fått innblikk i kompleksiteten av skipshåndtering.

I løpet av studiet har gruppen fått manøvrert forskjellige fartøystyper i ulike farvann i simulatorer. Blant fartøystypene finner vi blant annet; ferge, hurtigbåt, cruiseskip, losbåt, marinefartøy, offshoreskip og tankskip. Det var slik en fikk erfare viktigheten av å tilpasse skipets utrustning for å oppnå tilfredsstillende manøvreringsegenskaper som var viktige for de forskjellige oppdragene.

Dette var et tema gruppen fant svært interessant og dagsaktuelt, noe som førte til et ønske om å fordype seg innen dette temaet. Gjennom denne oppgaven vil en undersøke hvordan fremdriftssystem og manøverkarakteristikk påvirker kystseilasen til et hurtigruteskip.

1.3 Problemstilling

Gruppen ønsker å se nærmere på problemstillingen:

“Hvordan har Hurtigruten AS valgt å utruste motorskipet «Richard With» for å oppnå effektiv balanse i manøverkarakteristikk mellom kort- og langdistanseseilas”

I lys av dette vil en også kommentere fordeler og ulemper ved valgt løsning.

1.4 Redegjørelse for hvordan oppgaven blir besvart

Oppgaven består av seks kapitler; introduksjon, om rederiet, teori, metode, diskusjon og avslutning.

Første kapittel gir en introduksjon og begrunnelse for valgt tema. Deretter blir selskapet presentert før en begynner å beskrive relevant teori for å besvare utvalgt problemstilling. Videre kommer et kapittel om forskningsmetode som beskriver hvordan dette studiet vil bli gjennomført sammen med begrensninger ved denne oppgaven. Diskusjonsdelen vil gjennom ulike synspunkt drøfte teori og praksis. Til slutt blir det en oppsummering hvor gruppen legger frem et svar på problemstillingen. Oppgaven avslutter med forslag til videre arbeid.

I neste kapittel vil Hurtigruten AS bli introdusert for å gi leseren et innblikk i selskapet som driver det utvalgte fartøyet, Richard With.

2 Om rederiet – Hurtigruten AS

Mot slutten av 1800-tallet, nærmere bestemt begynnelsen av 90-årene, ble det tydeliggjort at det forelå et stort behov for en kystrote i Norge, både for transport av folk, men også mengder av post og gods. En av pådriverne for å få i gang en slik rute som kunne koble sammen Sør- og Nord-Norge var marineoffiseren August Kriegsmann Gran. Grans engasjement førte etter hvert til en anbudsutlysning, som 21. september 1892 lød: «*Fra Vaaren 1893 eller eventuelt fra et senere Tidspunkt søges igangsatt en postførende Hurtigrute mellem Trondhjem og Finmarken, en Gang ugentlig i hver retning saaledes at Ruten om Sommeren udstrækkes til Hammerfest (Nordkap), men om Vinteren kun til Tromsø, eller alternativt til Vadsø om Sommeren og til Hammerfest om Vinteren. Ruten tænkes nærmest anlagt alene paa Befordring af Post og Passagerer samt Ilgods, derunder fersk Fisk i Afkjølningsrum, og ønsker underholdt af Dampskibe med en Fart paa 12 á 13 knob. Anbud paa Overtagelse af Dampskibsfart i Ruter som antydet eller efter en lignende Plan kan indleveres til Poststyrelsen inden 31. Oktober.*» (Bakka jr, 2003).

Fra Trondheim og nordover var det på denne tiden få fyrårn og andre navigasjonshjelpemidler, noe som satte begrensninger i forhold til nattseilaser. Om lag 10 år tidligere hadde los; Anders Holthe om bord D/S «Vesteraalen» kommet opp med en løsning som gjorde nattseilaser mulig. Etter oppmuntringer fra Kaptein Richard With, tok Holthe notater hva gjaldt kurser og tid mellom kursendringer. Med disse notatene for hånden, kunne seilas også gjennomføres i mørkret, selv om det var sårbart for avdrift (Bakka jr, 2003). Dette var en av flere faktorer som gjorde denne ruten upålitelig. En som uttrykte stort engasjement og var med på å vinne den overnevnte anbudskonkurransen, som trådte i kraft januar 1893, var Richard With (ibid).

Richard With var ikke ukjent med kystseilaser da den faste ruten mellom Trondheim og Tromsø/Hammerfest ble opprettet. Allerede i 1882 startet With og hans kompanjonger opp en rute som tok om lag 14 dager fra Senja, Vesterålen og Lofoten, og videre sørover til Bergen, med sitt selskap/rederi «Vesteraalens Dampskibsselskab», også kjent som «Vesteraalske» (Bakka jr, 2003). Høsten 1881 lånte With, sammen med Jakob Georg Thode, William D. Hals og Ludvig Lumholtz, 10.000 NOK av Olaus Lockert for finansiering av skipet D/S «Arendal». D/S «Arendal» av 1865, ble kjøpt i Ålesund for 20.000 NOK; 14.oktober 1881, og ble så døpt om til D/S «Vesteraalen», med Richard With som fører av skipet. Det var med dette skipet, etter oppgraderinger våren 1882, den 14 dager lange seilassen ble oppstartet (ibid).

Den tidligere nevnte anbuds konkurransen ble vunnet av «Vesteraalske» (VDS), og med sitt relativt nybygde skip D/S «Vesteraalen» av 1891 kastet Kaptein Richard With og hans mannskap loss fra Trondheim 2. juli 1893. De ankom Hammerfest en halv time før oppsatt rutetid, og derav ble navnet «Hurtigruten» et begrep (Winge, 2006). Det kan i tillegg nevnes at navigasjonssystemet Holthe utviklet ble videreført til dagens seilingsplan. Også dette med stor suksess. Hurtigruten seilte omtrent uansett vær og vind (Bakka jr, 2003).

Senere kom også flere rederier til for å seile «Hurtigruten», deriblant «*Det Bergenske Dampskibsselskab*» (BDS) og «*Det Nordenfjeldske Dampskibsselskab*» (NFDS). Dette for å øke regulariteten langs kystruten. Med flere skip i ruten, og med Bergensbanen på plass i 1909, ble rutens startpunkt flyttet fra Trondheim til Bergen. Motsatt ende, Kirkenes, ble en del av denne kystruten/hurtigruten i 1908 med to ukentlige anløp; utvidet i 1914 til fem anløp (Winge, 2006).

Etter en rekke navneendringer, oppkjøp og fusjoner, var det i 2006 tilbake to rederier som drev kystruten/hurtigruten, «*Ofotens og Vesteraalens Dampskibsselskab*» (OVDS) og «*Troms Fylkes Dampskibsselskab*» (TFDS). I mars samme året, fusjonerte også disse to rederiene og kalte seg da, naturlig nok; «*Hurtigruten Group ASA*» (ibid). Ett år senere, i 2007, skiftet de navn til «*Hurtigruten ASA*», og nok en navneendring i 2015; førte til «*Hurtigruten AS*», som også er navnet per mai 2020 (Nord24, 2015).

De siste årene har man gjennom markedsføring fått inntrykk av at passasjersegmentet er selskapets fokusområde. Visjonen til selskapet er å være “*Verdensledende på oppdagelsesreiser*” (Hurtigruten AS, 2020). For å kunne oppnå dette er de avhengig av spennende destinasjoner kombinert med tilpassede fartøyer. Sammenlignet med andre store aktører i bransjen har Hurtigruten relativt små skip. På selskapets egne sider uttaler de at dette gir dem en fordel. De har mulighet å gå til andre- og mer eksklusive destinasjoner, samt trangere farvann enn de store cruiseskipene. Basert på dette er det interessant å se nærmere på hvordan de har utrustet skipene for å manøvrere i de utvalgte områdene. Hvilke egenskaper er viktig for deres seilas? Hva slags utstyr har de valgt? Og hvorfor? (Hurtigruten AS, 2020).

3 Teoretisk grunnlag

3.1 Skipshåndtering

Gjennom energiloven er det allment kjent at energi hverken oppstår eller forsvinner. Dette vil si at energimengden i verden er konstant. Det som skjer, er en energitransport fra en tilstand til en annen. Et eksempel er når en bruker en motor til å drive et skip fremover. Da vil energien fra motoren bli overført gjennom et gir og dermed være med på å gi propellen omdreining. Dette medfører at propellen skyver vannmassene bakover og dermed får skipet fart forover. Denne omformingen av energi vil ha ulik effekt basert på hvordan man velger å overføre energien. De to mest omtalte systemene i denne sammenheng kalles mekanisk eller elektrisk. Om systemet er mekanisk eller elektrisk vil ha innvirkning på virkningsgraden, altså hvor mye av energien som blir tilført kan nyttes som effektivt arbeid (Lund, 2016).

Etter en liten introduksjon om krefter kan man bevege seg nærmere inn på begrepet skipshåndtering.

N. Kjerstad beskriver skipshåndtering som:

“Å utnytte krefter under kontroll, for å overvinne krefter som ikke er under kontroll”
(Kjerstad, 2017) .

For videre forståelse av begrepet deler han det inn i tre kategorier basert på hvilke krefter det er snakk om. Krefter under direkte kontroll, krefter og moment under indirekte kontroll, og krefter som ikke er under kontroll (Kjerstad, 2017).

Siden en har avgrenset tid og ressurser må oppgaven begrenses i omfang. Det blir derfor ikke mulig å undersøke alle disse tre kategoriene av krefter. De to siste kategoriene handler om hydrodynamiske treghetskrefter, momenter, bølger, strøm og vind. Gruppen har på grunn av dekksoffiserens stillingsbeskrivelse valgt å primært fokusere på kreftene en direkte kan kontrollere. Disse kreftene kan for eksempel være: fremdriftsmaskineri, propeller, ror, anker, fortøyning og thrustere. Vær og vind vil også bli omtalt i denne oppgaven (Kjerstad, 2017).

Gjennom observasjon har man sett at hurtigruteskipene aktivt benytter anker som hjelpemiddel ved manøvrering. Her kan det være verdt å nevne at det finnes lite fakta tilgjengelig om Hurtigrutens prosedyrer. Dermed blir det vanskelig å komme frem til en pålitelig konklusjon. På grunn av dette har gruppen valgt å ekskludere dette elementet fra oppgaven, til tross for at dette er en sentral del av hurtigrutens operasjonelle rutiner. En kunne også omtalt fortøyning, men dette temaet vil ikke direkte gi svar på utvalgt problemstilling. En har dermed valgt å se bort fra fortøyning.

3.1.1 Skipets dreiesenter

En særs avgjørende faktor når det gjelder skipshåndtering er pivot-punktet, skipets dreiesenter. Dette punktet forflytter seg hele tiden og kan da kalles for et imaginært punkt, der hvor punktet flytter seg ved påvirkning av hydrodynamiske elementer rundt skipet. Ved å inneha en forståelse for hvor punktet er på skipet til enhver tid, kan en videre forstå hvordan skipet vil oppføre seg ved ulike manøvrer. Dette hjelper også på forståelsen for hvordan skipet vil oppføre seg i en sving ettersom hastigheten vil variere (Kjerstad, 2017); (Autodesk Inc., 2020).

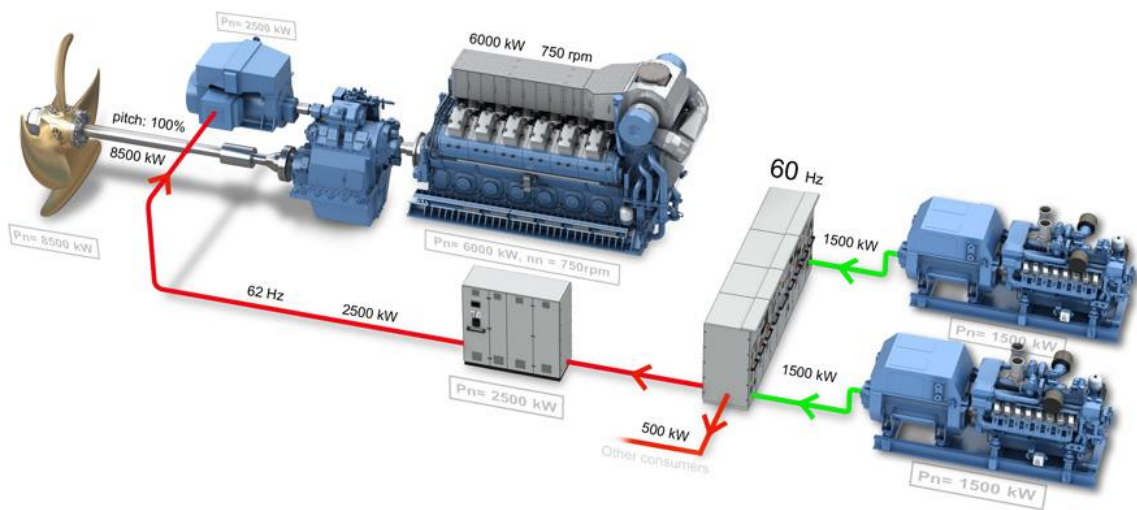
For å vite hvor punktet er, kan man se på farten til skipet. Punktet vil forflytte seg etter hvilken retning skipet beveger seg, og etter hvilken fart det har. Gis det eksempelvis fart forover, vil punktet bevege seg fremover i skipet og kan til slutt ende opp foran baugen. Det er altså ikke begrenset til skipets fysiske mål, da det kun indikerer punktet skipet dreier rundt. Hovedsakelig vil punktet ligge omtrent i skipets langskipstygndepunkt, når skipet ikke har fart gjennom vannet. Dette tyngdepunktet befinner seg omtrent 1/3 av skipslengden fra baugen og akterover (Kjerstad, 2017); (Autodesk Inc., 2020).

3.2 Fremdriftssystem

Et fremdriftssystem er en hovedbidragsyter som har i oppgave å tilføre et objekt fart. Et fremdriftssystem på et skip består typisk av en hovedmaskin som produserer kreftene som skal til for at skipet skal gjøre fart gjennom vannet. Det er videre vanlig på skip å ha et diesel-elektrisk fremdriftssystem. Et slikt system har en eller flere dieselmotorer der tilkoblede generatorer produserer strøm, som via en *tavle* overføres til komponenten som skal ha kraften. En slik komponent kan være en thruster eller en propell (Hall, 2015).

3.2.1 Hovedtavle

En hovedtavle brukes til å distribuere strøm til ulike komponenter og skal sikre at strømmettet om bord ikke kolliderer eller får en sikringsfeil. Tavlen består av elektriske komponenter og er hovedkilden til strøm om bord. Oppstår det en feil, skal den automatisk gå over til reserveenergi. Det kan installeres måleinstrumenter som kan måle systemets status. Tavlens konstruksjon er normalt flere skap som er montert på gulvet. På dørene til skapene er det installert signal- og kontrollenheter, som gjør det mulig å lese status om driften av utstyret (IRBIS technology, 2015). Figur 1 viser et diesel-elektrisk oppsett med en hovedmaskin og en propell. «Richard With» har dobbelt opp av tilsvarende system. De grå skapene er tavler.



Figur 1 Klassisk diesel-elektrisk oppsett fra Rolls Royce, nå Kongsberg Maritime (MARKOM FS, 2020).

3.2.2 Dieselmotor

En dieselmotor produserer krefter ved at luft og drivstoff komprimeres inne i et lukket system. I første del av prosessen blir det tilsatt luft i sylindren hvor et stempel befinner seg. Stempelet komprimerer der luften når det presses ned. Deretter blir diesel sprøytet inn i sylindren som også komprimeres når stempelet når toppen av sylindren. Av dette blir temperaturen i sylindren svært høy. Når diesel når høy temperatur, vil den selvantenne. Dette skaper en eksplosjon øverst i sylindren, og kreftene av dette skyver stempelet ned igjen. Når stempelet presses ned, vil det skape en kraft på en aksling som gjør at den roterer. Dette gjør at kreftene blir omgjort til roterende krefter, eller mekanisk energi. Denne energien kan videre bli overført til elektrisk energi ved hjelp av en generator (Sarsten & Ellingsdalen, 2019).

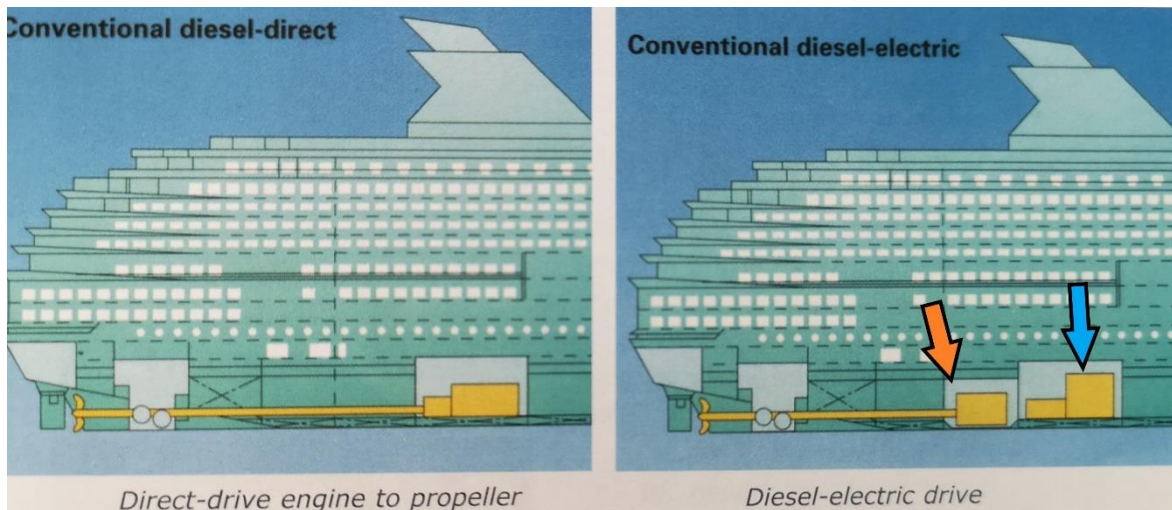
3.2.3 Generator

En generator omdanner mekanisk energi til elektrisk energi. Den mekaniske energien er i dette tilfellet kraften som blir produsert av stemplene og det lukkede systemet omtalt i forrige avsnitt. Denne energien overføres til generatoren som omdanner denne til elektrisk energi. Videre vil den elektriske energien overføres dit det er behov, for eksempel en tunnel-thruster i baugen på fartøyet. Der er det en elektrisk motor som vil drive propellen med den overførte energien (Hofstad, 2019).

3.2.4 Diesel - mekanisk og elektronisk overføring

Diesel-mekanisk fremdriftssystemet består normalt av en dieselmotor som leverer krefter direkte til propell. Propellen er da mekanisk og fysisk tilknyttet motoren ved hjelp av en propellaksling. Skip av større dimensjoner, som «*Richard With*», kan i mange tilfeller ha to separate motorer koblet til hver sin propell. «*Richard With*» har to medium speed-motorer som fremdriftsmaskiner. Det betyr at propellakslingen er koblet til motoren via et reduksjonsgir. Reduksjonsgiret har i oppgave å redusere propellakslingens rotasjonshastighet. Det betyr at motoren kan kjøres på et høyere turtall uten at propellakslingens hastighet øker. Dette er den effektivitetsmessige beste varianten, da minimalt med krefter går bort i overføringen fra motor til propell. Det er i tillegg et sårbart system. Går noe i stykker, mister skipet sin fremdrift. Har skipet dobbelt system «*Richard With*» kan det være nok krefter til å holde skipet unna fare med det gjenværende intakte systemet. (Dokkum, 2013).

Diesel-elektrisk er et helt annet konsept hvor man kan koble flere mindre maskiner inn på samme nettverk. Generatorer vil her omforme mekanisk energi fra hovedmotorene til elektrisk energi. Via hovedtavler, fordeles energien til propeller og andre vitale komponenter. Diesel-elektrisk er et plasseffektivt system da komponenter kan plasseres tilnærmet uavhengig av hverandre. Overføringen av krefter skjer via det elektriske nettverket. Det betyr at hovedmaskinene kan stå langt fra propellakslingen, og likevel være tilkoblet hverandre uten at akslingen fysisk binder de sammen. Noe tap av effekt i overføringen er en konsekvens av dette. Figur 2 illustrerer grovt sett forskjellen på mekanisk og elektrisk system. Til venstre illustreres et mekanisk system hvor propellaksling er koblet direkte til hovedmaskin. Til høyre illustreres blå pil til hovedmaskin, og oransj pil hvor energien tilføres giret propellakslingen er koblet til. (Dokkum, 2013); (NTNU, 1997).



Figur 2 Mekanisk system til venstre, elektrisk til høyre (Dokkum, 2013).

En dieselmotor er mer drivstoffeffektiv ved 85% belastning enn ved 100% belastning, samtidig som det utgjør lite på farten skipet seiler med. Derav kan diesel-motorer stilles ned til eksempelvis 80-85% ved maksimalt pådrag for å spare drivstoffutgifter. Maksimal effekt ligger typisk en plass mellom 70-85% av 100% belastning (Lund, 1995). Figur 3 fra boken *Skipsmotorer* med sin interne figurhenvvisning, viser en illustrasjon av hvordan denne effekten er på generell basis. Man kan se at kurven for drivstofforbruket endrer retning oppover etter hvert som belastningen på motoren økes, og man kan lese av diagrammet at gunstig belastning ligger på rundt 80%.

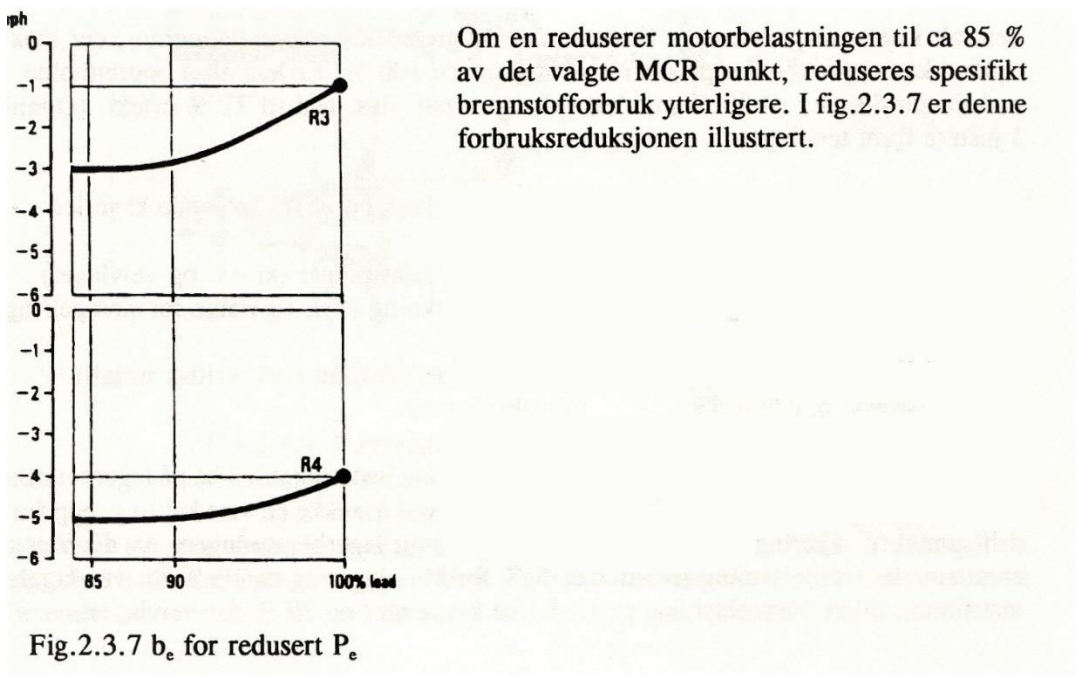


Fig.2.3.7 b_e for redusert P_e

Figur 3 Viser forhold mellom drivstofforbruk og prosentvis belastning av dieselmotor (Lund, 1995).

3.2.5 Gassmotor

Hurtigruten skal som tidligere nevnt installere gassmotorer på flere av sine skip. Derfor er det viktig å ha en viss forståelse for hvilke eventuelle fordeler det vil kunne føre med seg. Primært vil LNG, altså flytende naturgass, som brensel føre til en kraftig reduksjon i utslipp av klima- og miljøfarlige gasser som nitrogenoksid (NO_x) og karbondioksid (CO₂) på henholdsvis ca. 85% og 20-30%. I tillegg slipper ikke disse motorene ut svovel. I verste fall vil gassmotorer av typen dual-fuel forbruke ca. 5% diesel da dieselen brukes som tennkilde fordi den er selvantennende (Teknisk Ukeblad, 2017).

3.2.6 “Promas Lite”

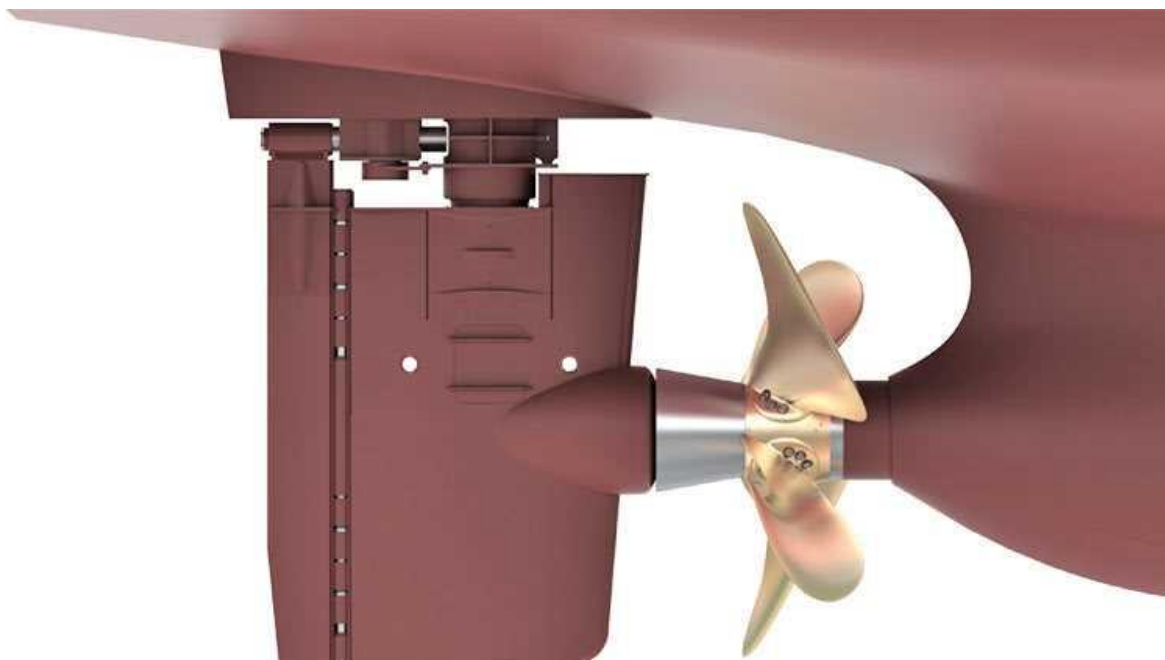
Hurtigruten ASA og daværende Rolls Royce, nå Kongsberg (Kongsberg, 2019), inngikk i 2013 en avtale der de grunnet et ønske om økt effektivitet og redusert fuel-forbruk, besluttet å installere *Promas Lite*-systemet på blant annet hurtigruteskipet «*Richard With*» (Teknisk Ukeblad, 2018).

Promas Lite er et innovativt fremdriftssystem der propell og ror henger sammen i én enhet som vist i figur 4; i motsetning til den klassiske modellen hvor ror og propell er separat. Systemet er spesielt godt egnet for fartøy som skal effektiviseres, og ettersom “*Richard With*” alt hadde propeller fra *Rolls Royce*, ville dette systemet egne seg godt til fartøyet uten behov for å skifte selve propellene. Med maksimalt ønsket resultat, er det forventet opp mot 15% drivstoffbesparelse ved 15 knops fart (Skipsrevyen, 2018).

«*Promas Lite*» installeres relativt enkelt. Ettersom systemet baserer seg på å oppgradere eksisterende skip, monteres først en liten *bulb* på skipets gamle ror, så sant det ikke skal skiftes. Deretter kobles roret sammen med navet til propellen, altså den delen av propellen propellbladene er festet til. Det tredje steget er å montere på ny propell, eller skifte propellblader. Alt etter ønske og behov (Kongsberg, 2019).

På “*Richard With*”s søsterskip; “*Nordlys*”, ble denne ombyggingen av propellanlegget/fremdriftssystemet foretatt noe tidligere enn på “*Richard With*”. Det ble både i forkant og i etterkant av ombyggingen foretatt målinger av blant annet kraftforbruk ved fart mellom 14 og 16 knop (Federica Piastra, 2017).

Målingene som ble gjort på M/S «Nordlys» forekommer i rapporten «*Results of propulsive performance monitoring campaign performed on MS Nordlys*», og viser en nedgang i kraftforbruk, målt i kiloWatt (kW), og derav også en nedgang i fuel-forbruk. En gjennomgang av rapporten kommer vi tilbake til senere i oppgaven.



Figur 4 Promas Lite (Kongsberg Maritime, 2020)

3.2.7 Ror

Roret er en liten, men viktig del av fartøyet som brukes til å foreta svingemanøvrer og er normalt plassert akterut under vannlinjen på linje med propellen. Når propellen skaper en vannstrøm, kan roret utnytte denne til å skape en roterende effekt på skipet. Hvilken posisjon roret står i til enhver tid justeres av vakthavende på bro, enten manuelt eller ved bruk av autopilot. Autopiloten vil da justere roret automatisk for å holde skipet på en gitt kurs (Holm & Sørensen, 2014). Roret kan normalt forflytte seg rundt 35 grader til babord og styrbord,

totalt 70 grader. Årsaken til at roret stoppes der, er at om det går for langt, oppstår det som kalles «stalling». Ved stalling vil ikke vannstrømmen over roret lenger være strømlinjeformet, og det oppstår virvler eller luftbobler på baksiden av roret. Dette medfører at effektiviteten reduseres (Frozee, 2015).

Rorets virkemåte er således en særs viktig del av skipets manøveregenskaper, der dets design har stor innvirkning. Det er ønskelig at roret skaper maksimalt løft med minimalt drag, som vil gi best effekt. Maksimalt løft og effekt kan oppnås ved å montere en flaps som del av rorets ytre del. Denne flaps-delen dekker normalt en tredjedel av rorets areal. Kort avstand mellom ror og propell er også med på å skape maksimalt løft og minimalt drag slik at vannstrømmen blir utnyttet maksimalt. Uten vannstrøm fra propell vil heller ikke roret ha en merkbar effekt. Om det foretas en svingemanøver hvor skipets fart samtidig reduseres av justering på propellhastighet eller pitch, reduseres rorkreftene. Det anbefales i så tilfelle å redusere farten i forkant av manøveren. Underveis i svingen kan pitch og propellhastighet økes slik at hastigheten på vannstrømmen stiger. Denne typen manøver kalles et «propellkick» og er viktig å kjenne til for å forstå hvordan et fartøy manøvreres. Her kan en flaps på roret bidra til økt effekt (Steen, 2014); (Kjerstad, 2017) .

Et slikt ror med påhengt flaps kalles et flaps-ror eller høyløftsror. Flapsen vil ha dobbelt så stor vinkel som resten av roret. Stiller styrmann roret slik at rorindikator viser 15 grader, vil flapsen ha en vinkel på omtrent 30 grader. Slik utnytter roret vannstrømmen i større grad ved at strømmens vinkel endres ytterligere av flapsen. Forskyvningskraften kan med dette forbedres med opp mot 70-80% i forhold til et konvensjonelt ror, som ikke har flaps. (Kjerstad, 2017).

Flaps-ror har mange fordeler, og den økte effektiviteten med mindre rorvinkler byr på et mindre fartstap. Dette igjen fører til et lavere drivstofforbruk. Likevel finnes det bakdeler med disse rorene. De koster mye i forhold til konvensjonelle ror. Med en ekstra, bevegelig del, kreves det også ekstra vedlikehold av disse. Flere bevegelige deler betyr ofte større sannsynlighet for at noe går i stykker (Dokkum, 2013).

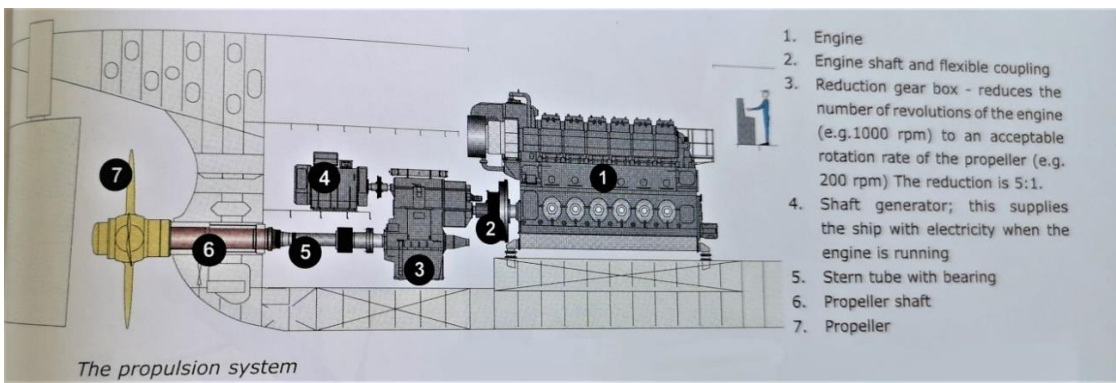
Det finnes flere typer høyløftsror, blant annet becker-ror, som «Richard With» har. Rorkraften ved små rorvinkler øker betraktelig med becker-ror. Tilsvarende reduseres manøvertiden da roret ikke behøver flytte seg like langt for å oppnå samme effekten som et konvensjonelt ror. Ved større rorvinkler vil denne effekten være svært merkbar i form av at den kan sammenlignes med en sidepropell (Kjerstad, 2017). Pendelferger med et becker-ror i hver ende av fartøyet, vil kunne forflytte seg effektivt i sideveis retning. Figur 5 viser hvordan et slikt becker-ror ser ut. Blå pil peker på rorets flaps.



Figur 5 Becker-ror, bilferga "Solskjel". Foto: Sindre Furuli

3.2.8 Propell

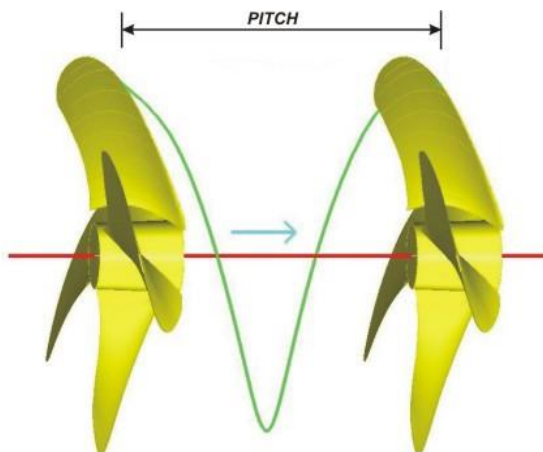
En propell er den innretningen som gir fartøyet fart. Propellen er satt på en aksling som er koblet til hovedmotoren enten direkte, eller via et reduksjonsgir. Når propellen roterer, skaper den en vannstrøm. Det er denne roret benytter for å skape en rotasjonseffekt på skipet. Det er også denne vannstrømmen som får fartøyet til å akselerere. Effekt- og drivstoffmessig lønner det seg med størst mulig propell. Stor propell trenger lavere rotasjonshastighet enn en mindre en for å skape den samme effekten (Dokkum, 2013). Figur 6 viser en oversikt over hvor ulike komponenter befinner seg. Tall 7 indikerer plassering av propell, tall 6 er propellakslingen og tall 3 er reduksjonsgiret som igjen er koblet til hovedmotoren (1). Tall 4 er akselgeneratoren, som i «Richard With» sitt tilfelle, produserer strøm til tunnel-thrusterene.



Figur 6 Tverrsnitt som viser plassering av propell i forhold til rotor og motor (Dokkum, 2013).

3.2.8.1 Pitch/stigning

“Pitch, eller stigning er den teoretiske distansen/forskyvningen propellen foretar seg gjennom vannet for hver omdreining”, som illustrert i figur 7 nedenfor (Reyes, 2020); (Rawson & Tupper, 2001).



Figur 7 Pitch-illustrasjon (Reyes, 2020).

3.2.8.2 Twin screw / outward propeller

At *Twin screw*-propellere er «outward turning», vil si at de to propellene i hekken på skipet roterer fra hverandre. Babord propell roterer typisk mot klokken, mens styrbord propell roterer motsatt, altså med klokken. Dette skaper en effekt som er med på å forebygge kavitasjon på propellbladene og gjør skipet mer retningsstabil da de utligner hverandres roterende effekt på skipet (Rawson & Tupper, 2001). Med to propellere i hekken kan man kjøre en propell forover, og den andre akterover. Dette vil skape en roterende effekt på skipet som kan være til hjelp under manøvrering (The Motorship, 2010).

3.2.8.3 Kontrollerbar pitch-propell

Det at pitchen kan justeres/kontrolleres på propellen, betyr at propellbladene kan vris rundt sin egen akse, men fremdeles i normal stilling i forhold til navet, også kjent som *boss*, altså der propellbladene er festet, for økt/senket stigning. Dette egner seg godt for fartøyer som manøvrerer mye, da man slipper omkastbar/reverserbar propell dersom propellbladene kan rotere nok. Dette fordi stigningen på propellbladene justeres så skipet kan bakke opp/gjøre akterover fart gjennom vannet uten at selve propellen og akselen dreier i motsatt retning (Rawson & Tupper, 2001).

3.2.9 Manøvrering uten sidepropeller

Når det skal manøvreres uten sidepropeller, så er det viktig å kjenne hvordan fartøyet vil oppføre seg. Dreieretning på propellen vil ha innvirkning her, da det påvirker rotasjonen på fartøyet. I tilfellet med «Richard With» kan de to propellene kjøres i motsatt dreieretning. Det betyr at den ene kan være til oppbaking, mens den andre gir pådrag forover. Slik kan skipet kontrolleres fra bro med mulighet for å øke kraften i hver langskipsretning. Rorene i hekken er sentrale her. De kan splittes og dermed posisjoneres uavhengig av hverandre. Dette gir store muligheter for den som manøvrerer fartøyet. I prinsippet kan fartøyets hekk roteres akkurat slik vakthavende på bro måtte ønske. Er behovet for flere hjelpemidler til stede, kan spring benyttes både ved manøvrering til og fra kai. Til kai ved å gå forover i spring og vinkle rorene slik at hekken legges inntil kaien. Fra kai kan det bakkes i spring for å vinkle baugen ut fra kai (Kjerstad, 2017).

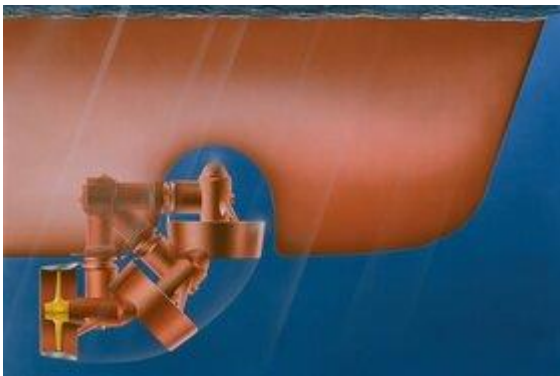
3.2.10 Thrustere

3.2.10.1 Tunnel-thruster

En tunnel-thruster består av en propell som er montert inne i et rundt rør med utløp på begge sider av skipets skrog. En slik thruster er ikke beregnet for fremdrift, men har som formål å bidra til å bedre skipets manøvreringsevne. Hvor mye det bidrar vil være avhengig av hvor mye kraft thrusteren er dimensjonert for. I tillegg kan det også være verdt å nevne at hjelpemiddelet blir kontrollert på broen ved hjelp av hendler. Videre har man forskjellige instrument på broen som gir full oversikt over hvor mye pådrag som blir brukt til enhver tid, dette sier noe om kraften som blir brukt. En tunnel thruster arbeider i hovedsak med å flytte vannmasser rundt skipets skrog for å styre skipet i ønsket retning sideveis. Dersom en drar hendlene mot babord vil vannet bli strømmet ut på fremme på styrbord side. Om en drar hendlene mot styrbord vil prosessen bli motsatt (Baudu, 2018).

3.2.10.2 VROS-thruster

Denne typen thruster har sunnmørske røtter fra Idar Ulstein, mangeårig konsernsjef i Ulstein Group. Ulstein observerte rundt år 1980 hvordan nesehjulet på fly fungerer, der de legges inn når flyet er i luften. Dette var et system Ulstein ville teste ut også i skipsbransjen og lyktes. Systemet brukes enda per 2020. VROS står for VRidbar OppSvingbar, og thrusteren kan således skjules i skipsskroget når den ikke er i bruk som figur 8 viser til (Ulstein Group, 2012); (Teknisk Ukeblad, 2015).



Figur 8 Som nesehjulet på et fly, kan den oppsvingbare thrusteren felles ut fra skroget bare når det er bruk for den (Teknisk Ukeblad, 2015).

3.3 Meteorologiske forhold

3.3.1 Douglas sea scale

Denne skalaen vil med tall 0-9 beskrive de gjeldende sjøforhold der hvor 0 er stille sjø, og 9 representerer 14 meters bølger. Douglas-skalaen er todelt, altså den nevnte med bølgeførhold, og så er det en for dønninger, også denne fra 0-9. Figuren under er dekkende for hvordan begge disse skalaene ser ut, der den øverste er for bølger, og den nederste for dønninger. Skalaen brukes av sjøfolk til å beskrive og notere sjøforholdene (Victor Shane's Drag Device Data Base, 2016).

Tabell 1 Douglas Sea Scale, fra World Meteorological Organization) (ResearchGate, 2015)

State of the sea (wind sea)		
Degree	Wave height (m)	Description
0	0 (no wave)	Calm (glassy)
1	0–0.1	Calm (rippled)
2	0.1–0.5	Smooth (wavelets)
3	0.5–1.25	Slight
4	1.25–2.5	Moderate
5	2.5–4	Rough
6	4–6	Very rough
7	6–9	High
8	9–14	Very high
9	> 14	Phenomenal

Swell		
Degree	Swell wave length (m)/height (m)	Description
0	0/0	No Swell
1	< 100/< 2	Very low (short and low wave)
2	> 200/< 2	Low (long and low wave)
3	< 100/2–4	Light (short and moderate wave)
4	100–200/2–4	Moderate (average and moderate wave)
5	> 200/2–4	Moderate rough (long and moderate wave)
6	< 100/> 4	Rough (short and heavy wave)
7	100–200/> 4	High (average and heavy wave)
8	> 200/> 4	Very high (long and heavy wave)
9		Confused (wavelength and height indefinable)

3.3.2 Beufort-skalaen

Denne skalaen rangerer vindforhold etter tallene 0-12, hvor 0 er vindstille og 12 er orkan styrke. Skalaen brukes i det daglige til sjøs for å beskrive forholdene, på samme måte som *Douglas-skalaen* (Korneliussen, 2020).

Tabellen under viser et typisk oppsett av skalaen:

Tabell 2 Beufort-skalaen (Leahy, 2013).

	Wind Speed	Description	Waves
1	1 - 3	Light airs	Ripples.
2	4 - 6	Light breeze	Small wavelets
3	7 - 10	Gentle breeze	Occasional crests.
4	11- 16	Moderate breeze	Frequent white horses
5	17- 21	Fresh breeze	Moderate waves, many white crests.
6	22 - 27	Strong breeze	Large waves, white foam crests.
7	28 - 33	Near gale	4m waves. Sea heaps up, spray, breaking waves, foam blows in streaks.
8	34 - 40	Gale	Moderately high waves (5.5m), breaking crests. Foam blown in streaks.
9	41 - 47	Severe gale	High waves (7m), spray affects visibility. Dense streaks of foam along the direction of wind; crests of waves begin to topple and roll over.
10	48 - 55	Storm	Very high waves (9m) long breaking crests
11	55 - 63	Violent Storm	11m waves Sea covered in foam. Visibility affected.
12	64 +	Hurricane	11m+ waves The air is filled with foam and spray; sea completely white with driving spray; visibility very seriously affected

3.3.3 Begroing av skutebunn

Når et skip blir liggende i ro, ser alger, snegler og andre vannorganismer sitt snitt til å feste seg til skipets skutebunn. Når dette får bygd på seg over tid, vil det påvirke skipets evne til å gli gjennom vannet uten motstand. En ru skutebunn fører til et tap av effektivitet, altså at det må mer kraft til for å skyve skipet forover med samme hastighet som når skipet har en helt glatt og fin skutebunn (Nordahl, 2012).

4 METODE OG DATAGRUNNLAG

Begrepet metode blir beskrevet som et verktøy som skal hjelpe med å samle inn, organisere og analysere data. Metoden forklarer hvordan man har gått frem for å finne svar på spørsmål og erverve seg mer kompetanse innen et fagfelt (Larsen, 2017).

4.1 Forskningsmetode

Vanligvis skiller man mellom kvalitativ og kvantitativ forskningsdesign. Kvantitativ data blir registrert ved hjelp av tall mens kvalitativ data blir registrert ved hjelp av tekst. Begge metodene har sine fordeler og ulemper. Dermed kan en metode være godt egnet i en situasjon mens en annen metode er bedre egnet i en annen situasjon. Med bakgrunn i dette velger man den metoden som er mest fordelaktig for det spørsmålet en ønsker å besvare (Jacobsen, 2015).

Siden metodene produserer forskjellige data er det noen som velger å kombinere de to metodene for å anskaffe både dybde- og breddekunnskap (Brottveit, 2018).

Denne oppgaven benytter en kvalitativ forskningsmetode for å besvare problemstillingen. Dette på grunn av at man trenger forklaring gjennom ord for å forstå hva som skjer. Et fartøy blir styrt av mennesker. Dermed er det interessant å se på hva menneskene bak hendlene opplever sammenlignet med hva som blir beskrevet i spesifikasjonene til utstyret.

4.2 Beskrivelse av gjennomføring og begrensninger

Studietiden har gitt innsikt og forståelse for at ulike fartøy er ulikt utrustet for å møte forskjellige behov. De ble også omtalt hvilke egenskaper som var fordelsmessig i de ulike tilfellene.

Klassen har ved flere anledninger snakket om at lange slanke skip er retningsstabile mens fartøy med høy blokkoeffisient ofte er retningsustabile. Dessverre har man fått lite dybdekunnskap i hvilke faktorer som direkte påvirker skipet og hvordan en som skipsfører kan påvirke disse. Dermed er denne bachelorgruppen interessert i å undersøke dette fagfeltet nærmere og innhente informasjon for å dekke manglende kunnskap.

Medlemmene begynte å undersøke og fant raskt ut at et skip blir påvirket av utallige faktorer og krefter. Dette førte til at en måtte velge ut faktorer en ville undersøke nærmere. Som nautikkstudent ble det naturlig å se nærmere på kreftene som kan direkte justeres og påvirkes i kampen om å håndtere skipet. Oppgaven vil derfor være relevant for alle som ønsker forståelse for hvordan man kan kontrollere skip ved hjelp av å balansere krefter. På grunn av oppgavens omfang var det nødvendig å avgrense oppgaven ytterligere. Dermed valgte gruppen et fartøy de ønsket å studere nærmere.

I denne fasen var gruppen interessert i flere fartøy. Blant annet: tankskip, brønnbåter og ankerhåndteringsfartøy. For å komme videre i prosessen var det nødvendig å begynne og eliminere. Til slutt falt valget på en fartøytype som var lite omtalt i løpet av studietiden, nemlig passasjerskip.

En har grunn til å anta at passasjerskip har valgt utrustning med bakgrunn i operasjonelle behov. Dette er en av hovedgrunnene til at denne fartøytypen ble valgt. Passasjerskipet må nemlig være tilpasset både manøvrering til kai og langdistanse seilas. For å få innsikt i hvilke manøvreringsegenskaper som var ønskelig på et passasjerskip begynte gruppen å sammenligne selskaper og deres destinasjoner.

En kunne raskt konkludere at det fantes mange likhetstrekk dersom man sammenlignet selskapene basert på langdistanse seilas. Videre sammenlignet gruppen de ulike destinasjoner og cruiseterminaler. Her var det lettere å finne forskjeller. Ved første øyekast så man at flere steder i Europa, Nord- og Mellom Amerika hadde tilrettelagt for denne industrien på en helt annen måte enn Norge (både på sjø og land). Dette har selvfølgelig sammenheng med en rekke faktorer som for eksempel lovgivning, konkurransesituasjon,

politikk og økonomi. Dette vil være utenfor denne oppgavens tema. Likevel kan en anta at det har en viss relevans med tanke på at utrustningen kan påvirke hvilke terminaler en kan og vil besøke. Etter denne sammenligningen ble det bestemt at gruppen ønsket å se nærmere på et passasjerskip som opererte i Norge og som en hadde litt kjennskap til. Valget falt dermed på hurtigruteskipet *Richard With*.

I januar 2020 ble det oppdaget et virus kalt Covid-19. Viruset hadde trolig sitt utspring fra et matmarked i Kina (Folkehelseinstituttet - FHI, 2020). Smitten ble hovedsakelig overført gjennom dråpe- og kontaktsmitte noe som førte til at viruset spredte seg raskt verden over (Helsenorge, 2020). Folkehelseinstituttet gikk raskt ut med å oppfordre til ekstra god hygiene. De anbefalte også at personer som hadde vært ute og reist, skulle isolere seg i to uker for å være sikker på at smitte ikke ble medbrakt og spredt i Norge. (Folkehelseinstituttet - FHI, 2020).

Ingen i denne bachelorgruppen hadde vært ute og reist, og gruppen begynte derfor å forberede skipsbesøket. Gruppen tok igjen kontakt med "*Richard With*" for å undersøke om funnene til gruppen hadde samsvar med offiserenes opplevelse av manøvreringsegenskapene til skipet.

I samme periode innførte den Norske stat flere begrensninger for å unngå videre smitte. En måtte unngå store forsamlinger. I tillegg skulle en ikke blande mennesker fra forskjellige geografiske regioner. Dermed kunne vi ikke fullføre intervjuet og skipsbesøket vi hadde planlagt (Folkehelseinstituttet - FHI, 2020).

Som en løsning på situasjonen besluttet vi å sende noen spørsmål til skipet i håp om å få en kommentar på noe av det gruppen hadde undersøkt. Dessverre hadde rederiet akkurat besluttet at 14 av 16 hurtigruteskip skulle legges i opplag og trafikken til de to gjenværende skipene skulle reduseres. Ett av disse to skipene var «*Richard With*». Som en konsekvens av dette ble også rundt 2600 ansatte permittert (NRK, 2020); (Hurtigruten AS, 2020).

Som en direkte konsekvens av dette ble de ikke muligheter for å få kommentarer og innspill fra mannskap, noe en i utgangspunktet så på som avgjørende for oppgavens konklusjon. Dette førte til at gruppen måtte innhente informasjon på andre måter enn det som tidligere var planlagt.

En begynte å søke på Internett. Dette viste seg å være en utfordrende strategi. Man opplevde at søketreffene var utdaterte og lite relevant. I tillegg var det lite informasjon. Dermed var det vanskelig å være kildekritisk med tanke på at en hadde svakt sammenligningsgrunnlag.

Videre utnyttet gruppen sitt sosiale nettverk og fikk litt hjelp av bekjente som hadde jobbet i selskapet. Dette gav inspirasjon til hva man kunne søke etter. Heretter ble det litt lettere å finne relevant data.

Heldigvis var anbudsutlysningen offentlig informasjon. Dette gav innsikt i hvilke faktorer skipet måtte tilfredsstille for å kunne kapre kontrakten om kystruten. Med bakgrunn i anbudet hadde Hurtigruten planlagt en ombygging av flåten for å redusere utslipp. Dessverre medførte pandemien at selskapet måtte avbestille seks gassmotorer til tre av de skipene som skulle bygges om fra diesel til gass (Teknisk Ukeblad, 2020).

På grunn av pandemien mistet dette prosjektet nesten hele grunnlaget. En hadde ikke lenger kontakt med selskap, intervju var avlyst og ombyggingen av skip ble avbestilt. Heldigvis hadde en fått samlet litt informasjon før viruset slo til for fullt. Disse dataene blir presentert senere under overskriften datagrunnlag.

4.3 Troverdighet og bekreftbarhet

Denne bacheloroppgaven benytter både primær- og sekundærdata. Gjennom hele prosessen var det viktig at en var kildekritisk, sjekket flere kilder og var bevisst på ulike fallgruver.

Likevel kan innsamlingen av data blitt påvirket av mennesket som formidler eller behandler informasjonen. Holdningen til individet vil påvirke hva som blir lagt vekt på, ekskludert eller sett på som viktig. Dette kan være svært forskjellig fra person til person og kan være med på å forme forskningsprosjektet.

En fallgruve kan være at en har for sterk tiltro til den informasjonen en fikk fra selskapet eller fant på internett. Her kan det være viktig å tenke over at selskapet og dets ansatte mest sannsynlig vil presentere og legge vekt på det positive ved selskapet. Dette kan ha ført til at viktig informasjon vedrørende deres utfordringer ikke blir diskutert i denne oppgaven.

For å øke bekreftbarheten ønsket gruppen et intervju med offiserer fra Hurtigruten AS. Tanken var at informantene skulle kommentere analysen og dermed kvalitetssikre gruppens tolkning. Sett fra en side ble bekreftbarheten av studiet redusert siden gruppen mistet muligheten for intervju. Sett fra den andre siden bidro dette til at gruppe medlemmene måtte tenke nytt og komme med flere synspunkt enn tidligere. Dette kan ha hatt positiv effekt på drøftingen og bekreftbarheten.

4.4 Datagrunnlag

Vår innhenting av data er basert på tilsendt materiale fra Hurtigruten AS og fra fartøyet "Richard With", samt Internett og bøker fra biblioteket i Ålesund og NTNUs bibliotek i Ålesund. I de kommende delkapitler blir dette materialet presentert.

Hurtigruteskipene tilbringer i snitt 27% av tiden i havn, 9% av tiden er manøvrering, mens de resterende 64% går med til seilas mellom havnene (Bakka Jr., 2003).

4.4.1 Kommentar fra Teknisk Inspektør

Teknisk Inspektør i Hurtigruten, Bjørn-Morten Hansen, kom med følgende tilbakemelding via e-post. Sitat direkte fra e-post: «*Richard With ble oppgradert før min tid i HRG, så jeg har ikke mye info for hånden nå.*

Dere kan få testrapporten gjort etter oppgraderingen til Nordlys, som er søsterskip av RW. Ganske interessant lesning mtp. fuel-forbruk.

Minuset med dette er at skipene mister noe av kraften den hadde før oppgraderingen, da promas grovt sett kun er mindre propellere.

Noe av dette hentet vi inn igjen med å justere tenning og endre dysering i turboen på hovedmotorene.»

4.4.2 Spesifikasjoner - “Richard With”



Figur 9 "Richard With". Foto: Pål Svarte

Tabellene 1, 2 og 3 i dette avsnitt forteller om fartøysspesifikke detaljer som gjelder hurtigruteskipet «*Richard With*».

4.4.2.1 Hoveddimensjoner

Tabell 3 Skipsinformasjon «Richard With» (Hurtigruten AS, 2020).

Total lengde	121,80 Meter
Lengde mellom PP	105,15 Meter
Maks dypgående	5,05 Meter
Bredde	19,20 Meter

4.4.1.2 Skipssystemer

Tabell 4 Skipsinformasjon "Richard With" (Hurtigruten AS, 2020) og (Statens Havarikommisjon for Transport, 2010).

Hovedmotorer	2 stk. Mak type 6M552C, fra år 1992. Leverer 4500 KW v/500 rpm (per motor)
Akselgenerator	A. Van Kaik, DIDBNV, 131 k/4W 2875 kVA
Hjelpemotorer	2 stk. Bergen Diesel type KRG-8, år 1992, 1265 kW, (per motor)
Aux. generator / Hjelpgenerator	A. van Kaik, DIDBNV, 131 ki/8 1500 kVA
Styremaskin	Tennfjord type I-2 x (9M240/2GM425) -FU
Nødgenerator	Detroit Diesel 6V - 92 TA 275 kW, Serial no.:3. 70238
Hovedpropeller	Promas Lite KaMeWa/Rolls Royce, vridbare, open, (94XF3/4-S/P)
Tunnelthrustere	2 x Brunvoll FU-63-LTC-1750, tot. 1580 KW
Fremdriftssystem	KaMeWa 94 XF ³ / ₄
Rortype	2 x Becker- / høyløftor

4.4.2.3 Forbruk av drivstoff ved angitt hastighet

Tabell 5 Skipsinformasjon "Richard With" (Hurtigruten AS, 2020).

12 knop	58,43 l/nm
13 knop	59,11 l/nm
14 knop	61,78 l/nm
15 knop	68,66 l/nm

Skipet som i dag seiler kystruten; Bergen – Kirkenes, har sitt navn fra kapteinen Richard With. With var, som tidligere nevnt, den som i hovedsak startet opp hurtigrutefarten i 1893 med Vesteraalens Dampskibsselskap. «*Richard With*» er det andre hurtigruteskipet som fører navnet "Richard With", etter Dampskibet (D/S) «*Richard With*» fra 1909. Det var gamle M/S "Finnmarken", som i dag er å finne på Hurtigrutemuseet i Stokmarknes, «*Richard With*» avløste i desember 1993, da hun la ut på sin første runde i hurtigrutefarten (Hurtigruten AS, 2020); (Bakka jr, 2003).

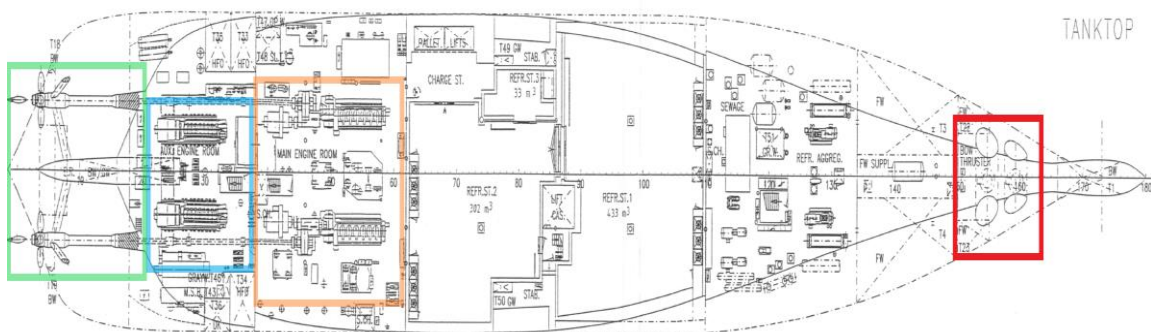
"*Richard With*" gjennomgikk i november/desember 2018 et omfattende 4-ukers verkstedsopphold hos Fosen Yards som første del av en to-trinns oppgradering. I 2018 skrev dfly.no følgende om del 2 av oppgraderingen: «*I løpet av de neste to årene skal Hurtigruten erstatte tradisjonelle dieselmotorer med store batteripakker og LNG (flytende naturgass) gassmotorer på M/S «Richard With» og minst fem andre skip i flåten.*» (flytid.me, 2018). Oppgaven vil ikke ta for seg del 2 av oppgraderingen.

Denne første fasen av oppgraderingen gjør skipet i stand til å seile kystruten Bergen – Kirkenes i nye år, med blant annet oppgraderte lugarer og fornyede gjestekområder (Travel Pulse, 2018). I tillegg innebar dette verkstedoppholdet installasjon av landstrømfunksjoner, nytt luftkondisjoneringsystem og nytt fremdriftssystem av typen "*Promas Lite*" (flytid.me, 2018).

Baugpropellene får sin del av kreftene levert fra hovedmotorenes akselgeneratorer, som igjen er koblet til hovedmaskinen via et gir. Det samme giret er også koblet til hovedpropellene akterut. De nevnte akselgeneratorene sørger dermed for at baugpropellene får den kraften de behøver gjennom sin strømproduksjon.

Søsterskipet til «Richard With» og «Nordlys», «Kong Harald» fikk i tillegg påmontert en VROS-thruster i hekken i 1995 (Bakka Jr., 2003).

Figur 10 viser General Arrangement Plan (GA-plan) fra «Nordlys». Grønn farge viser hvor hovedpropulsionssystemet befinner seg. Blå farge ringer rundt hjelpemotorene. Oransje farge viser plassering av de to hovedmaskinene. Rød farge indikerer plassering av baugpropellene.



Figur 10 Utsnitt av GA-plan, "Nordlys" (Hurtigruten AS, 1993).

4.4.3 Anbudskontrakt, Regjeringen

Alt i dette delkapittel er hentet fra Regjeringens anbudskontrakt, som er vedlagt oppgaven: *Kontrakt - Om leveranse av sjøtransporttjenester på strekningen Bergen-Kirkenes - For perioden 1. januar 2021 til 31. desember 2030.* Det er også ilagt en opsjon på ytterligere ett år.

Oppdragsgiver er *Samferdselsdepartementet*, og leverandør er *Hurtigruten AS*. kontraktens formål står som skrevet: *“Kontrakten skal sikre et tilfredsstillende sjøtransporttilbud på kystruten — til lavest mulig kostnad nødvendig for å utføre tjenesten. På strekningen Bergen—Kirkenes—Bergen skal det tilbys transport for passasjerer som reiser lokalt eller*

regionalt fra havn til havn. På strekningen Tromsø—Kirkenes—Tromsø skal det i tillegg tilbys transport av gods.

Et tilfredsstillende transporttilbud innebærer daglige, helårlige og gjennomgående seilinger med anløp i 34 havner på nordgående rute og 33 havner på sørgående rute på strekningen mellom Bergen og Kirkenes. Tjenesten skal ha høy sikkerhet og regularitet. Leverandøren skal tilstrebe at tjenesten gjennomføres med så lave klima- og miljøbelastninger som mulig. Leverandøren skal tilstrebe åpenhet og dialog med alle relevante aktører.

Lavest mulig kostnad innebærer at kostnader knyttet til kjøpet ikke overstiger det som er nødvendig for å utføre tjenesten, dvs. at driften skal være kostnadseffektiv og leverandøren skal tilstrebe å oppnå effektiviseringsgevinster i løpet av kontraktperioden. Denne kontrakten er en tjenestekonsesjonskontrakt. Leverandøren har ansvaret for både inntekter og kostnader i kontraktperioden og bærer risikoen for eventuelle endringer i disse. Kontrakten er inngått etter konkurranse, jf. utlysning i Doffin 19. september 2017, hvor Hurtigruten AS ble tildelt kontrakt for 4 av de 11 rutene som skal betjene kyststruten”.

Kontrakten sier at bortfall av produksjon inntil 40 døgn per år tillates dersom det skyldes planlagt verkstedopphold og eller andre ting som ikke anses som mislighold. Ubenyttede døgn til rådighet gjennom året til slikt, overføres videre til neste år dersom de ikke benyttes. Det står også skrevet at *force majeure* ikke skal påvirke disse 40 døgn. Ettersom kontrakten gjelder for 4 skip, vil det da si 10 døgn per år, per skip. *Force majeure* er for eksempel naturkatastrofer, orkaner, tyfoner og lignende. Altså uforutsette naturkrefter eller krigføring (Falkanger & Bull, 2016). Ei heller skal værforhold av typen ekstraordinære, etter skipsførers skjønn, spille inn i de 40 avsatte døgn der hvor forholdene fører til innstilt rute eller kansellert anløp.

Innstillinger utover det som er nevnt ovenfor, “*medfører trekk i vederlaget tilsvarende 1/3 døgn*”.

Det står i *Bilag A* i kontrakten, under punktet *Krav til materiell - krav til kapasitet, sikkerhet og manøvrering* at fartøyet skal kunne manøvreres sikkert til kai uten assistanse. Under samme punkt står det også at fartøyets krefter minst skal kunne håndtere en vindstyrke på 15 m/s fra siden.

4.4.4 Rapport, «Nordlys»

Rapporten “*RTC 12812 - Results of propulsive performance monitoring campaign performed on MS Nordlys*” er basert på overvåkning av fremdriftssystemets ytelse før og etter ombyggingen om bord hurtigruteskipet M/S “*Nordlys*” og ble utført av en uavhengig instans, *Cetena*. Rapporten baserer seg på data oppnådd ved en fart på 14-16 knop, som tilsvarer marsjfart. Alt under dette delkapittelet er hentet fra denne rapporten som ligger vedlagt oppgaven.

I forbindelse med ombyggingen ble de gamle propellbladene erstattet med nye, mindre blader. Propelldiameteren ble da redusert med 0,19 m, og pitchen redusert med cirka 0,35 m. Dette fører til mindre kraft ut per rotasjon, men er altså med på å redusere drivstofforbruket totalt. Med bulber påmontert rorene mot propellene økes igjen effekten grunnet en mer strømlinjet form på vannstrømmen. Bulben er med på å redusere kraft som går til spille da vannstrømmen fra propellen føres direkte over til roret uten et åpent rom mellom propell og ror.

Første fase av overvåkningen registrerte cirka to og en halv måned med data for å skape et sammenligningsgrunnlag til å dokumentere den eventuelle positive eller negative effekten det medførte å bygge om fremdriftssystemet. Parametrene *Cetena* monitorerte med sine systemer var blant annet kurs og fart på skipet, og dets posisjon, samt akselens omdreininger per minutt, som vil gi data om hvor fort propellen roterer. I tillegg til dens omdreiningstall, sjekket systemet også kontinuerlig kraft og moment. Også ytre påvirkninger som vær, vind og strøm påvirker skipets forbruk, og ble følgelig nøye monitorert og statistikkført.

Grunnet at *Hurtigruten* er innom 34 forskjellige anløpssteder i sin rute, valgte *Cetena* å lagre én fil med data per 24 timer for enklest mulig å holde oversikten.

Til å begynne med, ba *Cetena* offiserene om bord M/S “*Nordlys*” om å føre diverse statistikk per havn:

- Dato
- Klokkeslett
- Avgangshavn
- Ankomsthavn
- Dypgående ved avgang

- Skipets deplasement
- Vindforhold etter *Beaufort*-skalaen
- Sjøforhold etter *Douglas*-skalaen
- Luftforhold, temperatur og trykk i HektoPascal (HPa)
- Sjøtemperatur
- Antall maskiner i gang
- Strømmens fart og retning

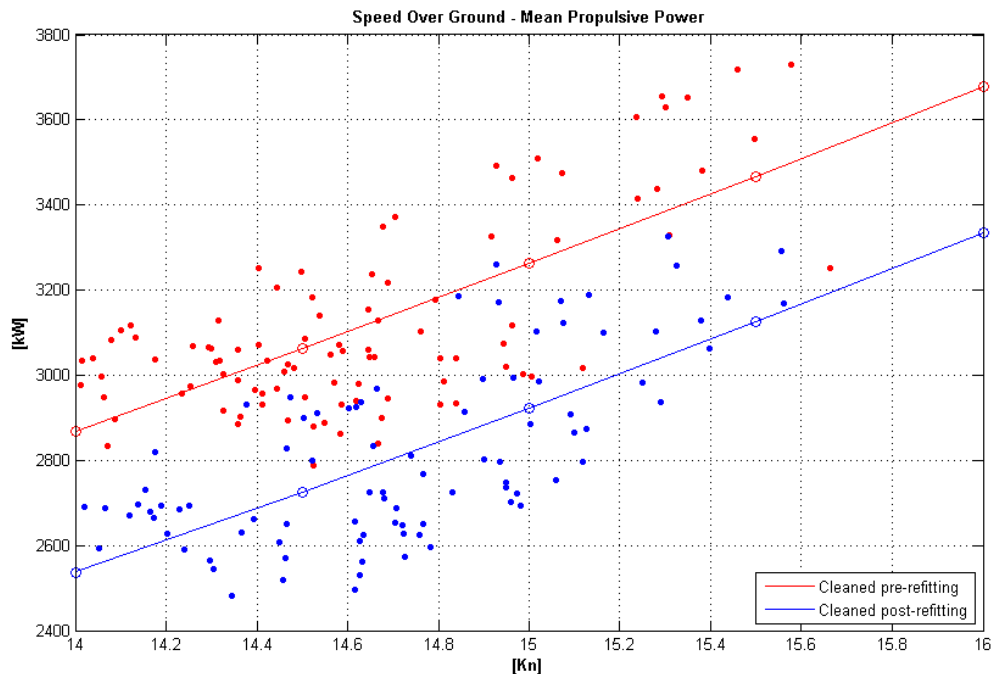
Disse dataene sendte offiserene manuelt inn til *Cetena* slik at det ble ført inn i overvåkningssystemet for å gi mest mulig nøyaktig resultat. Med norske forhold kan det være tidvis stor forskjell på vær og vind alt etter årstidene. Det skal derfor også nevnes at første fase ble monitorert i perioden 5. november 2016 - 18. januar 2017, altså vinterstid. Andre fase startet også om vinteren, men pågikk i hele fire måneder og dermed også gjennom våren og inn i sommermåneden juni, i perioden 21. januar 2017 - 5. juni 2017. Likevel ble det i fase to kun benyttet data fra 14. april 2017 og utover. Dette grunnet at de to første månedene gikk med til testing og feiling, samt at den perioden inneholdt blant annet en del blackouter som gjorde at innsamlet data ikke var komplett.

Som nevnt ble det bare loggført data i marsjfart, altså 14 - 16 knop. Dette grunnlegges med at det er i denne farten reduksjonen av drivstofforbruk er mest aktuell og resultatskapende. Det er også i denne farten propellene yter på sitt mest optimale stadie.

I tillegg ble det for jevnest mulig data med færrest mulig ytre påvirkninger, lagt inn ytterligere filter utenom det overnevnte fartsfilteret. Disse var at data ble kun registrert i farvann med mer enn 30 meters dybde, sjøforhold under 4, etter *Douglas*-skalaen, og vindforhold under 5 etter *Beaufort*-skalaen.

Hver datafil, altså per 24 timer, ble filtrert etter ovenfornevnte kriterier, og *Cetena* fikk da ut gjennomsnittlig data i forhold til et referansedepasement på 6423 tonn før ombygging. Dette deplasementet ble valgt med grunnlag i et gjennomsnitt av ulike lastekondisjoner for et jevnest mulig resultat. Etter at loggføringen var fullført for begge perioder, og all filtrering gjennomført, satt man igjen med et resultat som kunne indikere forholdet mellom KW og fart over grunnen in knop (SOG). Tabell 6 viser dette resultatet og forteller hvor mye kraft som måtte til for å holde den gitte farten før og etter ombygging av fremdriftssystemet. Rød strek indikerer forholdet før *Promas Lite* ble installert, mens blå strek representerer forholdet etter installeringen av *Promas Lite-fremdriftssystem*.

Tabell 6 MS Nordlys, kraft vs. fart ved 14-16 knop (Federica Piastra, 2017).



For å gi et oversiktsbilde i tabellformat av eventuelle forbedringer, ble det også opprettet en tabell som viser prosentvis forbedring etter installering av *Promas Lite* i den samme rapporten. Denne er her vist som tabell 7. Resultatet viser en prosentvis økt effektivitet på henholdsvis 9,35% - 11,52% i fartsspekteret 14 - 16 knop. Det gir et endelig snittresultat på 10,40% forbedring etter installering av *Promas Lite* og rengjort skutebunn med referansedeplassment på 6423 tonn.

Tabellen på neste side er som resten i dette delkapittelet hentet fra rapporten med navn “*RTC 12812 - Results of propulsive performance monitoring campaign performed on MS Nordlys*”.

Speed - *Fart i knop*

PB - *Før installering*

PA - *Etter installering*

R - *Prosentvis forbedring*

EI - *Resultat*

Tabell 7 Resultatoversikt kraft vs. *Fart* (Federica Piastra, 2017).

M/S "NORDLYS"

<i>Speed</i> [knots]	<i>PB</i> [KW]	<i>PA</i> [KW]	<i>R</i> [%]
14	2867,67	2537,28	11,52
14,5	3062,33	2725,93	10,99
15	3262,37	2921,63	10,44
15,5	3467,69	3124,42	9,90
16	3678,19	3334,33	9,35

EI	10,40%
-----------	---------------

4.4.5 Ulykkesrapport; «Richard With», Trondheim 2009

Sammendrag direkte sitert fra *Statens Havarikommisjons* ulykkesrapport beskriver forløpet ved grunnstøtingen: "Natten til 6. januar 2009 var MS *Richard With* på tur sørover fra Rørvik til Trondheim. Det var 153 passasjerer og 47 besetningsmedlemmer om bord. Da skipet nærmet seg Trondheim om morgenen vurderte operativ navigatør at vindforholdene var i grenseland for hva fartøyet hadde av tilgjengelige krefter i forhold til manøvrering. Fartøyet ble manøvrert i posisjon utenfor pir 1 i Trondheim. Navigatøren konstaterte at fartøyet drev i østlig retning og at fartøyet ikke hadde tilstrekkelig kraft til å manøvrere akterover og inn til planlagt kai plass i bassenget mellom pir 1 og 2 på Brattøra.

Forsøket ble avbrutt, og fartøyet seilte mot alternativ kai ved Ila pir. Kapteinen ble varslet og ankom bro. Han observerte vindstyrken til nå å ligge innenfor fartøyets manøvreringskapasitet og besluttet å returnere til pir 1 for å forsøke å legge til igjen. I perioden frem mot grunnstøtingen (ca. 1 time) ble det gjort flere forsøk på å legge til ved pir 1, uten at dette lyktes.

Litt før kl. 0800 overtok kapteinen manøvreringen fra operativ navigatør. Kapteinen observerte en økning i vinden og kjente at den tok tak i fartøyet og at det drev sidelengs mot den sydlige enden av moloen og pir 2. Han besluttet da å avbryte forsøkene på å legge til kai. Kapteinen satte full fart fremover på begge maskinene. Kort tid etter dette grunnstøtte fartøyet ved den sydlige enden av moloen. Det ble rapportert om vanninntrengning i maskinrommet og kapteinen beordret lensing av maskinrommet. Mannskapet fikk, med bistand fra lokalt politi og brannvesen, satt passasjerene i land i løpet av formiddagen.

Skipet mottok i løpet av formiddagen betydelig assistanse, med pumpeutstyr og personell, fra havnevesenet, lokalt brannvesen, redningsस्कøyter og Kystvakten. I løpet av dagen oppstod det varmgang i maskineriet til nødgeneratoren da luftspjeldene til nødgeneratorrommet utilsiktet hadde lukket seg. Besetningen fikk tvunget spjeldene åpne, noe som sikret tilførsel av kjøleluft slik at nødgeneratoren fortsatte å produsere strøm. Lekkasje fra styrbord akselhylse ble i løpet av ettermiddagen tettet og lensepumpene kunne tømme maskinrommet. Skipet kom av grunn og ble om kvelden slept til kai ved pir 1.

I tråd med mandatet har SHT (Statens havarikommisjon for transport) gjennom en sikkerhetsundersøkelse søkt å klarlegge hendelsesforløpet og avdekke bakenforliggende årsaksfaktorer som førte til ulykken med tanke på å gi mulige sikkerhetstilrådninger som kan hindre tilsvarende ulykker i fremtiden. Havarikommisjonen er i mandatet gitt anledning til å gjennomføre undersøkelser i forhold til redningsoperasjonen. Sett i forhold til at evakuering av passasjerer og berging av fartøyet ikke medførte personskader eller betydelig miljøskade, har SHT ikke funnet det riktig å bruke ressurser på å undersøke disse

forholdene. Med unntak av det forholdet at luftspjeldene til nødgeneratorrommet utilsiktet lukket seg er undersøkelsen av ulykken begrenset til forhold knyttet til forløpet for grunnstøtingen.

Havarikommisjonen har avdekket sikkerhetsproblemer knyttet rederiets tilrettelegging for anløp av kai. Undersøkelsen har også avdekket at skipets nødstrømsystem ikke var selvbærende og at dette også kan gjelde andre fartøy. Havarikommisjonen fremmer 4 sikkerhetstilrådninger. Disse adresseres til Hurtigruten ASA, Sjøfartsdirektoratet og Det Norske Veritas.”

Relevant skipsteknisk informasjon:

- Propeller: vridbare blader
- Ror:Høyløft, av typen “Becker”
- Baugpropell: Samlet effekt på 1580 kW, fordelt på to enheter

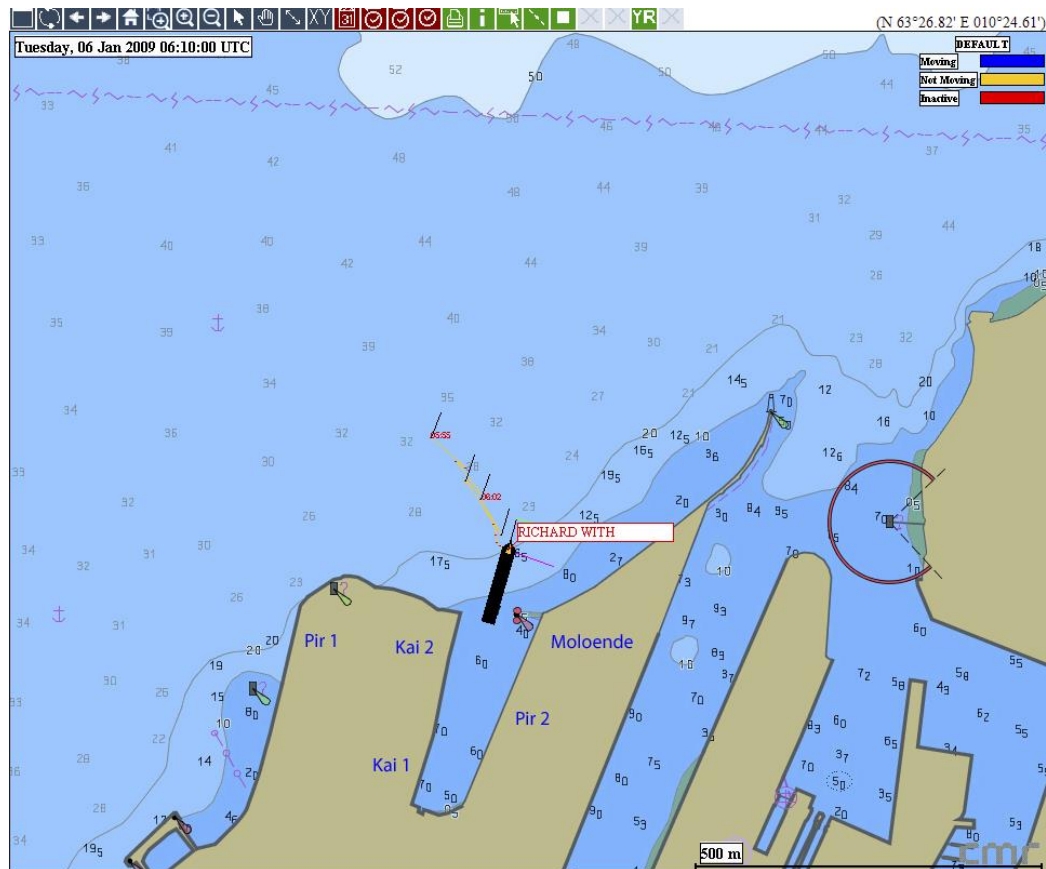
Skader på skipet i forbindelse med ulykken siteres:

- *“Styrbord propell og aksel dratt 1,5 meter ut.*
- *Vanninntrengning i hjelpemaskinrom med påfølgende skader på maskineri og utstyr.*

Vær- og vindforhold ved ulykkestidspunktet, samt utviklingen underveis:

- I grenseland for hva skipet er ment å tåle før innløpet til Trondheim. Overstyrmann beordret *Mode 2*, altså at alt annet strømforbruk enn hva som trengs til manøvrering av fartøyet, hentes fra hjelpemotorer.
- Overstyrmann konstaterte i tidsperioden fra klokken 0635 - 0647 at vindforholdene oversteg skipets grenser. Anslagsvis maks vindkaststyrke på 16,25 m/s og en middelvind på 10,5 m/s fra vest-sydvest, altså pålandsvind.
- Første anløpsforsøk avbrutt grunnet avdrift i østlig retning og ikke tilstrekkelig krefter tilgjengelig til å bakke inn til kaiplass.
- Med kaptein på bro, ble det vurdert til å gjøre et nytt forsøk ca. klokken 0700, da med vindstyrke på liten kuling, som vil si et sted mellom 10,8 - 13,8 m/s.
- Etter opptil flere forsøk med liten kuling, og sterk kuling i kastene inn 45 grader aktenfor tvers av fartøyet, overtok kapteinen manøvreringen like før klokken 0800. Omtrent samtidig økte vindens styrke betydelig, og fartøyet drev nå mot moloenden.

- Grunnet høye temperaturer på styrbord gir og vind opp mot 17 m/s, valgte kaptein å avbryte også dette forsøket på å legge til kai. Rorene ble derfor midtstilte og begge maskiner ble satt til full fart forover. Utkikk på skipets styrbord brovinge, altså lengst ut mot styrbord på bro, rapporterte at “Richard With” nå var svært nærme moloenden.
- Før fartøyet rakk å bygge noe særlig fart, var grunnstøtingen et faktum. Styrbord maskin stoppet som følge av dette, og stigningen på babord propell ble satt i null samtidig som babord anker ble droppet.



Figur 11 Et av flere forsøk på kaitillegg i perioden 0700 – 0755 ulykkesdagen. AIS-informasjon fra Kystverket. Foto/Kart: Kystverket/Norge digitalt (Statens Havarikommisjon for Transport, 2010).

- Vanninntrenging i aktre maskinrom, hvor hjelpemaskinene er plassert, ble det rapportert om like etter grunnstøtingen. Skipet var ikke i umiddelbar fare, ei heller mannskap og passasjerer. Passasjerene ble brakt i land på en sikker måte.

- Grunnet vanninntrengningen måtte hjelpemotorer og generatorer stoppes ned etter noe tid. Derfra var strømforsyningen om bord produsert fra skipets babord hovedmaskin, via dens akselgenerator. Også denne stoppet etter noe tid grunnet mangel på drivstoff. Da tok fartøyets nødgenerator over, slik at skipet fremdeles ble forsynt med strøm.

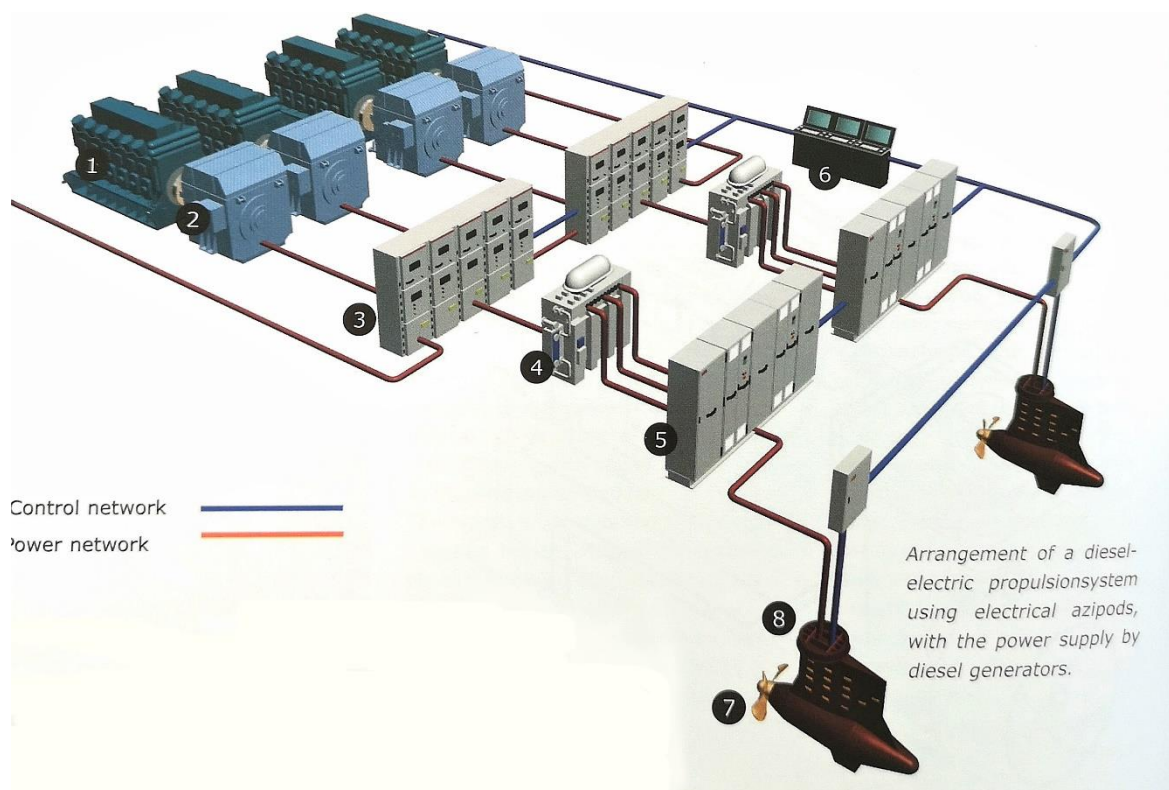
5 Diskusjon

For at et skip skal kunne utøve en operasjon, må samspillet mellom fremdriftssystemet og maskineriet fungere på en så optimal måte som mulig. «*Richard With*» har to tunnelthrusterer, også kalt baugpropellere, låst i tverrskips retning. Disse er da i tillegg til de to hovedpropellene som igjen er en del av det omtalte *Promas Lite*-systemet. Det er viktig at disse komponentene blir forsynt med nok kraft slik at de kan fungere. Ikke bare hver for seg, men også i et samspill. Derfor er det viktig å ha riktig utstyr om bord av både maskineri og elektriske komponenter og overføringer.

De ulike delene av fremdriftssystemet til «*Richard With*» er forsynt med kraft fra den samme kraftkilden. De to hovedmotorene. Hvis en av hovedmotorene svikter, vil ikke skipet være i stand til å manøvrere i hardt vær. Med kun to hovedmotorer, hvor alle fire propeller får kraften fra, kan det føre med seg en reduksjon i drivstofforbruket. I motsetning til å ha en tredje motor kun til baugpropellene.

I anbudskontrakten kommer det frem at det er særs viktig med en reduksjon i klimagassutslippene og andre forurensende utslipp. Å ha kun to store motorer for manøvrering og seilas, bidrar i så måte til å holde utslippene nede. Dette ved at det ikke er nødvendig med egen diesel-motor tilegnet baugpropellene. Det kan også medføre enkelte negative konsekvenser å ikke ha denne ekstra motoren. En av disse konsekvensene kan være reduksjon i totalkraft under manøvrering. På den andre siden kan det også få positive konsekvenser slik systemet er nå, uten ekstra motor for tunnel-thrusterene. For eksempel øker ikke forbruket av drivstoff. I tillegg øker ikke skipets tonnasje unødige. Sikrer egentlig dette en reduksjon i forbruk i forhold til å ha en tredje motor? En ekstra motor vil være liten av størrelse, og kun være i bruk ved behov. Trolig vil ikke dette vise igjen i særlig grad med tanke på forbruk og utslipp.

Et diesel-elektrisk prinsipp med eksempelvis fire mindre motorer, som vist i figur 12, kunne ført til en økt driftssikkerhet for «Richard With». Et slikt system kan også føre til lavere forbruk om eksempelvis to maskiner er i drift ved seilas. En ombygging til diesel-elektrisk fremdrift ville nok medført store ombyggingskostnader. Ser en derimot kun på driftskostnadene, kunne det i praksis fungert ved at to av disse maskinene var i drift under seilas, og gikk med ca. 80% belastning. Samtidig kan de to andre motorene vedlikeholdes eller være stand-by. Ved nødvendighet for ekstra krefter, som ved manøvrering til kai, kunne en tredje motor kobles inn og forsyne til dels baugpropellene. Slik at de ikke bruker av de samme kreftene som hovedpropellene. I tillegg kunne den forsynt en eventuell VROS-thruster, som kan være et godt alternativ, selv uten den diesel-elektriske løsningen. Det kommer vi tilbake til senere i drøftingen.



Figur 12 Diesel-elektrisk system med podder. Tilsavrende med rør og propell vil ha samme oppsett (Dokkum, 2013).

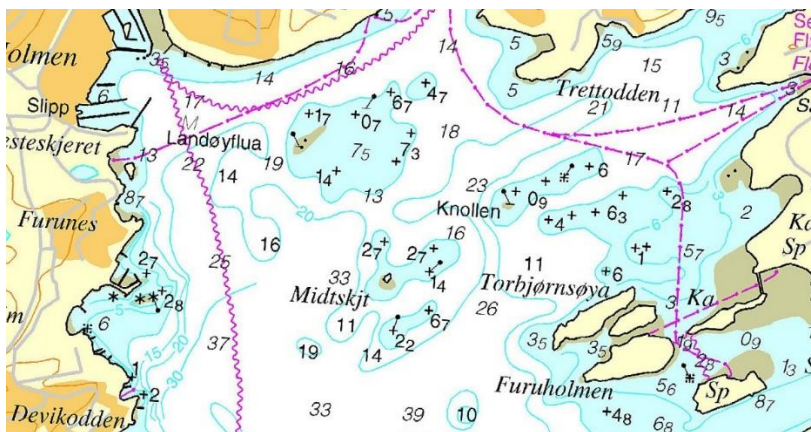
Det er trolig en vektbesparelse med færre store komponenter, som løsningen er i dag. Ettersom de to hovedmotorene står for all kraftforsyning til propellene i begge ender av skipet, er det trolig en bedre og ryddigere oversikt om bord. I tillegg bidrar det til en god plassutnyttelse. Dette gir igjen mer rom som forenkler tilkomsten for vedlikeholdsarbeid som jevnlig utføres i disse områdene av skipet. Likevel er det kanskje behov for en separat dieselmotor tilegnet baugpropellene? Under manøvrering, som er den mest kritiske operasjonen i normal drift, kreves det tidvis maksimalt med kraft på en værhard kystrute som «*Richard With*» seiler. Maksimal kraft på hovedpropellene kan ikke oppnås slik fartøyets maskinarrangement er satt sammen, der hoved- og baugpropellene må dele på kreftene. Dette gjelder da når baugpropellene er innkoblet. Hvorfor ble fartøyet bygget med denne løsningen i utgangspunktet? Trolig var det billigere å gjøre det slik, sammen med at det gir en betydelig plassbesparelse og en lavere tonnasje. Eller kanskje det ikke var behov for mer krefter i henhold til datidens anbudskrav?

Det er også viktig å ha med i tankene rundt dette, at maskinrommene både for hoved- og hjelpemotorene, er plassert akterut på skipet. Baugpropellene som også skal ha kraft derfra er naturlig nok plassert i baugen. Kraftoverføringen til baugpropellene fra akselgeneratoren(e) vil medføre tap av effekt, så fremt de ikke er direktekoblet. Om de er direktekoblet eller ikke har vi ikke tilgjengelig informasjon om, foruten GA-planen. Med kun denne GA-planen å gå ut ifra, ser det ut til at den overføringen skjer elektrisk via en tavle fra akselgenerator.

Når man ser på systemet rent effektmessig, kan det være en bedre løsning med en mindre maskin forut i skipet tilegnet disse baugpropellene. For rederiet *Hurtigruten* må det også tenkes på økonomi og utslipp i det totale regnestykket. I tillegg må det tenkes på flere faktorer enn kun praktisk drift av fartøyet. Det er en mulig årsak til at oppbyggingen er slik den er. Skipet har tross alt fungert godt gjennom sine mange år i hurtigrutefart.

Under normale forhold er det, basert på informasjonen vi har tilgang til, greit med krefter for å utøve *Kystruten: Bergen-Kirkenes* innenfor akseptable ankomst- og avgangstider i henhold til gjeldende ruteplan. Hvordan de samme kreftene er i sterk vind og strøm, er noe usikkert, foruten det som kom frem av ulykkesrapporten. Tiden fartøyet bruker på å manøvrere til og fra kai, påvirker regulariteten i ruten. Bruker skipet lang tid på slik manøvrering, kan det føre til forsinkelser i ruten. Med forsinkelser følger en økt seilingshastighet mellom havnene, som medfører økt forbruk og utslipp. Er dette noe for *Hurtigruten* å tenke på i en eventuell ny generasjon Hurtigruteskip? Utviklingen i årene fra 2021 med strenge krav og konkurranse fra *Havila Kystruten* om driften av *Kystruten: Bergen-Kirkenes*, kan by på effektiviseringer av ombordbaserte systemer på blant annet «*Richard With*». Hvilken effekt «*Richard With*» får ved neste ombygging og utvikling er uklart før systemet blir testet på nytt.

Det er alltid en risiko med kystseilaser. Skulle uhellet være ute blant holmer og skjær som illustrert i figur 13, kan maskinhavari på en motor være en nærliggende konsekvens. Dette kan komme av manglende kjøling eller lignende. «*Richard With*» kan i et slikt tilfelle være bedre rustet med et diesel-elektrisk system og flere hovedmotorer. Dette fordi at med flere hovedmaskiner, er det et større slingsmonn når det gjelder driftssikkerhet. All den tid generatoren kan fordele strøm fra de maskinene som fremdeles er i drift, vil ikke fartøyet ha et nevneverdig problem med å fortsette seilasen. Dette kan gi maskindepartementet tid og mulighet til å reparere den havarete maskinen, eller fartøyet kan seile til neste havn uten at denne maskinen er operativ i det hele tatt. I neste havn kan eventuelle nødvendige reparasjonsdeler plukkes opp, uten at det trenger gå ut over ruteregulariteten. Denne muligheten har for så vidt «*Richard With*» også med to større hovedmaskiner, men i mindre grad. Det drøftes mer om dette senere i oppgaven.



Figur 13 Illustrasjon av holmer og skjær på sjøkart som man kan finne langs den norske kyst (Norsk Maritimt forslag AS, 2017).

Det er jo ikke bare antall hovedmaskiner, type drivstoff eller om kraftoverføringssystemet er elektrisk eller mekanisk som er avgjørende for totalregnestykket. Som man kan se av rapporten om resultater fra “Nordlys”, er effektiviteten av forbrukt kW ved gitt hastighet økt markant etter monteringen av *Promas Lite*-systemet. Hele 10-11% i forhold til månedene før dokksetting. Tallene vil være omtrent identiske for “Richard With” ettersom de er søsterskip som har gjennomgått mer eller mindre identiske ombygginger. Hvordan, og hvorfor er det mulig å oppnå en så markant forskjell i effektiviteten med en så liten ombygging?

Denne dokumenterte effektivitetsøkningen kan naturlig nok medføre en besparelse i drivstofforbruket. Den vil også være med på å redusere CO₂-utslippene under seilas. Dette igjen sørger for at de skipene som får, eller har fått montert *Promas Lite*-systemet, oppfyller anbudskravene, Slik kan de fortsatt seile videre langs norskekysten. Som nevnt tidligere, vet en at disse skipene innen relativt kort tid vil få installert gassmotorer. Kjennskapen rundt hvordan tallene vil se ut etter installasjonen, er ukjent per mai 2020. Det antas likevel at utslippene reduseres ytterligere. Vi vet med sikkerhet at med gassmotorer reduseres utslipp av skadelige gasser som NOX til et minimum. Siden dette systemet ikke er på plass, så vil diskusjonen videre omhandle dieselmotorene som er om bord per mai 2020.

Det fremkommer ikke av resultatrapporten opplysninger som direkte kan bidra i sammenligningen av effektiviteten før og etter monteringen av systemet. Det står for eksempel at i dokk ble skutebunnen rengjort, noe som selvfølgelig reduserer friksjonen som har bygd seg opp over tid med groe, skjell og lignende. Groe er illustrert i figur 14. Dette kan ha mye å si for effektiviteten under seilas, da slik groe på skutebunn hindrer skipet i å gli lett gjennom vannet. En konsekvens av dette er at det naturligvis kreves mer kraft og energi for å drive skipet forover eller akterover med samme hastighet i forhold til med ren skutebunn. Av den grunn kan tilsvarende tall fra før ombyggingen være kunstige og ikke like sammenlignbare. Dette er uheldig og skaper et potensielt falskt endelig resultat. Hvorfor har de ikke under prosesseringen av rapporten sørget for likt grunnlag for resultatene? Hvordan hadde resultatet blitt dersom skutebunnen hadde vært rengjort for alger og annen groe før montering av *Promas Lite*? Ville resultatet blitt lavere enn 10-11 %, eller ville det blitt samme resultat?



Figur 14 Illustrerer begrodd skutebunn. Dette skaper stor friksjon. Foto: Sindre Furuli

Resultatrapporten belager seg på aspektet med fart på 14-16 knop og med en del filtrering som står nevnt i datagrunnlaget. Rapporten holder også her tilbake vesentlig informasjon, forklart ved at det måtte gjøres slik for å få jevne, sammenlignbare resultater. Det savnes derav informasjon om det totale bildet, altså hele seilasen inkludert manøvreringsegenskaper ved lav hastighet. Med fysisk mindre propellere i diameter, får en som kjent mindre kraft ut per rotasjon. Dette igjen fører til at turtallet på hver av propellakslingene må økes for å oppnå den samme kraften som tidligere ble produsert med litt større propellblader. På en rundtur Kirkenes-Bergen-Kirkenes anløpes 34 havner. 33 av de to ganger. Med så hyppige anløp kommer navigatørene daglig ut for skiftende vær- og vindforhold ved de ulike havnene. Med disse mindre propellene, uten økt maskinkraft, er det da behov for noe mer enn arrangementet skipet har fra før? For eksempel å montere på en oppsvingbar azimuth-thruster av typen VROS i hekken, for ekstra skyvekraft under manøvrering? Er det nok kraft slik det er? Svarene på disse spørsmålene vil nok variere etter hvem en spør. Noen vil nok hevde at slik det er i dag, har fungert i mange år, og fungerer også i fremtiden. Andre vil mene at en må se på nye løsninger for å øke effektivitet og redusere forbruk.

En løsning med å montere en nedfellbar hekk-thruster, kan være med på å ytterligere sikre en sikker seilas. Lignende har de jo allerede foretatt med hurtigruteskipene «*Kong Harald*», «*Polarlys*» og «*Finnmarken*», der søsterskipet «*Kong Harald*» fikk dette påmontert allerede i 1995. En VROS-thruster kan også fungere som reservefremdrift i et diesel-elektrisk system. Hvorfor ikke gjøre det samme på «*Richard With*», som tross alt bærer det stolte navnet til *Hurtigrutens* grunnlegger? En slik type thruster vil kunne skjules i skroget når den ikke er i bruk, og vil i så måte ikke øke forbruket utover når den er i bruk, annet enn det den minimale økningen i tonnasjen vil stå for.

Tilsynelatende har ikke en VROS-thruster noe å si direkte for drivstofforbruket, da det er på de lengre seilasene det er mest lønnsomt å spare. Resultatrapporten viser også en betydelig innsparing med *Promas Lite*, og det kan nok stemme med tanke på at det er blitt en mer strømlinjeformet flyt av vannstrømmen over roret. Det kan heller tenkes at nedjusteringen i propelldimensjon kan ha større innvirkning på forbruket. Hvorvidt det er mulig å gå til eller fra kai i ulike situasjoner, avhengig av ytre faktorer som vær, vind og strøm kan også

påvirkes. Konsekvensen av dette kan i så tilfelle være at seilaser eller enkeltanløp blir innstilt og ruteregulariteten ikke kan opprettholdes like godt som tidligere. Dette vil da være et brudd på anbudskontrakten, som igjen vil føre til bøter av betydelig grad dersom ruten må innstilles, eller anløp må sløyfes.

I Anbudskontrakten er det spesifisert hvilke vær- og vindforhold skipet skal tåle, deriblant vindstyrke på inntil 15 meter per sekund fra siden. Uansett vil turer som kanselleres gi tapte inntekter i form av billett- og fraktinntekter. Opplever kunden at dette er et gjentakende problem, vil vedkommende vurdere andre løsninger og muligheter, eller kreve en kompensasjon, og det gjelder spesielt ved frakt av gods. Frakt av gods er en livsnerve som er opprettholdt også gjennom koronakrisen. Det viser hvor viktig *Hurtigruten* er i det norske samfunnet. Særlig mellom Bodø og Kirkenes, der to hurtigruteskip, deriblant «*Richard With*», har seilt i denne perioden.

Det er her effekten av *Promas Lite* teoretisk sett kommer til sin rett. Med bedret flyt i vannstrømmen over roret, kan det alene være nok til å eliminere eller redusere behovet for å øke rotasjonen på akslingene. Det vil da kunne ha en besparende effekt på utslipp, forbruk, men også være med på å redusere slitasjen på motor, gir og propell.

Kan det tenkes at denne effekten av *Promas Lite*-installasjonen ville gitt en enda større effektivitetsøkning dersom propelldiameteren ikke ble nedjustert? Den tapte effekten ved å gå ned i størrelse må tas igjen en plass, og det er ikke nødvendigvis nok med en mer strømlinjeformet vannstrøm fra propell til ror. En mulighet er å oppjustere turtallet på hovedmaskinene. Rpm for propellakslingen kan holdes på samme nivå av reduksjonsgiret. Dette vil trolig medføre et økt diesel-forbruk så lenge det er diesel-maskiner om bord, og det vil ha samme konsekvens når det en gang blir montert gassmotorer. Slike justeringer vil også utgjøre en større totalbelastning for maskineriet og vil føre med seg økte vedlikeholdskostnader og et økt oljeforbruk. Det er også trolig at det må gjøres andre maskinelle justeringer, men det er blant spørsmålene *Hurtigruten* ikke har svart oss på gjennom tiden med korona-situasjonen. Er det en grunn til at informasjon holdes tilbake,

blant annet i resultatrapporten? Hvorfor gå ned på propelldiameteren, når det potensielt kan være mer effektivt om de beholdt den gamle størrelsen? Finnes det faktorer som forsvarer en slik utskiftning av propeller, som vi overser?

Det er til enhver tid Skipsfører og/eller vakthavende navigasjonsoffiser som tar den endelige beslutningen om et anløp skal kanselleres. Føler de seg utrygge på at et anløp lar seg gjennomføre på forsvarlig vis, har de all sin rett til å innstille eller sløyfe anløpet.

I rapporten om sjøulykken i Trondheim, publisert i 2010, kan man lese at «*Richard With*» ikke klarte å stå imot vindkreftene da middelvinden var på 10,5 m/s med vindkast opp i 16,25 m/s. Dette var dermed like over hva den nye kontraktens krav tilsier at skipet skal tåle, noe som tilsier at det er liten margin med dagens system. Hvorfor reduseres da propellstørrelsen når det var for lite effektivitet med de gamle? Utligner *Promas Lite*-systemet dette behovet alene? Det er mulig at det totalt sett er mer effektiv bruk av krefter i dag enn det var i 2009 da denne ulykken hendte. Kunne denne ulykken vært unngått med *Promas Lite* og/eller en VROS-thruster i hekken?

Med “*Richard With*” sine systemer vil det ved bruk av baugpropellene under manøvrering, som fremkommet av ulykkesrapporten, føre til redusert skyvekraft til hovedpropulsjonssystemet. Som en konsekvens av redusert skyvekraft med mindre propellere, er det nærliggende å forstå at baugpropellene vil bli hyppigere tatt i bruk for å hjelpe skipet til og fra kai. Det vil igjen redusere skyvekraften til hovedpropellene ytterligere. Også her kan argumentet for et diesel-elektrisk system med flere hovedkraftkilder benyttes.

Slik vi ser det, er det én faktor som er helt avgjørende for at det fremdeles er forsvarlig, og innenfor kravene å seile med dette systemet slik det er i dag. Denne faktoren er de to beckerorene. De gjør at hekken mer eller mindre kan manøvreres som om skipet var utrustet med thrustere. Altså opp mot 80-90 grader i sideveis retning, tverrskips forskyvning. Becker-

rorene bidrar i så måte til at anløp som av andre skip med konvensjonelle spaderor ville blitt avbrutt av værforhold, fremdeles vil være mulig med hurtigruteskipet «*Richard With*». I tillegg er systemet med becker-ror langt mer effektivt under manøvrering da vannstrømmens retning blir justert av flapsen på roret, i motsetning til spaderor som ikke har denne flapsen. Det fører til at det kreves mindre kraft for å flytte skipets hekk i tverrskips retning, samt at man har mer krefter å gå på som kan redusere manøvertiden til et minimum. Bakdelen med slike becker-ror, er at de er mer utsatt for slitasjeskader. Den bevegelige flapsen er utsatt for skader, og et becker-ror er mer kostbart enn et konvensjonelt et. «*Richard With*» fikk trolig installert disse grunnet at de øker effektiviteten ved manøvrering, og at de sannsynligvis reduserer forbruk under seilas. Dette fordi det ikke skal like store rorvinkler til å endre fartøyets kurs.

Figur 5 i teoridelen om becker-/høyløftror viser at dette er svært vanlige utrustninger på ferger, og da spesielt ferger av typen pendel. De gjør at fartøyet kan roteres på stedet uten langskips forflytninger av skipet, da de har ett ror og én propell i hver ende av fartøyet. Dette nettopp fordi becker-rorene bidrar i stor grad til at skipet ikke er avhengig av hjelp under manøvrering fra skyve-/slepebåter og lignende, som også er presisert som et krav i anbudet for «*Richard With*». I tillegg med den allerede nevnte flyten i vannstrømmen fra propell til ror, vil skipet få en god effekt ut av rorene i forhold til kraft som brukes. Tenk hvor manøverdiktig fartøyet kunne blitt med en nedsenkbar VROS-thruster i tillegg.

«*Richard With*» har som kjent ikke bare én hekkpropell og ett ror, men den har et dobbelt system som gjør at hver av propellene kan kjøres mot hverandre for å skape en roterende effekt alene. I tillegg kan rorene *splittes*, altså vinkles ulikt eller uavhengig av hverandre for maksimal oppnåelse av ønsket manøvereffekt. Når rorene er splittet, og de to hovedmaskinene kjøres ulikt, ikke bare i rotasjonshastighet, men muligens også i ulike retninger, kan dette gi utallige muligheter ved manøvrering. Disse kan komme svært godt med for en godt trent navigatør som kjenner fartøyet godt. Dette er et godt argument for at dagens løsning på «*Richard With*» er god nok. Håndteres fartøyet på riktig måte, er navigatørene godt hjulpet med de gode rorene, godt med kraft, og muligheten til å benytte baugpropellene ved behov.

Selv ved slik manøvrering med trent personell, har skipet sine klare begrensninger, som jo kommer godt frem av den nevnte ulykkesrapporten som er delvis gjenfortalt tidligere. Rapporten kan også finnes som et vedlegg til oppgaven. Der kan vi se at selv med splittede ror og full manøverkraft, var det ikke nok til å forhindre grunnstøtingen i 2009. Den manøveren kan likevel ha vært med på å redusere konsekvensene. Styrbord propell og aksling ble skadet i grunnstøtingen, men ingen personer, hverken i mannskap eller blant passasjerene ble skadet. De hadde også god tid til evakuering av fartøyet. Om vakthavende navigatør ikke hadde prøvd å begrense kraften i sammenstøtet med grunnen, kunne skaden i det tilfellet blitt større på skipet. Samtidig ville det gitt en mulig kortere tid til å evakuere passasjerene i land. Dette er noe en sannsynligvis ikke vil få et endelig, godt svar på, men det kan tenkes. Det er ikke en hverken usannsynlig eller urealistisk tanke, at med *Promas Lite* installert og med datidens propeller, kunne grunnstøtingen vært unngått. Det er slike sammenligninger vi må trekke for å kunne se om systemet er nødvendig på flere plan enn bare reduisering av utslipp. Installeringen av *Promas Lite*-systemet er trolig den rimeligste måten for *Hurtigruten* å oppnå økt effektivitet av kraften som er tilgjengelig om bord. Det er viktig å huske på nettopp dette ved at maskinene om bord er de samme etter ombyggingen som tidligere. Den eneste praktiske forskjellen er installeringen av systemet, samt reduksjonen i propelldiameter.

«*Richard With*» har gode ror. Skipet har også god hjelp i baugpropellene sine når det skal manøvreres til og fra kai. De benyttes gjerne til å skyve baugen ut fra kai samtidig som becker-rotorene bidrar til tilsvarende effekt for hekken. På denne måten kan skipet effektivt manøvrere ut fra kaikanten uten å skrape opp skutesiden eller være avhengig av fri passasje forover. «*Richard With*» har dermed mulighet til å forflytte seg sidelengs ut fra kai. Ved sterk pålandsvind mot kaien, kan baugpropellene også være fine å ha for å få et mykt tillegg, der propellene i baugen brukes til å motarbeide vindkreftene. Dette er viktig ikke bare for å hindre skader på skipet, men også for å skape en behagelig opplevelse for de reisende. De reisende er jo en særs viktig del av kystruten Bergen-Kirkenes. Både lokale reisende som er avhengig av *Hurtigrutens* tjenester, og turister som reiser korte og lange distanser. Er totalopplevelsen for passasjerene er gode, fører dette ofte til at de ønsker å benytte seg av *Hurtigrutens* tjenester igjen.

Med egen maskin tilegnet disse baugpropellene, vil det gjøre disse typer operasjoner enda enklere. Myke og effektive anløp kan enklere oppnås, samt hurtige avganger. Ved avgang kan de kanskje også gjøre manøveren særs effektiv med baugpropellene skyvende fra kai, mens propellene akter kjøres mot hverandre. Om den ene propellen kjøres forover, og den andre akterover, skapes en raskere roterende effekt. Når skipet så har fått den optimale vinkelen ut fra kai, kan baugpropellen stoppes, og stigningen på begge propellene i hekken justeres til full fart forover.

Vi har så langt sett at "*Richard With*" stiller forholdsvis godt rustet under manøvrering, men har ikke nevnt så mye av det skipet gjør mest. Nemlig seilasene mellom de 34 havnene. Deler av kystruten Bergen-Kirkenes foregår som kjent i åpne, eller delvis åpne havstykker. Likevel byr det sjeldent på problemer av betydning for hurtigruteskipene. Skulle likevel "*Richard With*" få problemer av typen maskinhavari eller annet som setter den ene maskinen ut av spill, vil det etter all sannsynlighet gå bra likevel, av den enkle grunn at hun har to hovedmaskiner.

Hovedmaskinenes primæroppgave under seilas, og egentlig eneste oppgave, er å forsyne de to propellakslingene med kraft etter behov. De benyttes ikke til strømproduksjon om bord, det er det egne generatorer og hjelpemotorer som står for. Svikter en hovedmaskin, fører det i praksis ikke til annet enn at tilgjengelige krefter halveres, og det vil fremdeles være mulig å holde skipet unna fare, i teorien. I en situasjon hvor det er pent vær, skal det også være mulig å gå til nærmeste havn uten assistanse. Slik er det teoretisk sett mulig å foreta nødvendige reparasjoner på den maskinen, som av en eller annen grunn har problemer uten at det fører til at skipet må legges for anker. Det er ikke sikkert at assistansefartøyer må tilkalles heller. Hvis mannskapet får maskinen i sving igjen der og da, kan skipet seile videre uten å ha tapt nevneverdig tid. Må de likevel til havn for reservedeler eller spesialister på enkelte områder, vil fartøyet kunne komme seg dit selv. Dette vil igjen være kostnadsbesparende i forhold til å tilkalle eksterne aktører som skal ha sine honorarer for å assistere. Et annet alternativ som er nevnt tidligere for å spare på driftskostnadene, er en løsning med flere mindre motorer i et diesel-elektrisk system, som ville økt sannsynligheten

for at skipet kunne fortsette i ruten på forsvarlig vis selv med en maskin ute av spill. Kun én hovedmotor i drift vil trolig i praksis bety trøbbel, og at assistanse er nødvendig. Kraften fra denne maskinen vil kun leveres til den ene propellen. Derav blir fartøyet vanskeligere å kontrollere.

6 Avslutning

6.1 Oppsummering

Denne oppgaven har undersøkt hvordan Hurtigruten har valgt å utruste fartøyet "*Richard With*" for å oppnå deres visjon som verdensledende på oppdagelsesreiser.

Innledningsvis forstod man at Hurtigruten har lang erfaring innen dette reiselivssegmentet. Med dette som grunnlag kan en anta at erfaring har gitt kunnskap. Erfaring og kunnskap har også gitt en indikasjon på hva slags utstyr som er fordelsmessig å utruste skip med, og hvilket utstyr en bør unngå.

Felles for alle skip er at de er bygd for å seile fra en destinasjon til en annen. For å få til dette er det avhengig av fremdrift. Dette er et overordnet begrep på alle komponentene som må operere i et effektivt samspill for å skape fremdrift. En må normalt ha en motor som kan produsere energi og krefter. Disse kreftene blir videre distribuert ut til en propell, enten elektronisk eller mekanisk. Det er slik fartøyet blir satt i bevegelse. Vannet under skipet prosesseres gjennom propellen og kommer ut bak fartøyet slik fartøyet får fart forover. Her vil utforming av propell ha innvirkning på effektivitet. Størst mulig propell gir best effekt. Det er vanlig at en utformer propellen etter hvilke egenskaper en ønsker å oppnå. Antall propellblader kan også være sentralt her. De største fartøyene har gjerne fem blader per propell. «*Richard With*» har fire blader per propell.

En annen sentral del av utrustningen er ror. Roret har som formål å få skipet til å svinge. I senere tid har det kommet mye tilleggsutstyr og innovasjoner som har ført til forbedret effekt sammenlignet med et tradisjonelt ror.

Hurtigruten har valgt å prøve ut en løsning der hvor ror og propell er koblet sammen. Dette for å skape en god flyt i vannstrømmen, slik at kreftene fra motorene utnyttes best mulig.

Til slutt drøftet en hvordan utvalgt utstyr påvirker kystseilasen til “*Richard With*”. Det ble også sett på alternative løsninger, deriblant diesel-elektrisk fremdrift. Gjennom ulike rapporter og data kom gruppen frem til en konklusjon på problemstillingen.

6.2 Svar på problemstilling

Gruppen ønsket å undersøke problemstillingen:

“Hvordan har Hurtigruten AS valgt å utruste skipet «*Richard With*» for å oppnå effektiv balanse i manøverkarakteristikk mellom kort- og langdistanseseilaser?”

I denne oppgaven har en kommet frem til at Hurtigruten har utrustet skipet med fremdriftssystem av typen *Promas Lite* med to stk. KaMeWa 94 XF³/₄-propeller med vridbare blader. Hovedmaskineriet består av to stk. Mak type 6M552C som leverer 4500 KW v/500 rpm (per motor). A. Van kaik, DIDBNV, 131 k/4W 2875 kVA-akselgenerator som produserer strøm til de to tunnel-thrusterene i baugen. Disse baugpropellene er av typen Brunvoll FU-63-LTC-1750, og leverer en samlet effekt på 1580 kW. «*Richard With*» har i tillegg to stk. hjelpemotorer av typen Bergen Diesel type KRG-8. Disse leverer 1265 kW per motor og benyttes i hovedsak til strømproduksjon om bord. Nødgenerator er en Detroit Diesel 6V - 92 TA med oppgitt effekt på 275 kW. Det er Tennfjord styremaskin av type I-2 x (9M240/2GM425) -FU som håndterer styring av rorene. Rorene er to stk. becker-ror som er koblet mot hver sin propell i *Promas Lite*-systemet.

Langdistanseseilasene mellom havnene drar nytte av *Promas Lite*-systemet da dette sørger for en jevnere vannstrøm over roret. På denne måten utnyttes kreftene levert fra hovedmotorene på en ideell måte uten at krefter unødig går tapt. Der det tidligere var et åpent rom mellom ror og propell, er det nå tett. Becker-ror bidrar også til et mindre behov for store rorvinkler. Med dette systemet spares det drivstoff.

Likevel byr *Promas Lite*-installeringen på utfordringer. Da systemet ble installert, reduserte Hurtigruten diameteren på «*Richard With*»s to propeller. I en kommentar på dette bekreftet Teknisk Inspektør, Bjørn-Morten Hansen, at fartøyet har mistet noe av kraften sin. For å kompensere for dette, har det blitt foretatt justering av tenning og dysering i hovedmotorenes turboer.

Manøvrering drar nytte av becker-rotorene i kombinasjon med god kraft fra hovedmotorene. I tillegg har «*Richard With*» hjelpemidler i de to baugpropellene, samt anker ved behov, som vist i videoklippet fra NRK.

På den andre siden henter baugpropellene krefter fra hovedmaskinenes akselgeneratorer, som reduserer kraften levert til hovedpropellene. En separat motor tilegnet baugpropellen vil kunne eliminere denne kraftreduksjonen. Drivstofforbruket vil ikke øke merkbart da denne kun vil være i bruk til og fra kai.

I tillegg vil en VROS-thruster være til god hjelp under manøvrering til og fra kai. En slik thruster kan også fungere som fremdriftssystem om hovedsystemet svikter. Her kan et diesel-elektrisk system med fire mindre hovedmotorer hjelpe på driftssikkerheten.

«*Richard With*» har en grei utrustning per 2020 som møter anbudskravene. Driftsregulariteten for fartøyet er stabil. Det er likevel rom for forbedringer. Eventuelle oppgraderinger til et diesel-elektrisk system eller egen dieselmotor til baugpropeller, og installering av VROS-thruster vil være kostbart for rederiet, og trolig ikke lønnsomt.

En kan dermed si at “*Richard With*” er godt rustet med tilpasset fremdriftssystem og baugpropellere, som bidrar til effektiv manøverkarakteristikk for både kort- og langdistanseseilaser.

6.3 Forslag til videre arbeid

Denne gruppen bestående av fremtidige skipsførere har sett på krefter en direkte kan kontrollere. Dersom en tar utgangspunkt i skipshåndteringsdefinisjonen til Kjerstad gjenstår to kraftelementer. Vi vil dermed utfordre ingeniørstudenter til å undersøke treghetskrefter og momenter, og meteorologistudenter til å undersøke vær, vind og bølger. Hvordan vil de disse kreftene påvirke kystseilassen til “*Richard With*”? Og hvordan kan vi som skipsførere utnytte denne kunnskapen i håndtering av skip?

Bibliografi

- Autodesk Inc., 2020. *Autodesk knowledge network*. [Online]
Available at: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ENU/Maya-Basics/files/GUID-150B390E-840B-4FE3-B8E9-8DEBCE7CEC97-htm.html>
[Accessed 27 03 2020].
- Bakka Jr., D., 2003. Kong Harald og Polarlys. In: *Hurtigruten - Sjøveien mot nord*. Bergen: Seagull Publishing, pp. 200-207.
- Bakka jr, D., 2003. Forarbeidet. In: *Hurtigruten - Sjøveien mot nord*. Bergen: Seagull Publishing, pp. 35-36.
- Bakka jr, D., 2003. *Hurtigruten - Sjøveien mot nord*. 2 ed. Bergen: Seagull Publishing.
- Baudu, H., 2018. Ship handling. In: *Ship handling*. s.l.:Dokmar Maritime Publishers BV, p. 68.
- Brottveit, G., 2018. Om å arbeide forskningsrelatert. In: *Vitenskapsteori og kvalitative forskningsmetoder*. Oslo: Gyldendal akademisk, p. 62.
- Dokkum, K. V., 2013. Electrical rudder propeller. In: *Ship knowledge*. Vlissingen: Dokmar Maritime Publisher, p. 272.
- Dokkum, K. V., 2013. Engine room. In: *Ship Knowledge*. Vlissingen: Dokmar Maritime Publishers, pp. 238-261.
- Dokkum, K. V., 2013. Most common rudder types. In: *Ship Knowledge*. Vlissingen: Dokmar Maritime Publishers BV, p. 281.
- Dokkum, K. V., 2013. Propulsion. In: *Ship Knowledge*. Vlissingen: Dokmar Maritime Publishers BV, pp. 265-266.
- Dokkum, K. V., 2013. Propulsion and steering gear. In: *Ship knowledge*. Vlissingen: Dokmar Maritime Publishers, p. 273.
- Falkanger, T. & Bull, H. J., 2016. 8. utgave. In: *Sjørett*. Oslo: Sjørettsfondet Akademisk, p. 76.
- Federica Piastra, S. Q., 2017. *Results of propulsive performance monitoring*, s.l.: Cetena.
- flytid.me, 2018. *dfly.no*. [Online]
Available at: <https://www.dfly.no/historiens-storste-hurtigruten-oppgradering-ms-richard-with-blir-som-ny/>
[Accessed 05 03 2020].
- FLYTID.ME, 2018. *FLY*. [Online]
Available at: <https://www.dfly.no/historiens-storste-hurtigruten-oppgradering-ms-richard-with-blir-som-ny/>
[Accessed 05 03 2020].
- Folkehelseinstituttet - FHI, 2020. *FHI*. [Online]
Available at: <https://www.fhi.no/nettpub/coronavirus/fakta/fakta-om-koronavirus-coronavirus-2019-ncov/>
[Accessed 28 03 2020].
- Froee, J., 2015. *marineengineeringonline.com*. [Online]
Available at: <https://marineengineeringonline.com/tag/why-rudder-angle-limited-to-35-degrees/>
[Accessed 26 03 2020].
- Hall, N., 2015. *National Aeronautics and space administration*. [Online]
Available at: <https://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/bgp.html>
[Accessed 2 02 2020].
- Helsenorge, 2020. *Helse Norge*. [Online]
Available at: <https://helsenorge.no/koronavirus/fakta-og-handtering-i-norge>
[Accessed 10 05 2020].

Hofstad, K., 2019. *Store norske leksikon*. [Online]
 Available at: https://snl.no/generator_-_energiomformer
 [Accessed 2 02 2020].

Holm, H. & Sørensen, A., 2014. Kap. 8 - Manøvrering, styring og regulering. In: L. Lundby, ed. *Havromsteknologi*. Bergen: Fagbokforlaget; NTNU - institutt for marin teknikk, pp. 1-20.

Hurtigruten AS, 1993. *GA-plan*, s.l.: Hurtigruten AS.

Hurtigruten AS, 2020. *hurtigruten.no*. [Online]
 Available at: <https://www.hurtigruten.no/havn-til-havn/spesialtilpasset-rute/>
 [Accessed 23 05 2020].

Hurtigruten AS, 2020. *hurtigruten.no*. [Online]
 Available at: <https://www.hurtigruten.no/om-oss/verdier/>
 [Accessed 03 02 2020].

Hurtigruten AS, 2020. *hurtigruten.no*. [Online]
 Available at: <https://www.hurtigruten.no/om-oss/om-hurtigruten/>
 [Accessed 03 02 2020].

Hurtigruten AS, 2020. *Skipsinformasjon RW*. s.l.:Hurtigruten AS.

IRBIS technology, 2015. *IRBIS technology*. [Online]
 Available at: <http://www.irbis-technology.lv/en/main-switchboard-msb>
 [Accessed 9 05 2020].

Jacobsen, D. I., 2015. Innføring i samfunnsvitenskapelig metode. In: *Hvordan gjennomføre undersøkelser?*. s.l.:Cappelen Damm Akademisk, p. 34.

Kjerstad, N., 2017. Skipets manøveregenskaper. In: K. Norvald, ed. *Fremføring av skip med navigasjonskontroll 4. utgave*. Ålesund: Vigmostad & Bjørke AS, pp. 1-1 til 1-42.

Kongsberg Maritime, 2020. *kongsberg.com*. [Online]
 Available at: <https://www.kongsberg.com/maritime/products/propulsors-and-propulsion-systems/propulsion-and-manoeuvring-systems/promas-propulsion-systems/>
 [Accessed 25 02 2020].

Kongsberg, 2019. *Kongsberg*. [Online]
 Available at: <https://www.kongsberg.com/globalassets/maritime/km-products/documents/product-catalog-2019.pdf>
 [Accessed 27 02 2020].

Kongsberg, 2019. *Kongsberg*. [Online]
 Available at: <https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/news-archive/2019/kongsberg-completes-rolls-royce-commercial-marine-acquisition/>
 [Accessed 27 02 2020].

KONGSBERG, 2020. *KONGSBERG maritime*. [Online]
 Available at: <https://www.kongsberg.com/maritime/products/propulsors-and-propulsion-systems/thrusters/azimuth-thrusters/>
 [Accessed 5 mai 2020].

Korneliussen, F. H., 2020. *Allkunne - levande leksikon*. [Online]
 Available at:
<https://www.allkunne.no/framside/naturvitenskap/meteorologi/meteorologi/beaufort-skalaen-for-vind/553/12946/>
 [Accessed 26 04 2020].

Kystverket, 2017. *kystverket.no*. [Online]
 Available at: <https://www.kystverket.no/Nyheter/2017/januar/forbereder-seg-for-fremtidens-trafikkbilde/>
 [Accessed 27 02 2020].

Larsen, A. K., 2017. In: *En enklere metode*. 2 ed. Bergen: Fagbokforlaget, p. 17.

Leahy, M., 2013. *glsmichaelleahy.blogspot.com*. [Online]
 Available at: <http://glsmichaelleahy.blogspot.com/2013/07/beaufort-scale.html>
 [Accessed 26 04 2020].

Lund, A., 1995. Økonomisk drift - (de rating). In: *Skipsmotorer - teori, oppgaver og eksempler*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS, pp. 49-50.

Lund, A., 2016. Energiloven; Hovedsetning og entropi. In: *Termodynamikk og strømningslære*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke, p. 43; 57.

MARKOM FS, 2020. *marfag.no*. [Online]
 Available at: <https://www.marfag.no/f05/3-akselinstallasjoner>
 [Accessed 23 05 2020].

Nord24, 2015. *www.nord24.no*. [Online]
 Available at: <https://www.nord24.no/slik-bliir-hovedkontoret-form-og-styret-i-nye-hurtigruten-as/s/5-32-15465>
 [Accessed 16 03 2020].

Nordahl, M., 2012. *forskning.no*. [Online]
 Available at:
<https://web.archive.org/web/20130916203742/http://www.forskning.no/artikler/2012/mai/321868>
 [Accessed 26 04 2020].

Norsk Maritimt forslag AS, 2017. *Båt magasinet*. [Online]
 Available at: <https://www.batliv.no/kart-sjokart-symboler/btlivs-lynkurs-i-kartlesing/164829>
 [Accessed 29 05 2020].

NRK Nordland, 2020. *nrk.no*. [Online]
 Available at: <https://www.nrk.no/nordland/hurtigruten-ms-nordnorge-legger-til-kai-i-stormen-i-bodo-1.14869917>
 [Accessed 24 01 2020].

NRK, 2020. *NRK*. [Online]
 Available at: https://www.nrk.no/nordland/_hurtigruten-stopper-de-fleste-seilingene_-_en-ekstraordinaer-krise-1.14951175
 [Accessed 28 03 2020].

NTNU, 1997. *Norges Teknisk-naturvitenskapelig universitet - NTNU*. [Online]
 Available at: <https://www.ntnu.no/universitetsavisa/nr7/ny3.html>
 [Accessed 29 03 2020].

Rawson, K. J. & Tupper, E. C., 2001. Controllable pitch propeller. In: *Basic Ship Theory Vol 2, 5th ed.* . Oxford: Butterworth-Heinemann, pp. 398-399.

Rawson, K. J. & Tupper, E. C., 2001. The screw propeller. In: *Basic Ship Theory Vol 2, 5th ed.* . Oxford: Butterworth-Heinemann, pp. 395-398.

Regjeringen, 2018. *regjeringen.no*. [Online]
 Available at: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/havila-og-hurtigruten-far-kontrakter-pa-kystruten-bergen-kirkenes/id2594952/>
 [Accessed 29 03 2020].

ResearchGate, 2015. *researchgate*. [Online]
 Available at: https://www.researchgate.net/figure/3-Douglas-Sea-Scale-adapted-from-World-Meteorological-Organization_tbl1_289828752
 [Accessed 26 04 2020].

Reyes, E., 2020. *propellerpages.com*. [Online]
 Available at: http://www.propellerpages.com/?c=articles&f=2006-03-08_what_is_propeller_pitch
 [Accessed 25 03 2020].

Sarsten, A. & Ellingsdalen, Ø., 2019. *Store norske leksikon*. [Online]
 Available at: <https://snl.no/dieselmotor>
 [Accessed 2 02 2020].

Skipsrevyen, 2018. *skipsrevyen*. [Online]
 Available at: <https://www.skipsrevyen.no/article/hurtigruten-velger-rolls-royce/>
 [Accessed 27 02 2020].

Statens Havarikommissjon for Transport, 2010. *Rapport Sjø 2010/03 - RAPPORT OM UNDERSØKELSE AV SJØULYKKE, RICHARD WITH, IMO NR. 9040429, GRUNNSTØTING I TRONDHEIM 6. JANUAR 2009*, Lillestrøm: SHT.

Steen, S., 2014. Propell og ror. In: *Kompendium - Motstand og propulsjon, propell- og foilteori*. Trondheim: NTNU, pp. 133-143.

Teknisk Ukeblad, 2015. *tu.no*. [Online]
 Available at: <https://www.tu.no/artikler/slik-fant-ulstein-opp-x-bow-x-tender-og-oppsvingbar-thruster/276213>
 [Accessed 10 05 2020].

Teknisk Ukeblad, 2017. *tu.no*. [Online]
 Available at: <https://www.tu.no/artikler/gassdrift-er-en-effektiv-mate-a-fa-ned-utslipp-fra-skipsfart-likevel-lar-den-store-veksten-vente-pa-seg/378406>
 [Accessed 03 05 2020].

Teknisk Ukeblad, 2018. *tu.no*. [Online]
 Available at: <https://www.tu.no/artikler/hurtigruten-bygger-om-skip-til-hybriddrift/435451>
 [Accessed 16 03 2020].

Teknisk Ukeblad, 2020. *tu.no*. [Online]
 Available at: <https://www.tu.no/artikler/hurtigruten-kansellerer-ordre-pa-gassmotorer/492565?key=KMSyTMtD>
 [Accessed 20 05 2020].

The Motorship, 2010. *motorship.com*. [Online]
 Available at: <https://www.motorship.com/news101/engines-and-propulsion/feathered-propellers-for-flexibility>
 [Accessed 25 03 2020].

Travel Pulse, 2018. *travelpulse.com*. [Online]
 Available at: <https://www.travelpulse.com/news/cruise/hurtigruten-gives-ms-richard-with-an-extreme-makeover.html?fbclid=IwAR2qf6aO6vvjotR7pUuj2YoMWGCcsWSq-8DvYS-8pb4P9ITFdHZqDkPwEgo>
 [Accessed 17 03 2020].

Ulstein Group, 2012. *ulstein.com*. [Online]
 Available at: <https://ulstein.com/people/people-in-ulstein/idar-ulstein/idar-ulstein-norsk>
 [Accessed 27 05 2020].

Victor Shane's Drag Device Data Base, 2016. *Victor Shane's Drag Device Data Base*. [Online]
 Available at: <http://dragdevicedb.com/appendix-viii-beaufort-wind-and-douglas-sea-scales>
 [Accessed 26 04 2020].

Winge, J., 2006. Hurtigruten - Riksvei nr 1 blir til. In: *Norske Skip*. Oslo: Schibsted Forlagene, pp. 203-215.

Vedlegg

Vedlagt er sitert e-post gruppen sendte ut til mannskapet på «*Nordlys*». De samme punktene ble forespurt «*Richard With*» og hovedkontoret til Hurtigruten AS.:

«*Hei!*

Tar kontakt på vegne av Bachelor-gruppen fra NTNU Ålesund, som tidligere har vært i kontakt med M/S "Richard With" og hovedkontoret til Hurtigruten.

Siden M/S "Nordlys" er søsterskip av "Richard With", ønsker vi også å komme i kontakt med "Nordlys".

Vi hadde i utgangspunktet tenkt å avtale et intervju med en eller flere av offiserene om bord, om blant annet deres erfaringer med Promas Lite-systemet, i tilknytting til oppgaven vår. Grunnet Koronaviruset, har vi naturligvis forståelse for at det ikke lar seg gjennomføre.

Istedenfor lurer vi på om du/dere har mulighet til å svare på noen spørsmål via mail? Gjerne utfyllende svar rundt spørsmålene/punktene, da all informasjon er til nytte for oss!

Vi ser gjerne at dere svarer uavhengig på spørsmålene, slik at vi får deres oppriktige mening å jobbe med.

Vi ønsker å besvare problemstillingen: "Hvordan har Hurtigruten AS valgt å utruste skipet M/S "Richard With" for å oppnå effektiv balanse i manøvrer karakteristikk mellom kort- og langdistanse"

- *Har du mulighet å kommentere hvordan de ulike faktorene under har innvirkning på dette, altså skipets manøvreringsevne:*
 - skrogform/retningsstabilitet
 - last, dypgående, trim, krenging,
 - design og utforming av ror,
 - propeller og thrustersystem,
 - Rorvinkel og pitch,
 - Thruster (effekt, nok kraft?, rotasjonstid rask/treg, fartsbegrensning),

-Farvann og farvannsdypde. Noen plasser på strekningen som er mer stressfulle / krever mer oppmerksomhet enn ellers? Begrensninger på å legge til kai? (strøm-, vind- og bølgeforhold)

- *Er det mulig å få manøverkarakteristikkene til fartøyet?*
- *Påvirker Promas Lite manøveregenskaper / mengde kraft? Evt. tiltak for å veie opp for dette?*
- *Begrensninger ved Promas Lite*
- *Fordeler med Promas Lite*
- *Drivstoffbesparelse? Totale bildet*
- *Vannstrømmen over roret – Forskjeller som én enhet kontra to separate (ror og propell)?*
- *Mindre propellblader gir mindre kraft? Økt rpm og/eller pitch for å veie opp? Andre tiltak?*

- *Styrker til skipet*
- *Skipets svakheter*
- *Valgt utrustning, tanker rundt valgt utrustning, fordel og ulempe, fortid og framtid,*
- *Kommentere balanse mellom lang- og kortdistanseseilas?*
- *Forhold i ulike havner - f.eks. er det noen havner dere "sliter" i, og hvorfor? Hvilke(n) havn(er) er enklest? Har det sammenheng med utrustningen av skipet?*
- *Andre kommentarer som kan være til hjelp når vi kommenterer hvordan manøvreringen er på kystseilaser (lang- og kortdistanse)?*
- *Er det spesifikke manøverinstruksjoner som følges ved f.eks. ankomst/avgang? Hvordan lyder de?*
- *Bruk av anker ved fortøyning. For lite thrusterkrefter? Tanker rundt dette?*
- *Hvordan benyttes de ulike hjelpemidlene som er til rådighet i ulike situasjoner?*

Har du/dere mer å tilføye rundt lang-/kortdistanseseilas, manøvrering, eller annet som kan være nyttig i denne sammenhengen, er det også informasjon det settes stor pris på!

