



# Høgskulen på Vestlandet

## NAB3030 - Bacheloroppgave

NAB3030

### Predefinert informasjon

<b>Startdato:</b>	18-04-2024 09:00 CEST	<b>Termin:</b>	2024 VÅR
<b>Sluttdato:</b>	02-05-2024 14:00 CEST	<b>Vurderingsform:</b>	Norsk 6-trinns skala (A-F)
<b>Eksamensform:</b>	Bacheloroppgave		
<b>Flowkode:</b>	203 NAB3030 1 PRO-1 2024 VÅR		
<b>Intern sensor:</b>	(Anonymisert)		

### Deltaker

<b>Kandidatnr.:</b>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
---------------------	----------------------	----------------------

### Informasjon fra deltaker

<b>Antall ord *:</b>	<input type="text" value="9207"/>
----------------------	-----------------------------------

**Egenerklæring \*:** Ja  
**Jeg bekrefter at jeg har** Ja  
**registrert**  
**oppgavetittelen på**  
**norsk og engelsk i**  
**StudentWeb og vet at**  
**denne vil stå på**  
**vitnemålet mitt \*:**

### Gruppe

<b>Gruppenavn:</b>	(Anonymisert)
<b>Gruppenummer:</b>	5
<b>Andre medlemmer i gruppen:</b>	ID ikke tilgjengelig, ID ikke tilgjengelig

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min \*

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? \*

Nei

Er bacheloroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? \*

Nei



Høgskulen  
på Vestlandet

# BACHELOROPPGAVE

En studie av noen aspekter knyttet til design og drift av  
Service Operation Vessels

A study of some aspects related to the design and operation  
of Service Operation Vessels

**115 Johannes Helgesen**

**135 Kjell Kolbeinsen**

**142 Sindre Husebø**

Bachelor i Nautikk

Fakultet for teknologi, miljø- og samfunnsvitenskap

Institutt for maskin- og maritime studium

Veileder: Torkel Bjarte Larsson

Innleveringsdato: 02.05.2024

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. *Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 12-*

## Forord

Vi er tre gutter som studerer nautikk ved Høgskolen på Vestlandet. Denne bacheloroppgaven er skrevet som en avslutning på studiet vårt.

Vi valgte å skrive om Service Operation Vessels fordi dette er et relativt nytt og voksende marked, som vi ikke hadde så mye kjennskap til fra før. Denne oppgaven har gjort at vi har fått et bredt syn på hvordan disse skipene er designet og driftet.

Arbeidet under oppgaveskrivingen har til tider vært krevende, men aller mest spennende og givende.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder, Torkel Bjarte Larsson, som har vært svært behjelpelig med gode tilbakemeldinger og vært til stede under hele oppgaveskrivingen. Videre vil vi takke våre intervjudeltakere som hadde mulighet til å snakke med oss. Til slutt vil vi takke våre familier som har vært støttende gjennom hele studiet.

## Sammendrag

Denne bacheloroppgaven presenterer en studie av noen aspekter knyttet til Service Operation Vessels (SOV), som driver med Walk to Work operasjoner i havvindparker. For å kunne utforske dette tema, har vi tatt utgangspunkt i problemstillingen «Hvilke utfordringer er knyttet til design og drift av SOV-skip, og hvilke løsninger eksisterer?».

For å kunne besvare problemstillingen best mulig, valgte vi å bruke kvalitativ metode med intervju som tilnærming. Vi utførte også en litteraturstudie der vi så etter artikler om SOV-skip, deres design og havvind generelt. Videre utførte vi et gruppeintervju med et relevant rederi som driver med SOV-skip. Dette intervjuet ble transkribert og analysert. Denne analysen førte til at vi fant det vi mener var de viktigste aspektene for å svare på problemstillingen. Vi valgte denne fremgangsmåten fordi den gir oss en nærhet og en helhetlig forståelse av temaet.

Resultatene i denne oppgaven viser at det er mange aspekter innenfor Service Operation Vessels som er tatt i betraktning når disse skipene blir designet og driftet. Det vi har funnet, er at rederiene som bygger SOV-skip, har fokusert på å øke effektivitet under operasjonene og komfort under opphold for passasjerene (teknikere). Den økte komforten kommer av krav fra klienter, som gjør det nødvendig for dem å bygge skip med «Comfort Class». Samtidig blir det inkludert gode fasiliteter som treningsrom, oppholdsrom og kontorer.

For å øke effektiviteten er det et stort fokus på gangveien og arbeidsflyt. De prøver å utvikle en «stepless approach». Dette er når en tekniker kan hente utstyr i lagerrommet og ta dette med seg i en heis. Derfra kommer han opp på gangveien og går over til vindturbinen uten å måtte gå i trapper. Dynamisk posisjonering (DP) var også et fokusområde, der de ønsket at skipet skulle ha en høy DP-kapabilitet, selv med været i hekken. Dette ble gjort for å øke fleksibiliteten til skipet.

## Abstract

This bachelor's thesis presents a study of some aspects related to Service Operation Vessels (SOV), that perform Walk to Work operations in offshore wind farms. In order to explore this theme, we started with the question «What challenges are associated with the design and operation of SOV ships, and what solutions exist? ».

In order to answer the research question in the best possible way, we chose to use a qualitative method with interviews as our approach. We also conducted a literature review looking for articles on SOV ships, their design and offshore wind in general. Furthermore, we conducted a group interview with a relevant shipping company that operates SOV ships. This interview was transcribed and analysed. This analysis led us to find what we believe were the most important aspects for answering the research question. We chose this approach because it gives us a closeness and a comprehensive understanding of the topic.

The results of this paper show that there are many aspects within Service Operation Vessels that are taken into account when these ships are designed and operated. What we have found is that the shipping companies that build SOV ships have focused on increasing efficiency during operations, and comfort during stays for the passengers (technicians). The increased comfort comes from the demands of their clients, which make it necessary for them to build ships with «Comfort Class». At the same time, good facilities such as gyms, living rooms and offices are included.

To increase efficiency, there is a focus on the gangway and workflow. They are trying to develop a «stepless approach». This is when a technician can pick up equipment in the storage room and take it with them in an elevator. From there, he arrives onto the gangway and walks over to the wind turbine without having to climb any stairs. Dynamic positioning (DP) was also a focus area, where they wanted the ship to have a high DP-capability, even with the weather in the stern. This was done to increase the flexibility of the ship.

## Akronymer

CSOV	Commissioning Service Operation Vessel
CTV	Crew Transfer Vessel
DP	Dynamic Positioning
eVSP	Electric Voith Schneider Propeller
IP-Koden	International Code for Safety for Ships Carrying Industrial Personnel
POB	Personnel Onboard
PSV	Platform Supply Vessel
SOV	Service Operation Vessel
SPS-Koden	Code of Safety for Special Purpose Ships
TP	Transition Piece
VSP	Voith Schneider Propeller
W2W	Walk To Work

# Innholdsfortegnelse

Forord.....	i
Sammendrag.....	ii
Abstract.....	iii
Akronymer.....	iv
Innholdsfortegnelse.....	v
Figurliste.....	viii
Tabelliste.....	viii
1. Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn.....	1
1.2 Problemstilling.....	1
1.3 Avgrensning.....	2
1.4 Oppgavens struktur.....	2
2. Teori.....	3
2.1 Introduksjon til Havvind.....	3
2.1.1 Transition Piece.....	3
2.1.2 Walk to Work.....	4
2.1.3 Service Operation Vessel.....	4
2.1.4 Tidligere havvindprosjekt.....	5
2.1.5 Nåværende og Planlagte havvindprosjekt.....	5
2.2 Design av skip.....	6
2.2.1 Gangveissystemer.....	6
2.2.2 Stabilitet.....	8
2.2.3 Skrogdesign.....	9
2.3 Manøvreringssystemer.....	9



2.3.1 Dynamisk Posisjonering .....	9
2.3.2 Voith Schneider Propell .....	10
2.3.3 Azimuththruster .....	11
2.4 Lovverk og standarder .....	11
2.4.1 Code of safety for special purpose ships.....	11
2.4.2 International code for safety for ships carrying industrial personnel.....	12
2.4.3 Personer om bord .....	12
2.4.4 Certification of offshore gangways for personnel transfer .....	12
2.4.5 Comfort Class .....	13
3. Metode .....	14
3.1 Litteraturstudie.....	14
3.2 Metodevalg .....	14
3.3 Utvalg.....	14
3.4 Intervju.....	15
3.5 Analyse .....	16
3.6 Begrensninger .....	16
3.7 Etikk.....	16
4. Resultat .....	17
4.1 Resultat fra litteraturstudie.....	17
4.2 Resultat fra intervju .....	18
4.2.1 Skrog, Maskin og Dynamisk posisjonering .....	18
4.2.2 Stabilitet og komfort .....	19
4.2.3 Personer om bord .....	20
4.2.4 Arbeidsflyt .....	20
4.2.5 Gangvei .....	21
5. Drøfting.....	22
5.1 Skrog, Maskin og Dynamisk posisjonering.....	22

5.1.1 Skrogdesign.....	22
5.1.2 Voith Schneider Propell.....	23
5.1.3 Dynamisk Posisjonering .....	24
5.2 Stabilitet og komfort.....	24
5.2.1 Stabilitet .....	24
5.2.2 Comfort Class .....	25
5.3 Personer om bord.....	25
5.4 Arbeidsflyt.....	25
5.5 Gangvei.....	26
6. Konklusjon.....	28
Litteraturliste .....	30
Vedlegg 1: Samtykkeskjema.....	34
Vedlegg 2: Intervjuguide.....	39

## Figurliste

Figur 1: Figur av de ulike delene av en vindturbin .....	3
Figur 2: Figur av et Service Operation Vessel (SOV) skip oppkoblet til TP.....	4
Figur 3: Figur av utviklingen av vindturbiner.....	5
Figur 4: Figur av Parallel gangvei.....	6
Figur 5: Figur av Serial gangvei.....	7
Figur 6: Figur av Skip med Twin X-Stern .....	9
Figur 7: Figur av Skip med ulik utforming i hekken.....	9
Figur 8: Figuren viser forskjellen mellom eVSP og tradisjonell VSP .....	10
Figur 9: Figur av Armbåndet ConnectPOB levert av Scanreach .....	20
Figur 10: Figur av skrogtyper levert av Ulstein .....	23

## Tabelliste

Tabell 1: Tabellen viser forskjellige karakteristikk på ulike gangveismodeller .....	7
Tabell 2: Tabellen viser grenseverdier for kranoperasjoner utført av konstruksjonsskip .....	8
Tabell 3: Tabellen viser oversikt over artikler funnet i litteraturstudie.....	17
Tabell 4: Tabellen viser tidevann Saint-Brieuc 9. April 2024.....	26

# 1. Innledning

I dette kapitlet vil vi presentere bakgrunnen for oppgaven vår og ta for oss hvorfor vi mener dette er et viktig tema. Vi vil presentere vår problemstilling, og formålet med denne. Videre tar vi også for oss oppbygningen av oppgaven og avgrensningene vi har satt.

## 1.1 Bakgrunn

Det blir ofte snakket om det grønne skiftet i media, og man planlegger flere og flere vindparker i Norge, men også i resten av verden. I regjeringens satsning på fornybar energi er havvindkraft et av de store fokusområdene (Energidepartementet, u.å.).

For å kunne vedlikeholde disse vindparkene må man ha skip som kan utføre operasjoner som overfører serviceteknikere til vindturbinene. Flere og flere firma satser innenfor dette markedet, og stadig ser vi at nye Service Operation Vessels (SOV) blir bygget. Vi ser også skip fra andre sektorer bli ombygget eller utstyrt for denne type arbeid (Kjerstad, 2021, s. 1-116).

Mye av forskningen i feltet er i dag sentrert på design av vindturbinene, installasjon av vindturbiner, vedlikeholds strategier (Ren et al., 2021) og matematiske modeller av operasjoner (Wu, 2014). Derimot er det lite som faktisk omhandler design og drift av SOV-skip.

## 1.2 Problemstilling

For å se nærmere på dette området, har vi i denne oppgaven forsøkt å finne svar på «Hvilke utfordringer er knyttet til design og drift av Service Operation Vessels, og hvilke løsninger eksisterer?» Vi mener dette er et svært relevant tema, da man har begynt å benytte seg mer og mer av disse skipene for å utføre vedlikehold på vindparker. Den tidligere løsningen var bruk av Crew Transfer Vessels (CTV). Dette er små båter som frakter teknikere fra land og ut til turbinene. Dessverre er dette ikke en god løsning når vindparkene flyttes lenger ut fra kysten. Man må da benytte seg av SOV-skip (Hu & Yung, 2020, s. 7).

### **1.3 Avgrensning**

De fleste skipene som i dag opererer innenfor vindmarkedet og som driver med Walk to Work (W2W) operasjoner, er ombygde skip som kommer fra olje og gassindustrien. Disse kan enten være eldre Platform Supply Vessels (PSV) eller flerbruksfartøy som enten har fått montert gangvei permanent eller midlertidig (Dighe et al., 2022, s.12). Vi har valgt å ikke ta for oss slike skip, da ombygde skip er designet for å utføre sitt originale arbeid. Dette gjør dem mindre relevante når vi skal se på design av SOV-skip, da de ikke er designet for W2W arbeid. Samtidig er det ulike typer fartøy som er ombygd, med mange ulike løsninger, og omfanget hadde blitt for stort hvis vi hadde tatt med alt.

Vi skal i denne oppgaven bare ta for oss SOV-skip som er spesialbygget og designet for å kunne operere innenfor W2W vindmarkedet. Det eksisterer også en klasse skip som kalles Commissioning Service Operation Vessel (CSOV), som har som hovedoppgave å utføre oppstart av nye vindturbiner eller et nytt vindfelt. Disse fartøyene kan benyttes som SOV-skip, og designene av SOV og CSOV-er ofte svært like (VARO, u.å.). Vi vil derfor se på disse skipene, men bare i deres funksjon som SOV-er. Vi har også begrenset oss til å bare se på operasjoner knyttet til fastmonterte vindturbiner, og ikke se på flytende vindturbiner.

Vi har også måttet begrense hvor mange intervjudeltakere vi har, da det var vanskelig å finne relevante rederier som hadde mulighet til å stille opp for intervju.

### **1.4 Oppgavens struktur**

Vi har bygget oppgaven på en slik måte at den vil være sammenhengende og oversiktlig slik at vi kan gi leseren en god forståelse. I oppgaven har vi seks hovedkapitler. Kapittel 1 er en innledning som omhandler bakgrunn for valg av tema, problemstillingen vi har stilt, avgrensninger vi har satt og oppgavens struktur. Videre i kapittel 2 presenterer vi teori som er relevant for oppgaven. I kapittel 3 går vi gjennom metoden vi har valgt og hvorfor. Påfølgende i kapittel 4 ser vi på resultatene vi fikk i intervjuet, og en oversikt over relevant litteratur vi fant i litteraturstudiet. Deretter kommer kapittel 5 hvor vi drøfter resultatet i henhold til teori og tidligere forskning. Videre kommer vi til kapittel 6 hvor vi legger frem en konklusjon og et forslag til videre forskning. Til slutt har vi litteraturlisten, der vi presenterer litteraturen vi har brukt i denne oppgaven.

## 2. Teori

I dette kapittelet skal vi presentere teorien som vi skal ta for oss i den senere drøftingen. Dette vil inkludere en kort introduksjon til havvind, en forklaring av forskjellige begreper, fokusområder innenfor design av SOV-skip, og noe av regelverket som er relevant for dem.

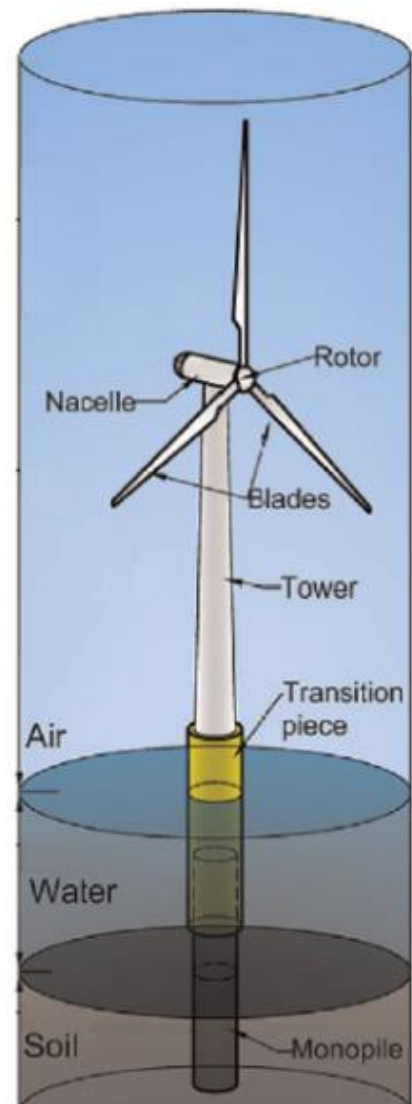
### 2.1 Introduksjon til Havvind

For å kunne forstå industrien SOV-skip designes til, må vi først se på havvind industrien som en helhet, både tidligere vindfelt, nåværende, og hva som er planlagt i fremtiden. Deretter skal vi se på terminologien som blir brukt i industrien. Blant de viktigste begrepene å forstå er Transition Piece (TP), Walk to Work (W2W) og Service Operation Vessel (SOV).

#### 2.1.1 Transition Piece

En TP, eller «Transition Piece» er den delen av en vindturbin mellom monopilen (fundamentet) og tårnet ovenfor, som vist i figur 1. Øverst på TP-en er det en plattform med oppkoblingspunkter som skipets gangvei kobler seg opp mot. Det er fra denne plattformen teknikerne tar seg inn i tårnet for å kunne utføre

vedlikehold. TP-en er også utstyrt med landingspunkter for mindre fartøy og stiger opp mot øverste del av TP-en som man bruker når man ankommer via CTV (Bladt Industries, u.å.).



Figur 1: De ulike delene av en vindturbin. Man kan se monopilen som er festet i jorden og som strekker seg opp i vannet. Transition piecen som er festet over denne og som strekker seg fra vannet til luften. Tårnet er festet til Transition Piecen. Øverst i tårnet er nacellen festet. Til nacellen er rotoren og rotorbladene festet. Hentet fra (Strathclyde University, u.å.).

### 2.1.2 Walk to Work

Utrykket Walk to Work (W2W) kommer fra operasjoner der det brukes en gangvei for å forflytte personer fra skip til en installasjon. Denne operasjonen er brukt i olje og gassindustrien, men også innenfor havvind (Dokkum, 2020, s. 213). Innenfor havvind brukes dette for å forflytte teknikere fra skip til vindturbiner, hvor teknikerne går fra skipet og rett over til TP-en via en gangvei. Dette er da i motsetning til andre metoder, der man må klatre i en stige fra havnivå opp til TP-en eller bli satt av med helikopter på toppen av turbinen (Hu & Yung, 2020, s. 9).

### 2.1.3 Service Operation Vessel

Service Operation Vessels (SOV), er skip som er bygget for å kunne drive med W2W operasjoner. Innenfor havvind er disse skipene brukt til å utføre service og vedlikehold av vindturbiner i havvindparker. For å kunne utføre dette, er skipene utstyrt med gangvei som gir muligheten til å drive med W2W (Dighe et al., 2022, s. 12). I figur 2 kan man se et SOV-skip koblet opp til en TP ved hjelp av en gangvei. Skipene er utstyrt med dynamisk posisjonering (DP) systemer for å kunne holde seg i posisjon under operasjoner. SOV-ene fungerer som et hjem for teknikere, og har derfor god lugarkapasitet. De har også lasterom hvor utstyr og reservedeler til vindturbinene blir lagret. På noen av disse skipene er det montert heis fra lasterom opp til gangveien. Det kan da være mulig å rulle med seg last fra lasterommet og over på vindturbinen uten å gå i en trapp. Dette kalles for «stepless approach» (Hu & Yung, 2020, s. 17-18).



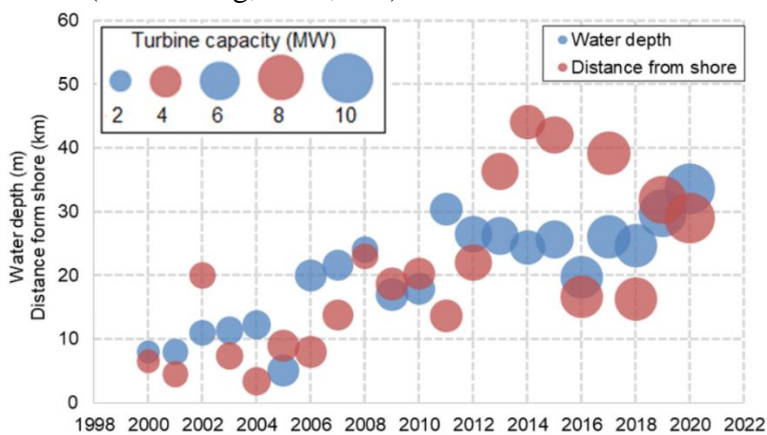
*Figur 2: Service Operation Vessel (SOV) oppkoblet til TP. Figuren viser gangveien som strekker seg ut fra skipet til Transition piece. Hentet fra (Energy, IHC Offshore, u.å.)*

## 2.1.4 Tidligere havvindprosjekt

Tidlige havvindprosjekter var ofte mindre eksperimentelle prosjekter plassert nærme land. Disse var hovedsakelig ikke plassert mer en 20km fra land eller i vann med dybde mer enn 20m (Stute & Tillessen, 2011, s. 126). Dette gjorde at man kunne utføre vedlikehold på dem med hjelp av CTV-er. Dette er mindre båter som tar om bord teknikere, for så å seile ut til vindparken og overføre personell til TP. Dette blir i hovedsak utført ved at baugen blir presset opp til en stige som er montert på TP-en. Personellet vil da klatre opp til turbinen derfra og utføre arbeidet sitt. De blir så hentet på samme måte og fraktet til land når arbeidet er utført. Disse operasjonene er begrenset av værforhold, og i transittid mellom vindpark og havn (Hu & Yung, 2020, s. 6-10). Så langt tilbake som i 2011 var det store planer for utbygging av vindparker. De ble planlagt i mye dypere vann og lengre fra kysten enn tidligere. Samtidig var det planer om at de skulle bygges i større skala både i mengde turbiner og kapasitet (Stute & Tillessen, 2011, s. 125-129).

## 2.1.5 Nåværende og Planlagte havvindprosjekt

Som vi ser i figur 3, så har vindturbinene blitt større med årene. Vindturbinene har også blitt installert på større vanndybder og lenger fra land (Hu & Yung, 2020, s. 6). Dette gjør det upraktisk å bruke CTV-er for vedlikehold av noen av de nyere vindparkene. Det vil derfor være nødvendig å benytte et SOV-fartøy. Man vil da normalt ha mindre begrensninger med vær og transittid. Dette er større båter som er laget for å tåle mer sjø og har muligheter for overnatting over lengre tid. Andre alternativer til SOV eksisterer også, blant annet CTV med lugarer som gjør det mulig å sove om bord. Transfer av personell med helikopter er også en metode som brukes (Hu & Yung, 2020, s. 7).



Figur 3: Figuren viser utviklingen av vindturbin kapasitet, med gjennomsnittlig vanndybde og distanse fra land. De blå sirklene markerer vanndybde, og de røde sirklene markerer distanse fra land. Størrelsen på sirklene viser turbin kapasiteten. Hvert par med sirkler representerer et datapunkt. Hentet fra (Bilgili & Alphan, 2020, s. 2222).



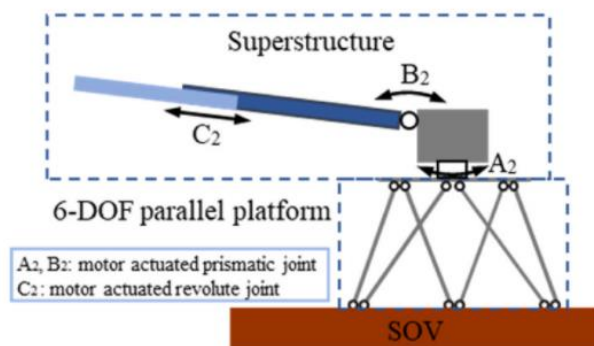
## 2.2 Design av skip

### 2.2.1 Gangveissystemer

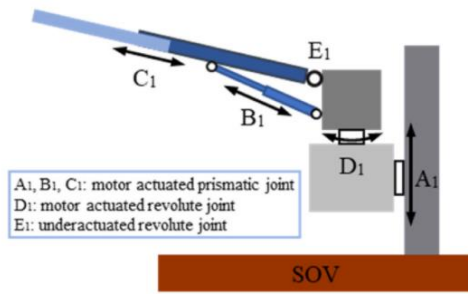
W2W gangveier om bord på SOV-skip blir hovedsakelig brukt til å forflytte teknikere og last fra fartøyet over til TP-en. Offshore gangveier blir også brukt i olje- og gassindustrien av accommodation skip til plattformer (Schweitzer, 2015).

Flertallet av SOV-skip som driver med offshore vind har bevegelseskompenserte gangveier (Hu & Yung, 2020, s. 17). Når en tar for seg bevegelseskompensasjon kan vi se på to typer system, aktiv og passiv. Det aktive systemet kompenserer for den relative bevegelsen mellom fartøyet og vindturbinen ved hjelp av en rekke sensorer og motorer, men det passive systemet kobles opp og henger passivt til TP-en (Hu & Yung, 2020, s. 20).

De aktive gangveiene kan deles inn i gruppene «Parallel» og «Serial». En parallel gangvei er vist i figur 4. Den benytter seg av en plattform på hydrauliske ben som kompenserer for bevegelser, og der gangveien er videre montert på denne plattformen. Gangveien kan da roteres, vinkles, og justeres i lengden. Plattformen som brukes kalles også en «Steward plattform», og benyttes i flysimulatorer (Lihua et al., 2020, s. 2). Serial gangveier er vist i figur 5. De er festet til en plattform, i noen tilfeller er denne fast, og i andre tilfeller kan denne heves for å forandre høyden. På denne plattformen er gangveien festet, og den kan rotere rundt en vertikal akse. Samtidig kan gangveien vinkles opp og ned, og trekkes ut og inn. Når disse bevegelsene kombineres, oppnår man en bevegelses-kompenserende effekt (Yin, et al., 2022, s. 1-2).



Figur 4: Modell av parallel gangvei, der man kan se den stabiliserendeplattformen på hydrauliske ben. På denne er gangveien festet, med evne til å roteres, vinkles, og justeres i lengden. Hentet fra (Yin, et al., 2022, s. 2).



Figur 5: Modell av serial gangvei, der man kan se høydejusteringen av hovedplattformen, rotasjonen av gangveien, og vinklingen og lengdejusteringen til gangveien. Hentet fra (Yin, et al., 2022, s. 2).

Kapabilitet er definert som dugelighet, dyktighet og yteevne (Nilstun, 2018). Innenfor vindkraft er kapabilitet ofte basert på et skips evne til å utføre arbeid i bølger av en gitt signifikant bølgehøyde (Hu & Yung, 2020, s. 10). Man kan se i tabell 1 under «Limiting wave conditions» grenseverdien for bølgehøyde for ulike gangveier. Dette representerer hvor mange meter bølger man kan ha før man ikke kan utføre en operasjon med gangveien.

Hvis vi ser på dataene om maks lengder og produksjonsnummer presentert i (Dighe et al., 2022, s. 21-31), ser vi at 20-30m er en vanlig lengde for gangveier. UPTIME International AS har produsert en stor mengde gangveier som er større enn dette, men det kommer frem fra deres nettsider at disse er ment for olje og gass bransjen (UPTIME International, u.å.). Ut fra tabell 1, kan vi se at de forskjellige gangveiene kan bli levert med ulik «Height from deck». Når man ser på denne kombinert med «Vertical reach» vil man se hvor høyt gangveien rekker.

Tabell 1: Oversikt over karakteristikk av forskjellige modeller gangvei, her med Ampelmann og Barge Master modeller. Tabellen viser blant annet minimum og maksimum lengde på gangveien, maks vinkler, høyde over dekket og vertikal strekk. Hentet fra (Hu & Yung, 2020, s. 21)

	Ampelmann							Barge Master		
	A-Type		E-Type		SOV-type		N-Type	Basic	Height Adjustable with elevator	Height adjustable with elevator XL
	Hydraulic	Electric	E1000	E5000	28m	32m				
Min. length gangway [m]	16	16	21	22	17	21	23	14.9	14.9	19.9
Max. length gangway [m]	25	25	30	31	28	32	32	25.1	25.1	30.1
Max. work. angle +/- [deg.]	±17	±17	-17/+65	-17/+65	±17	±17	±15	23	23	23
Height from deck [m]	5.4	6	9.5	10.5	20 - 25	20 - 25	12	Any required	Any required	Any required
Vertical reach [m]	12	12	14.9	35	6.3 – 22.9	6.3 – 22.9	15	14.5	24.4	12 – 29.5 m
Gangway width [m]	0.55/1.2	0.55	0.55	0.65	1.2	1.2	0.8	0.9	0.9	1.2
System weight [ton]	39	35	105	152	85	90	225	28	28 for gangway, 54 for elevator with pedestal	35 for gangway, 54 for elevator with pedestal
Footprint on vessel [m <sup>2</sup> ]	41.8	36	95	95	16	16	11 m x 11 m	Ø 1.9 m	3.3 m x 3.3 m	3.3 m x 3.3 m
Limiting wave condition Hs [m]	3 (3.5 for A <sup>HP</sup> )	3	4.5	4.5	3.5	3.5	3.5	>3.5	>3.5	>3.5
Vessel length [m]	>55	>55	>70	>70	>70	>70	>70	-	-	-
Mobilization time [hr]	12	12	48	48	Integrated	Integrated	60	24	168	168
Deployment time [s]	60	60	60	60	45	45	120	32	60	60
Max. connection time [hr]	-	-	-	-	-	-	-	No limit	No limit	No limit
Power consumption [kW]	2 x 200	50	2 x 400	2 x 400	172	172	2 x 450	2 x 200	2 x 200	2 x 300
Max. load [kg]	300 for gangway, 600 for lifting	200	1000	5000	1000/2000	1000/2000	450	1000	1000	2000
Number of systems built [-]	40	2	>15	1	-	-	1	3 built, 2 under construction	1 built, 2 under construction	0
Number of transfers [-]	>3,000,000		>1,500,000	-	-	-	>20,000	>35,000	>40,000	N/A

## 2.2.2 Stabilitet

Konstruksjonsskip benytter seg av store kraner for å løfte laster og plassere dem på havbunnen. Samtidig kan mange gangbroer på SOV-skip brukes som kraner (Hu & Yung, 2020, s. 26). Det er ikke nødvendigvis den samme typen kran som er brukt på begge fartøystypene.

Fra kapittel 5 «*Operability criteria and limits*» i *Design optimization of offshore construction vessels* (Sandvik, 2016) finner man grenseverdier for bevegelser i ulike fartøy. Disse er laget i tidligere studier og var ment for militærfartøy, passasjerskip og fiskebåter. Forfatteren av teksten har så sett på relevansen til disse for en kranoperasjon på et konstruksjonsskip, og laget en egen tabell med grenseverdier (Se tabell 2). Denne dataen blir brukt som et grunnlag for videre beregninger, og et grunnlag for operabiliteten til skipet. Skipet kan operere når bevegelsene er innenfor grenseverdiene, og operabiliteten er da hvor ofte skipet kan arbeide i ett gitt havs værforhold.

Metoden som blir brukt, og dataene som blir funnet er ikke nødvendigvis fullt overførbare til SOV-skip, men vi mener det gir et godt grunnlag. Fra tabell 5.7 og 5.8 i masteroppgaven (se tabell 2) finner man begrensninger innen Sway, Surge, og Heave for ulike kranoperasjoner. De ser der på grensene når man løfter en last fra dekket og over siden av skipet (Punkt 1), når en last blir senket ned i havoverflaten (Punkt 2), og videre senkning ned til havbunnen (Punkt 3). Vi har valgt å se på Punkt 1 (løft over siden) og Punkt 2 (entring i vann), da vi føler dette best representerer en oppkoblings operasjon med en gangvei.

*Tabell 2: Grenseverdier for kranoperasjoner utført av konstruksjonsskip. Disse er basert på grenseverdier satt i tidligere studier for blant annet militærskip, passasjerskip, og fiskebåter. Disse er så kombinert av forfatteren av teksten. Vi mener disse gir et godt grunnlag for en oppkoblingsoperasjon med en gangvei. Hentet fra (Sandvik, 2016, s. 73, 94)*

**Table 5.7: Criteria and limits point 1**

<b>Table 5.8: Criteria and limits point 2</b>			
<b>Criterion</b>	<b>Amplitude limit</b>	<b>Criterion</b>	<b>Amplitude limit</b>
Vertical displacement	0.60 m RMS	Sway displacement	0.50 m RMS
Vertical velocity	0.45 m/s RMS	Sway velocity	0.43 m/s RMS
Vertical acceleration	0.30 $m/s^2$ RMS	Surge displacement	0.50 m RMS
		Surge velocity	0.43 m/s RMS
		Horizontal acceleration	0.40 $m/s^2$ RMS

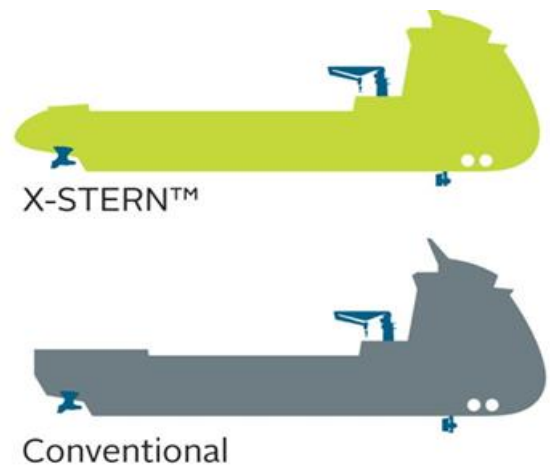
Vi vil i drøftingsdelen se på hvordan man kan øke operabiliteten til et skip i visse havs værforhold ved å variere på dimensjonene til skipet.

### 2.2.3 Skrogdesign

Det finnes flere typer skrogdesign som benyttes på SOV-skip. Hvert verft og skipsdesigner har sitt eget preg på hvordan de utformer disse. Man kan da kombinere baug og hekkdesign for å oppnå de ønskede egenskapene til skipet. Eksempler fra Ulstein kan sees i figur 6 og 7. Baugkonseptet deres heter X-Bow, og denne kan kombineres med forskjellige typer hekker, fra den relativt vanlige vertikale hekken, til den mer uvanlige X-Stern. Skrogdesignet X-Stern er laget for å ha en bedre DP-kapabilitet med været i hekken (Ulstein, 2018). De har også design for skip med en relativt symmetrisk skrogform, kalt Twin X-Stern. Dette konseptet ble først utprøvd på SOV-Skip (Ulstein, u.å.). X-stern konseptene er designet for å kunne holde nesten like høy fart med hekken som med baugen (Ulstein, 2018).



Figur 6: Skip med Twin X-Stern har samme utforming i begge endene. Hentet fra (Ulstein, u.å., s. 2)



Figur 7: Konvensjonelt skip med X-Bow i grått og skip med både X-Bow og X-Stern i grønt. Hentet fra (Benkey, 2014).

## 2.3 Manøvreringssystemer

Vi skal nå se på noen av systemene brukt for å manøvrere skipene og hvordan de fungerer. Vi skal starte med å se på dynamisk posisjonering og videre se på Voith Schneider propell og azimuththruster.

### 2.3.1 Dynamisk Posisjonering

Dynamisk posisjonering (DP) er et system for å automatisk holde ønsket posisjon ved hjelp av datastyring av propell, ror og thrustere (Kjerstad, 2019, s. 3-74).

Det er ulike klasser av DP som i hovedsak varierer med hvor stor redundans de har i systemet og hvor store feil de kan utsette seg for og fremdeles holde posisjon. Disse feilene kan være f.eks. tap av en sensor, thruster eller motor.

Klasse 1: Kan miste posisjonen hvis det skjer en singel feil

Klasse 2: Skal holde posisjonen hvis det skjer en singel feil

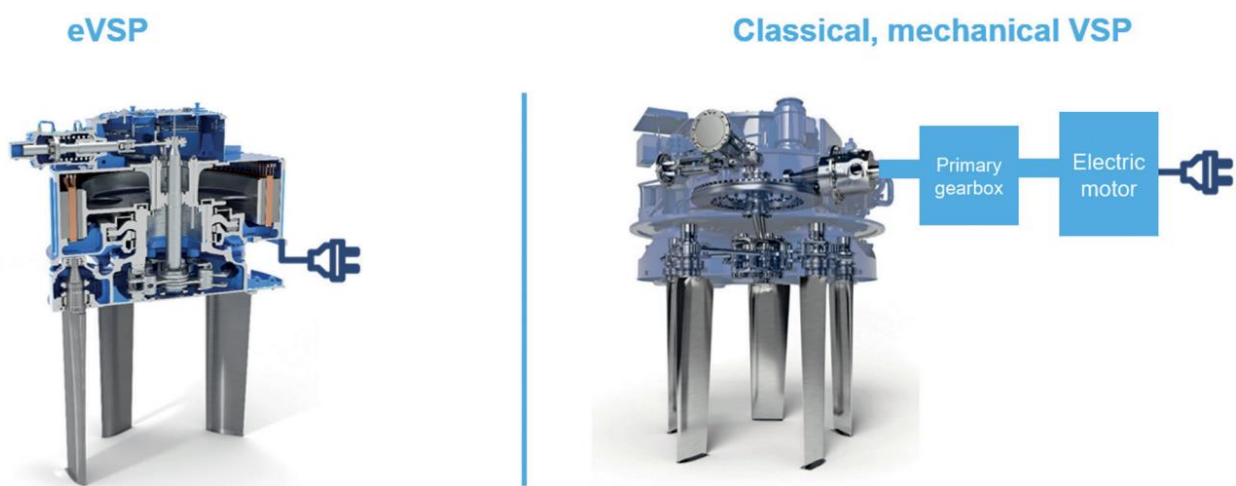
Klasse 3: Skal holde posisjonen hvis det skjer en singel feil, eller er brann eller oversvømmelse i en enkel seksjon av skipet (Bray, 2010, s.22).

Posisjonsdata og annen data fra sensorer blir sendt til et datasystem som automatisk bruker manøvreringssystemene til skipet for å holde seg eller flytte seg til ønsket posisjon. Denne dataen blir også brukt til å lage en modell av skipet, som brukes til å forutse hvordan det vil oppføre seg når skipet blir utsatt for ytre krefter (Bray, 2010, s. 4).

### 2.3.2 Voith Schneider Propell

En Voith Schneider Propell (VSP) er et manøvreringssystem som benytter seg av en plate som har en rekke propellblader stikkende ut av seg. Denne platen vil rotere rundt en vertikal akse, og propellbladene vil lage en fremdriftskraft ved å øke deres vinkel mot vannet. Denne kraften kan være i hvilken som helst retning i en sirkel rundt propellen (Voith, 2021).

Det er to ulike modeller av Voith Schneider propell, *VSP* og *eVSP* som vist i figur 8. Hovedforskjellene på disse systemene er at *eVSP* har en elektrisk motor integrert, mens den tradisjonelle *VSP* har en motor og girkasse plassert utenfor enheten, koblet sammen med en aksling. Det vil da si at ved bruk av *eVSP* vil du spare mer plass da denne er mer kompakt. Du vil kunne oppnå en vektbesparelse på mellom 12 til 30 prosent (Voith, u.å.).



Figur 8: Figuren viser forskjellen mellom *eVSP* og tradisjonell *VSP*. Tradisjonell *VSP* har en separat motor som gir kraft til propellen via en girkasse. I en *eVSP* er alt denne integrert i enheten og man tilfører bare elektrisitet. Hentet fra (Jürgens & Singer, 2021, s. 4).

### **2.3.3 Azimuththruster**

Azimuththrusterne er en mye brukt manøvreringssystem blant offshoreskip (Kjerstad, 2021, s. 1-33). Dette er en propell montert til en «pod» som kan rotere 360 grader. Det er enten en elektrisk motor installert i thrusteren, eller en motor i skroget som overfører kraften sin med hjelp av 90 graders gir til propellen (Dokkum, 2020, s. 299-300).

## **2.4 Lovverk og standarder**

Vi skal nå ta for oss noe av lovverket og standardene som gjelder for SOV-skip som arbeider med W2W operasjoner. Lovene og standardene vi skal se på her er på ingen måte alt regelverket som disse skipene følger, men er et nøye utvalg av de det mest relevante regelverkene for design og drift av disse skipene. Vi skal i denne sammenheng se på kodene som gir et lovlig grunnlag for frakt av personell som ikke er passasjerer eller mannskap om bord i skip.

### **2.4.1 Code of safety for special purpose ships**

Vi må først se på det nåværende lovverket. «Code of Safety for Special Purpose Ships» (SPS-koden), er et lovverk som kontrollerer designet og utrustningen til skip som frakter det man kaller «Special personnel». Dette er personer som har sitt arbeid om bord på et skip, men som ikke er passasjerer, og som ikke er en del av mannskapet. Koden spesifiserer at personellet den omhandler skal ha sitt arbeid om bord i skipet, og ekskluderer derfor teknikerne som går over til turbiner og utfører sitt arbeid der (Maritime Safety Committee, 2008).

Likevel er det denne koden som nåværende skip har brukt som grunnlag for sine designkrav, da det ikke har eksistert en kode som omfatter disse skipene opp til nå. Dette har grunnlag i «*Interim recommendations on the safe carriage of more than 12 industrial personnel on board vessels engaged on international voyages*» (Maritime Safety Committee, 2016). Dette er en anbefaling om at det midlertidig er lovlig å frakte personell som ikke arbeider om bord i båten hvis den er sertifisert i henhold til SPS koden.

### **2.4.2 International code for safety for ships carrying industrial personnel**

For å lage et regelverk som var bedre tilpasset omstendigheter der skip frakter personell som ikke er passasjerer, mannskap eller har sitt arbeid om bord, har «*International code for safety for ships carrying Industrial personnel*» (IP-Koden) blitt opprettet. Den vil tre i kraft 1. juli 2024. Denne vil regulere SOV-skip som utfører W2W operasjoner. Den gir bestemmelser for utrustningen og designet på nye skip. Områdene den dekker er blant annet at metoden man bruker for å overføre personell skal være trygg, stabilitetskrav, maskinutrustning, elektrisk installasjon, brannsikkerhet, redningsutstyr, og videre krav. Det er dette regelverket som fremtidige skip må forholde seg til (Maritime Safety Committee, 2022).

### **2.4.3 Personer om bord**

Skip som er kjølstрукket før 1 juli 2024 skal følge SPS-koden. SPS-koden er ikke laget eller tiltenkt W2W. Det er derfor ikke spesifisert hvordan føring av personer om bord skal foregå under W2W operasjoner (Det Norske Veritas [DNV], 2022). Den nye IP-koden som er opprettet setter krav til føring av personer om bord. Fra 2.2.4 i IP-koden, står det at det skal gis midler for å forsikres om at Personnel Onboard (POB) informasjonen er riktig og blir oppdatert (Maritime Safety Committee, 2022, s. 7).

#### *Industrial personnel code*

«2.2.4 Means shall be provided to ensure that the information on the number of industrial personnel on board and their identity is kept updated to assist in ensuring that the actual number of persons on board is known at all times».

(Maritime Safety Committee, 2022, s. 7).

### **2.4.4 Certification of offshore gangways for personnel transfer**

Det finnes standarder for design og operasjon av W2W gangveier laget av klasseselskap. Her tar vi for oss DNV ST-0358 «*Certification of offshore gangways for personnel transfer*». Dette er en klasse standard som ble publisert i 2015 for å gi en måte å godkjenne gangveier på, da de tidligere hadde brukt standarder for gangveier ment for landgang, og standarder for kraner (Schweitzer, 2015). Standarden setter krav til design belastninger, sikkerhetsutstyr, og liknende man skal ta hensyn til ved design og installasjon av en gangvei (DNV, 2015).

### **2.4.5 Comfort Class**

Comfort class er en klassifisering man kan få som beviser at et skip har oppfylt en rekke krav innenfor støy, vibrasjon og inneklime. Den har to ulike deler, en for støy/vibrasjoner og en for innendørsklima. Skip som oppfyller kravene til komfort og vibrasjon vil få en COMF-V klasse. Skip som oppfyller kravene til inneklime, får en COMF-C klasse. Disse klassene er delt opp i tre deler, hvor 1 er en god vurdering av komfort og 3 representerer et akseptabelt nivå for komfort (DNV, u.å.).



### **3. Metode**

Dette kapittelet omhandler vår fremgangsmåte og valg av metode. Vi vil vise hvordan vi har gått frem med å samle inn data for å kunne svare på forskningsspørsmålet vårt. Her beskriver vi litteraturstudie, metodevalg, utvalg, intervju, analyse, begrensninger og etikk.

#### **3.1 Litteraturstudie**

Vi utførte en begynnende litteraturstudie for å skaffe oss informasjon om industrien og tidligere problemstillinger som har blitt besvart. Våre søk ble utført via Scenedirect og Google Scholar i perioden 18-10-2023 til 30-10-2023. Vi brukte søkestrenger som «offshore service vessel», «offshore wind vessel design», «subsea construction ship design», «construction ship design» og «offshore wind service vessel». Deretter gikk vi gjennom artiklene vi fant og så på overskrifter, og valgte ut de vi syntes virket relevante. Videre leste vi gjennom sammendragene og valgte bort de artiklene som ikke omhandlet det tema vi var interessert i. De gjenværende tekstene ble lest mer nøye gjennom for å trekke ut relevant informasjon. Vi brukte disse artiklene for å danne teorigrunnlaget for denne oppgaven, og for å drøfte resultatene vi fikk i intervjuet.

#### **3.2 Metodevalg**

Det ble besluttet at vi skulle bruke kvalitativ tilnærming som vår metode. Etter litteraturstudiet gjorde vi en forstudie med kartleggingssamtaler med eksperter på dette fagfeltet. Dette var for å få en bedre forståelse av emne, og å finne tema vi kan svare på. Da ble det konkludert med at vi kunne besvare forskningsspørsmålet best med kvalitativ metode og intervju som tilnærming. Vi benyttet oss av en eksplorerende problemstilling. For å utnytte denne til sitt fulleste må vi gå i dybden, få frem nyanserte data og bruke en metode som åpner for kontekstuelle forhold. Derfor passer en kvalitativ tilnærming med et intensivt opplegg bra til vår problemstilling (Jacobsen, 2022, s. 66).

#### **3.3 Utvalg**

Utvalget vårt ble valgt fra rederier som driver med drift av skip som er bygget med hovedformål å arbeide som SOV-skip. Når vi hadde funnet relevante rederi, kontaktet vi dem med en

forespørsel om et intervju med en eller flere personer som har vært involvert i drift og designarbeidet for SOV-skip. Vi ønsket å intervju personer som er involvert i drift og design, da vi mener at de best kunne svare på vår problemstilling. Vi ville også øke påliteligheten til undersøkelsen, og som beskrevet i Jacobsen (2022, s. 191) vil utvalget av enheter ha en stor betydning for påliteligheten til undersøkelsen. Vi valgte da å holde et intervju med ett relevant rederi.

### **3.4 Intervju**

Intervjuet ble holdt ansikt til ansikt. Som Jacobsen (2022, s. 163) nevner, vil et ansikt til ansikt intervju åpne opp for aktiv og informasjonsrik kommunikasjon. Intervjuet ble holdt som gruppeintervju med en fra designavdelingen, og en fra driftsavdelingen. Vi opplevde at dette var en positiv opplevelse, da det tillot dem å utfylle hverandres svar, og gjorde at de kunne dekke tomrom i hverandres kunnskaper.

Intervjuet varte i omtrent 1 time og 15 minutter. Som vist i (Jacobsen, 2022, s. 166-168) er det flere måter å strukturere et intervju på, og vi bestemte oss for å holde et middels strukturert intervju. Vi valgte dette for å kunne lede intervjuet til tema som kom opp i samtalen, og ikke begrense oss i hva vi skulle snakke om. Videre fikk vi grunnlag for hvilke tema vi skulle fokusere på, slik at vi ikke sporet av samtalen. Samtidig var vi klar over at problemstillingen vi hadde på samtykkeskjemaet (vedlegg 1) ikke var fastsatt og at denne ville forandre seg under oppgaveskrivingen. Dette var informantene klar over og dermed begrenset de ikke svarene sine i henhold til daværende problemstilling.

Det ble utarbeidet en intervjuguide (vedlegg 2) med planlagte spørsmål og tema vi ville fokusere på i forkant. Intervjuguiden hadde hovedspørsmål, og vi hadde noen oppfølgingsspørsmål vi kunne stille for å gå mer i dybden på visse områder. Dette gjorde at vi fikk mer informasjon ut av intervjuet enn hvis vi hadde hatt helt faste spørsmål. Dette hjalp oss også med å finne det som var relevant, da intervjudeltakerne selv kunne lede oss inn på hva de selv mente er relevant med deres erfaring, og kunne inkludere ting vi ikke tenkte på. Det ble under intervjuet brukt en bærbar opptaker for å ta det opp, så vi i etterkant kunne gå tilbake å sørge for at vi fikk med oss all relevant informasjon (Jacobsen, 2022, s. 170).

### **3.5 Analyse**

Vi brukte tematisk analyse for å analysere intervjuet. Vi brukte denne metoden da den er relativt enkel og fleksibel. Vi tok utgangspunkt i de 6 fasene i denne analysemetoden (Braun & Clarke, 2006, s. 87). Først ble lydopptaket transkribert for hånd, og ble samtidig anonymisert. Transkriptet inneholdt hele samtalen, men pauseord ble fjernet.

Videre så vi på hovedtemaene de fokuserte på, trakk dem frem og gjorde disse til overskrifter. Vi vurderte så hvilke overskrifter som var relevante i forhold til problemstillingen.

Påfølgende analyserte vi hva de hadde sagt om de forskjellige hovedtemaene, og plasserte svarene vi fikk under overskriftene. Kontinuerlig vurderte vi hva som var relevant informasjon, og om noen svar var plassert feil, før vi fullførte analysen og skrev resultatdelen.

### **3.6 Begrensninger**

Vi har noen begrensninger knyttet til metoden vår. Begrensningen med størst effekt er at vi har et lite utvalg med intervjudeltakere, som alle er knyttet til det samme rederiet.

Denne oppgaven vil da ikke være representativ for alle skip innenfor W2W sektoren.

En annen begrensning er at det er flere aktører innen industrien som ikke bruker nybygg, men benytter seg av ombygde skip, eller skip med modulær utrustning som kan tilpasses kontrakten. Vår metode tar ikke hensyn til disse, og vil ikke være representativ for disse skipene.

### **3.7 Etikk**

Vi leverte et innmeldingsskjema om prosjektet til SIKT og fikk dette godkjent før vi begynte med intervju. Når vi sendte forespørsel om intervju sendte vi med samtykkeskjema, og dette ble tatt med i papirform til intervjuet og signert før intervjuet startet. Under intervjuet brukte vi en opptaker som aldri var tilkoblet internett eller datamaskiner, og dette ble så transkribert i ettertid manuelt. Det sies at mange kan reagere negativt til lydopptak og dermed må det alltid informeres før et intervju (Jacobsen, 2022, s. 170). Alle som ble intervjuet ble opplyst om at intervjuet ble tatt opp av en bærbar opptaker, og i samtykkeskjema ble det opplyst om hvordan vi behandlet denne informasjonen. Under transkribering ble personlig informasjon fjernet eller sensurert. Vi har forsøkt å beskytte identiteten til personene som vi intervjuet, men grunnet den begrensede størrelsen på industrien, kan man muligens gjenkjenne personer, og deres arbeidsplass.

## 4. Resultat

### 4.1 Resultat fra litteraturstudie

I våre søk fant vi få dokumenter eller artikler knyttet til design og drift av SOV-skip. Vi fant derimot mye om design av CTV, planlegging av vedlikeholdet, og matematiske modeller av gangbroer og skipsbevegelser. Selv om hoveddelene av disse tekstene ikke omhandlet design og drift av SOV-skip, kunne vi i noen tilfeller bruke teoridelen og liknende som kilder. Vi fant også et dokument knyttet til design av konstruksjonsskip (Sandvik, 2016) som vi mener er relevant nok til at det kan inkluderes. I tabell 3 kan man se en oversikt over artiklene vi har funnet. Dette er artikler vi har brukt for å danne teori grunnlaget til oppgaven, og informasjonen er videre brukt til drøfting.

Tabell 3: Oversikt over artikler funnet i litteraturstudie, med forfatter, årstall, tittel, og tema.

Forfatter	År	Tittel	Tema
Sandvik, E.	2016	<i>Design optimization of offshore construction vessels</i>	Master oppgaven ser på hvordan kapabiliteten til et konstruksjonsskip forandres når de forskjellige dimensjonene til skipet forandres.
Hu, B., & Yung, C.	2020	Offshore Wind Access Report 2020	Rapporten er en gjennomgang av forskjellige løsninger man kan bruke for å få tilgang til TP. Den gir også en oversikt over markedet, og endringer i dette.
Dighe, V., Yung, C., & Pergod, L.	2022	Offshore Wind Access Report 2022	Rapporten er en gjennomgang over de ulike produktvalgene man har innenfor tilgang til TP. Den gir også en oppdatert oversikt over markedet, og endringer i dette.

Wu, M.	2014	Numerical analysis of docking operation between service vessels and offshore wind turbines	Dokumentet er numeriske analyser av docking operasjoner mellom CTV og TP og SOV med gangbro og TP.
Ren, Z., Verma, A.S., Li, Y., Teuwen, J.J., & Jiang, Z.	2021	Offshore wind turbine operations and maintenance: A state-of-the-art review	Artikkelen presenterer en gjennomgang av vindturbin operasjoner. Den tar da for seg blant annet installasjon, drift, og vedlikehold av en vindpark.
Stute, R., & Tillesen, T.	2011	Design and build challenges for vessels in offshore wind farming	Artikkelen ser på design av fartøy som installerer vindturbiner, og utfordringene de kommer til å møte. Blant annet, større turbiner, dypere vann, og lenger fra land.

## 4.2 Resultat fra intervju

I denne delen skal vi se på resultatene fra intervjuet vi utførte. Vi skal blant annet se på aspekter innenfor temaene: skrog, maskin, dynamisk posisjonering, stabilitet, komfort, personer om bord, arbeidsflyt og gangvei. Det var disse aspektene som skilte seg ut i analysen.

### 4.2.1 Skrog, Maskin og Dynamisk posisjonering

Vi stilte spørsmålet «*Hvordan er skrogdesignet på SOV-skip tilpasset i forhold til andre skipstyper?*». Intervjudeltakerne var klare på å påpeke at SOV-skip har en annen utforming på skroget i forhold til andre skip for å øke DP kapabiliteten. Dette for å kunne ligge med baugen eller hekken opp mot været når man utfører operasjoner. Dette førte til at de fikk en rundere hekk enn normalt. Deres filosofi var at de skulle operere med 3,5 m signifikant bølgehøyde i +/- 30 grader fra baugen eller hekken. Når dette er kombinert med flere koblingspunkter på TP-ene, så tillot det skipet å utføre arbeid under værforhold med 3,5 meter signifikant bølgehøyde i de fleste vindparker.

Når vi spurte om hvilke begrensninger på størrelse som ble satt under designet fikk vi til svar at en øvre grense fantes i verftet de benyttet, da det hadde visse begrensninger i høyde og bredde. Utenom dette ble det ikke satt spesifikke begrensninger på lengde og bredde når skipene ble designet. Derimot ble de laget for å ikke være større enn de trengte å være, og fremdeles ha den frakte kapasiteten som de trengte.

Det ble heller ikke satt en begrensning på vindfanget til skipet i designfasen. For å kompensere for dette, sørget de for at installert motorkraft var nok til å opprettholde en posisjon med DP-systemet, selv i sterk vind.

I samtalen om begrensningene til skipet kom vi inn på utformingen til DP-systemet de brukte. De brukte eVSP som fremdriftsanlegg, og i den sammenheng spurte vi hvorfor de valgte dette og fikk svaret «*DP kapabilitet, ... den slår alt*». Dette tillot dem å øke operasjonaliteten på skipene, da Voith fremdrift har en redusert responstid, man trenger da ikke å rotere thrusterne for å endre retninger de gir kraft i.

Dette gjorde at de fikk en redusert drift-off etter at de ble utsatt for ytre krefter. For å hjelpe med dette var DP systemene deres satt opp med en større vektlegging på sensorene i forhold til DP modellen som blir generert og oppdatert. Dette gjør at de har en bedre responstid, og holder posisjonen bedre. De brukte også gangveien som et lokalt referansesystem når de var tilkoblet TP-en.

#### **4.2.2 Stabilitet og komfort**

Vi spurte dem om stabiliteten man ønsker å oppnå med et SOV-fartøy er annerledes enn for eksempel en Platform Supply Vessel, eller et konstruksjonsskip. De var da veldig klare på at ønsket stabilitet var helt annerledes enn en PSV. Forskjellen var at stabiliteten på en PSV er veldig høy, fordi den skal ha mulighet til å frakte store mengder tung dekkslast. Man ønsket derfor en lavere stabilitet på SOV-skip. Dette var fordi en stor andel av personene om bord ikke er sjøfolk, og de ville sannsynligvis blitt sjøsyke hvis stabiliteten hadde vært like høy som på en PSV. Stabiliteten man ønsker må da tilpasses for å kunne opprettholde operasjonaliteten til skipet. Man kunne også bruke Voith systemet som et anti-roll system, men det ville da redusere DP-kapabilitet, og transitt fart.

Skipene har også blitt sertifisert med Comfort class av DNV. Denne stiller krav til hvor mye vibrasjoner og støy som merkes i innredningen, samt innendørsklimaet om bord. Klasse 1 er mest brukt på passasjerskip. SOV-skipene til rederiet vi intervjuet hadde klasse 2.

I tillegg er det store ønsker om enmannslugarer for teknikerne, noe som rederiet prøvde å imøtekomme. Som intervju deltakerne fortalte «*De fleste vil jo ha enmanns lugarer, det kan jo alle forstå*». I tillegg til dette var det fellesområder med aktivitetstilbud de kunne benytte seg av på fritiden, kontorer og møterom som ble etterspurt.

### 4.2.3 Personer om bord

POB kontroll om bord på SOV-skip er ulik fra andre skip da personellet som bor om bord har sitt arbeid på vindturbinene og ikke skipet. De blir sluppet av på turbinene og hentet på et senere tidspunkt. Et viktig spørsmål i intervjuet var «*Har dere noen systemer for å ha kontroll på Personer om bord?*». Ifølge regelverket (IP-koden) må man opprette et system for å føre hvem som går over på turbinene, og hvem som blir igjen til enhver tid. Rederiet vi intervjuet hadde kjøpt inn et system som skulle forsikre seg at disse reglene ble fulgt. Systemet de har er



ConnectPOB levert av Scanreach, som er et armbånd personer om bord har på seg, som er vist i figur 9. Det er med dette de scanner seg inn og ut med, og dermed kan det oppdateres om de befinner seg på skipet eller på en turbin. Det er også mulig å se hvor personene befinner seg på skipet til enhver tid, om et nødstilfelle skulle oppstå kan savnede personer spores (Scanreach, u.å.-a).

Figur 9: Armbåndet ConnectPOB levert av Scanreach. Hentet fra (Scanreach, u.å.-b).

### 4.2.4 Arbeidsflyt

Ved spørsmål knyttet til arbeidsoperasjoner, kom det fram at det er strenge krav til tidsbruken på forskjellige operasjoner. Styrmennene fører «daily progress report» hver dag hvor de loggfører hvilket klokkeslett de kobler seg til TP-en, hvor mange personer som er overført, hvilken last som er overført og hvilket klokkeslett de koblet seg fra. Dette blir utført hver dag gjennom hele året, og ved hver operasjon. Denne dataen brukes av klientene til å se om skipene opprettholder tidskravene, og hva som tar mest tid, slik at man kan forbedre disse delene av operasjonene.

Samtidig spurte vi «*Hva har dere gjort i designet for å øke arbeidsflyten?*».

For å forklare hva de hadde gjort i designet for å øke arbeidsflyten, brukte de en teknikers hverdag til å forklare det. Teknikerne går fra lugaren til garderoben for å skifte til arbeidsklær, videre inn til et møterom hvor teknikerne får utlevert oppgavene / vedlikeholdet de skal gjøre på turbinen. Derfra går de inn i et tørkerom hvor de tar på seg noen spesielle drakter, videre inn i hangaren/lagerrommet for å pakke utstyr som de trenger og videre sender dette opp med heisen, eller kranen hvis det er tyngre ting. De prøvde å oppnå en «Stepless approach». Dette går ut på å kunne pakke utstyr på en pall å kjøre det rett inn i heisen, videre kan man gå over gangveien til TP-en uten trapper eller liknende.

#### **4.2.5 Gangvei**

Når vi spurte hva den viktigste delen av et SOV-skip var, fikk vi til svar at «*Det er vel, hvis du ser på de båtene vi har, så er det egentlig mye fokus på gangveien, gangveien er det viktigste verktøyet en SOV har, og uten gangvei har ikke en SOV noe å gjøre i en vindpark*». Uten denne kan de ikke utføre de operasjonene de er ment for. Høyden på gangveiene var også et viktig tema. Noen gangveier har muligheten til å rekke høyere enn andre.

Man kan trenge denne ekstra høyden på grunn av den økende størrelsen på turbinene, eller tidevannet. Det kan være en forskjell mellom lavvann og høyvann oppimot 12m i noen vindparker.

I løpet av denne delen av intervjuet stilte vi spørsmålet «*Er det sånt at dere kan bruke alle gangveier på alle TP-er, eller må dere modifisere de?*». Det kom fram at de kunne i utgangspunktet bruke alle gangveier på alle TP-er med mindre modifikasjoner på enden av gangveien. Det var et tilfelle der TP-en ikke hadde porter, hvor teknikerne måtte bruke en «trapp» som de måtte klatre over for å entre.

Det kom også fram i intervjuet at det finnes en standard for gangvei (DNV ST-0358). De opplevde at denne var relativt åpen og ga mye rom for variasjon, noe som førte til at det var noen forskjeller mellom gangveis leverandørene. Et eksempel på dette kan være lyd og lyssignaler på gangveiene. Lyssignalene gir teknikerne informasjon om status på gangveien, når det er klart til å gå over. Lydsignalene skal varsle om en nød avkobling fra TP-en er nødvendig.

Et annet fokusområde som kom frem, var avstanden mellom gangveien og kranen.

Disse ble plassert i forhold til hverandre slik at styrmennene måtte forflytte skipet minst mulig, når de skal skifte mellom gangvei- og kranoperasjon.



## 5. Drøfting

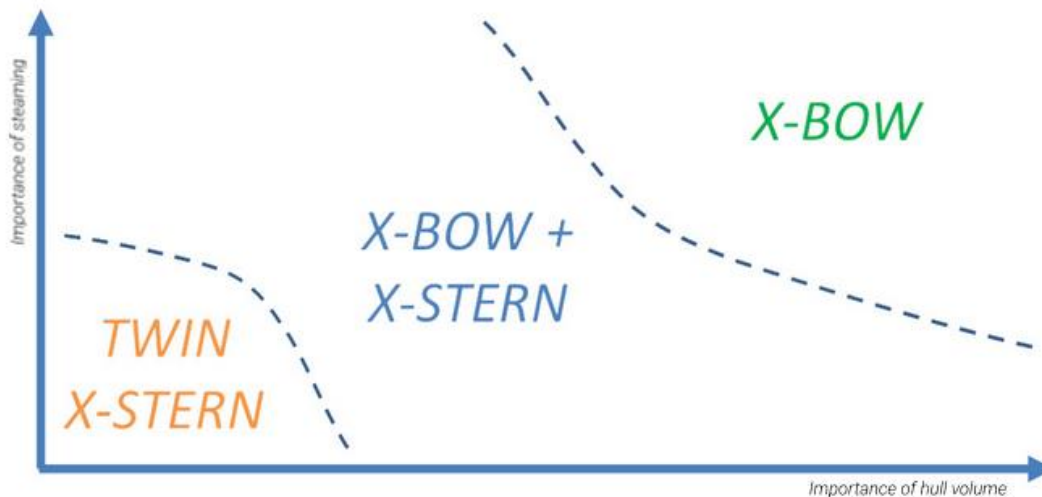
I resultatdelen gikk vi gjennom de resultatene vi fikk fra intervjuet vi holdt. I dette kapitlet skal vi drøfte, diskutere og argumentere for det vi har funnet i intervjuene, og hvordan dette kan sees i forhold til annen litteratur.

### 5.1 Skrog, Maskin og Dynamisk posisjonering

#### 5.1.1 Skrogdesign

Det var en design prioritet at skipene skulle håndtere store mengder vær under DP-operasjoner, uansett om de lå med baugen eller hekken opp mot været. Å ikke være begrenset til å måtte ligge med baugen opp mot været, kan gjøre det lettere for skipet å utføre en operasjon, da man slipper å snu det rundt og koble opp på andre siden av TP-en. I vindparker med få oppkoblingsmuligheter kan dette gjøre at man sjeldnere må avbryte arbeidet på grunn av været, og man vil også bruke mindre tid generelt, da man slipper å bruke tid på å flytte skipet. Når man bruker et skrogdesign med en spesialtilpasset hekk vil man redusere motstanden fra bølger i hekken, og gi en bedre DP-kapabilitet (Ulstein, 2018).

Et problem som kan komme av å sette disse kravene er en begrensning i skrogvolum. Det optimale skrogdesignet for en gitt lengde tar ikke nødvendigvis hensyn til ønsket lagerkapasitet. Dette vises i figur 10, som viser til de ulike løsningene Ulstein har utviklet og en sammenlikning av dem. Man kan se at man vil foretrekke en normal hekk når man trenger mye skrogvolum og høy fart, men når dette er mindre viktig kan man ofre dette, bruke andre løsninger og oppnå bedre DP kapabilitet i hekken.



Figur 10: Graf som viser en representasjon av hvilke skrogløsninger Ulstein mener er optimale for skip, i forhold til hvor mye viktighet man plasserer på skrogvolum og cruise fart. Jo mer av disse man ofrer, jo bedre DP kapabilitet vil man oppnå. X-Bow er benyttet når man plasserer stor viktighet på skrogvolum og cruise fart, men ikke trenger maksimal DP kapabilitet. Twin X-Stern derimot er benyttet når man trenger maks DP kapabilitet, og er villig å ofre deler av designet for å oppnå dette. Når man ønsker å oppnå en balanse av disse faktorene kan man bruke kombinert X-Bow og X-Stern. Hentet fra (Ulstein, u.å., s. 4). Figurer av skip med Twin X-Stern, X-Bow + X-Stern og X-Bow er vist i figur 6 og 7.

### 5.1.2 Voith Schneider Propell

Skipene deres brukte eVSP da de mente at dette gjorde DP kapabiliteten bedre. Den reduserte tiden man måtte vente på at en thruster skal rotere til rett posisjon, førte til at skipet holdt posisjonen sin bedre. Dette er dokumentert i (Jürgens & Palm, 2017, s. 6-7) der det vises med simuleringer at et skip utstyrt med Voith propell kan holde posisjonen sin i dårligere vær enn skip utstyrt med azimuththruster, og at det vil være mindre avvik fra ønsket posisjon. Skipene hadde også en bedre evne til å håndtere tap av thrustere, og et generelt lavere energiforbruk enn skip med azimuththruster. Dette kan bygges opp med historiske data fra skip med forskjellige propell utrustninger som viste at skipene med Voith propell kunne opereres i dårligere vær (Jürgens & Palm, 2017, s. 6-12).

Det er vist i tester av skipsmodeller at skip med Voith propeller brukte mindre motorkraft for å oppnå en ønsket fart enn skip med mer tradisjonelle propeller, selv om motstanden for å trekke skipet til en gitt fart var høyere (Jürgens & Beu, u.å., s. 6-7). Voith propellene kan brukes som et antirullesystem, der det er vist at man kan oppnå en signifikant reduksjon i rulling til skipet (Jürgens & Beu, u.å., s. 11). Samtidig fører bruk av Voith propellene til visse utfordringer, blant annet at de er sårbare ved grunnstøting og kollisjoner (Kjerstad, 2021, s. 1-35).

### **5.1.3 Dynamisk Posisjonering**

Skipene brukte gangveien som et referansesystem inn mot DP-en. Dette kalles Link-Bridge, og gir en lokal posisjon i forhold til TP-en. Dette gjør at man får mer redundans i posisjonssensorer, og man blir mer tolerant for sensorfeil. Likevel er det problemer knyttet til denne løsningen, hovedsakelig at den bare fungerer når gangveien allerede er i posisjon, og gir ingen referanser i fasene før og etter dette (Kjerstad, 2019, s. 3-92).

Når skipene lå i posisjon og utførte W2W ble sensorene på skipet vektlagt høyt av DP systemet. Dette for at skipet ikke skulle bli tatt av ytre krefter og drifte fra eller mot vindturbinen under operasjon.

## **5.2 Stabilitet og komfort**

### **5.2.1 Stabilitet**

Fra masteroppgaven til Sandvik (2016) har vi i teoridelen funnet noen punkter i en løfteoperasjon som vi mener kan sammenlignes med en gangveisoperasjon. Vi valgte å se på punkt 1 og 2, løfting over siden av skipet og entring av vannet. Det vises i kapittel 6 «*Results*» i masteroppgaven at man da kan øke operabiliteten til skipet ved hjelp av å justere på ulike skipdimensjoner. Det ble tatt grunnlag i en standardstørrelse på skipene som alle variasjoner var basert på. Det er funnet at en økning i lengden på skipet vil generelt sett øke operabiliteten i både punkt 1 og 2. Videre er det funnet at en forandring i bredden til skipet vil påvirke det enten positivt, eller negativt, med variasjon mellom den i forskjellige hav, og dermed forskjellige værforhold. I Norskehavet var det bedre med et smalere skip, og i Nordsjøen var et bredere skip bedre. Det ble også vist at en større dypgående ga en bedre operabilitet. En økt naturlig rulleperiode ga også en økt operabilitet. I Nordsjøen var en lavere stabilitet ønskelig, og alle variasjonene fra stabiliteten til standardskipet var bedre i Norskehavet (Sandvik, 2016). Samtidig kom det frem i intervjuene at man ønsket en lavere stabilitet en andre skip, da teknikerne ikke var sjøfolk. Man må da ha en lavere stabilitet for å unngå sjøsyke blant dem.

Den negative siden med å øke størrelsen til skipene, er at man må bruke mer motorkraft for å holde posisjon. Man vil da få høyere driftskostnader i drivstoff og vedlikehold. Man må også ta hensyn til den økte kostnaden av å bygge et større skip. Som beskrevet i (Sandvik, 2016) kapittel 8.2 er det skipslengden som påvirker kostnaden av skipet mest.

### **5.2.2 Comfort Class**

SOV-skip fungerer som et hotell for teknikerne når de ikke er på vindturbinene og jobber. Det er derfor viktig at de får tilstrekkelig med hvile slik at de kan utføre jobben sin. Skipene må ha god komfort og oppføre seg godt i sjøen. Oppfører skipene seg godt i sjøen vil dette føre til en økt effekt på arbeidet de utfører på vindturbinene (Hu & Yung, 2020, s. 17-18). Hvis man har et godt inneklima og gode fasiliteter, er det sannsynlig at man vil ha et bedre arbeidsmiljø enn hvis dette hadde vært et skip med mye støy i innredningen og mye vibrasjoner. Det kan være lettere for teknikerne å sove hvis de ikke er vant med lyden fra et skip. Støy kan også skape stress, og påvirke hjertet og blodtrykket (Arbeidstilsynet, u.å.).

### **5.3 Personer om bord**

Det å opprette et enkelt og godt system for å holde kontroll på personer om bord er nødvendig for å kunne utføre W2W operasjoner på en sikker måte. I intervjuet vi holdt kom det fram at de brukte Connect-POB levert av ScanReach. Dette var da i form av et armbånd som personer om bord hadde på seg til enhver tid. Det finnes flere produkter fra andre selskaper som tilbyr samme tjeneste, et eksempel er Shipadmins POB-Control. Dette er da et system som tilbyr mye av det samme som Connect-POB, men for å skanne deg ut her bruker du et visittkort i stedet for et armbånd (Shipadmin POB Solution, u.å.). Et visittkort er lett å legge fra seg og glemme når du trenger det. Derimot er et armbånd som henger fast på armen ikke like lett å miste, og du har det da alltid tilgjengelig på deg. En annen funksjon som Connect-POB tilbyr er at du kan se hvilken mottaker armbåndet er koblet til slik at du kan se hvor på skipet personer befinner seg om et nødtilfelle skulle oppstå (Scanreach, u.å.-a).

### **5.4 Arbeidsflyt**

Som nevnt i resultatdelen, er det stort fokus på tid under arbeid i vindparker. SOV-skipene skal slippe av servicepersonell på flere TP-er og plukke dem opp etter endt vedlikehold. SOV-skipene har en bedre ytelse på forflyttelse av last og teknikere i motsetning til skipene som ikke er hovedsakelig designet for Walk to Work (Hu & Yung, 2020, s. 17). Dette er optimalisert under designet av SOV, med tanke på plassering av kran, gangvei, lager og garderobe. Dette gir teknikerne en mye bedre arbeidsflyt hvor de kan ta paller inn i heisen og rett ut på TP-en

med konseptet «stepless approach». Dette sparer de tid på og det resulterer i en effektivisering i operasjonen. Samtidig gjør det arbeidet sikrere (Hu & Yung, 2020, s. 18).

## 5.5 Gangvei

Det kommer tydelig frem i resultatdelen hvor viktig gangveien om bord på et SOV-skip er. På et SOV-skip med integrert gangvei, er skipet bygget rundt gangveien. Det er da svært viktig å ha en god gangvei, da den vil ha en innvirkning på hele skipets evne til å arbeide.


Det kommer frem at høyden på gangveien er svært viktig for SOV-skipene, da noen havvindparker har en stor høydeforskjell på høyvann og lavvann. For å kunne vise til tidevannsforskjellen, kan vi se på tabell 4 som viser forventet tidevann i Saint Brieuc, Frankrike.

Tabell 4: Tidevann Saint-Brieuc 9. April 2024. Hentet fra (Tide forecast, u.å.) den 04.04.2024. Man kan se at man har en ca. 11 meter tidevannsforskjell.

Her ligger det en stor havvindpark 16 km fra land (Iberdrola, u.å.). Man kan se at det er en betydelig høydeforskjell på ca. 11 meter, som representerer en utfordring. Som nevnt tidligere finnes det forskjellige lengder og høyder på gangveiene. Gangveiene må derfor ha en slik utforming at de ikke er begrenset av tidevannet i vindparkene. Man må ha nok vertikalt strekk til å kunne nå opp til TP-en ved lavvann,

samtidig som man må kunne håndtere bølger og bevegelsene til skipet. Det må også tas hensyn til høyden på gangveien over vannivå. Dette vil påvirke valget av en gangvei.

Det må også ta nøye hensyn til størrelsen på gangveien da en stor gangvei vil ha visse ulemper. Som vist i tabell 1 vil store gangveier ta opp større dekksplass og veie mer. Man kan også se den store forskjellen mellom Parallel og Serial gangveier. Parallel gangveier kan ta opp til 95 kvadratmeter dekkareal, mens en serial gangvei av tilsvarende lengde tar opp 16 kvadratmeter. Lengre gangveier vil også ha høyere minimumslengde, som vil trenge mer lagringsplass. De større gangveiene har også en høyere anbefalt minstestørrelse på skipene de er plassert på.

Tide 	Time (CEST) & Date	Height
Low Tide	2:23 AM (Tue 09 April)	-0.34 m (-1.12 ft)
High Tide	8:14 AM (Tue 09 April)	10.74 m (35.24 ft)
Low Tide	2:44 PM (Tue 09 April)	-0.67 m (-2.2 ft)
High Tide	8:35 PM (Tue 09 April)	10.68 m (35.04 ft)

Det kom frem i intervjuet at gangveiene de brukte, kunne brukes på de fleste TP-ene med noen mindre modifikasjoner på enden. Før en kan gå på en kontrakt, er det svært viktig for rederiet å vite hvordan TP-ene ser ut. Dette av den grunn at de må være sikre på at gangveien de har kan brukes, eller om de må gjøre en mindre modifikasjon på enden.

DNV standarden for sertifisering av gangveier var relativt åpen, noe som førte til variasjoner mellom gangveis leverandørene. Det kan tenkes at dette kan føre til forvirring både for teknikere og gangveisførere. Selv om de skal ha en innføring og opplæring på systemene kan gamle vaner virke inn og skape feil i nødsituasjoner. Samtidig kan denne variasjonen føre til at produsentene kan prøve ut ulike systemer for å finne de som fungerer best.

Rederiet fokuserte også på avstanden mellom gangveien og kranen, for å minimere tiden man bruker på å skifte mellom gangveis og kranoperasjoner. Det må da tas hensyn for å forhindre at gangveien og kranbommen kolliderer eller forstyrrer for hverandre. Dette støttes opp i «*Wind Access Report 2022*». Her sies det at en av grunnene til at spesialbygde SOV-skip er mer effektive en ombygde skip var at man kunne ta mer hensyn til posisjon av kran og gangvei under designet (Dighe et al., 2022, s. 12). Man kan i noen tilfeller bruke gangveien som en kran, men en kran vil ofte gi en mye høyere løftekapasitet enn gangvei (Hu & Yung, 2020, s. 21) (SMST, u.å.).

Rederiet fokuserte også på kapabiliteten til gangveien og skipets operabilitet. Kapabilitet er målt i signifikant bølgehøyde som tidligere beskrevet. Vi mener at definisjonen på kapabilitet der man bruker den signifikante bølgehøyden er mangelfull. Dette fordi den mangler informasjon om blant annet vindstyrke og retning. Denne meningen er delt i artikkelen «*Numerical analysis of docking operation between service vessels and offshore wind turbines*» (Wu, 2014, s. 379), der forfatter er av meningen at denne definisjonen ikke gir et fullstendig syn av kapabiliteten til et fartøy. Dette er støttet opp i «*Offshore Wind Access Report 2020*» (Hu & Yung, 2020, s. 10) der det også advares om at et skips evne til å utføre arbeid ikke kan representeres av bare en enkelt parameter. Man kan heller ikke bare ta hensyn til gangveien, men også skipet og dets mannskap.

## 6. Konklusjon

Vårt mål med denne bacheloroppgaven var å finne svar på «Hvilke utfordringer er knyttet til design og drift av Service Operation Vessels, og hvilke løsninger eksisterer?». For å kunne svare på denne problemstillingen har vi brukt kvalitativ metode og utført litteraturstudie og intervju.

Etter vi har gjennomgått funnene fra resultatet i drøftingen kan vi konkludere med at det er flere utfordringer som er knyttet til design og drift av SOV-skip. Med tanke på de tidligere nevnte aspektene kan vi presentere det studien har vist.

Ser vi på skroget til skipene er de nyere SOV-skipene ofte designet med en litt rundere hekk på skipet, ett eksempel på dette er X-Stern fra Ulstein. Dette gir skipene mulighet til å ha en bedre DP kapabilitet når de ligger med hekken opp mot været. Det er ulike valg av fremdriftssystemer, noen velger azimuththrustere og andre går for Voith propellene. Det som er kommet frem i studien er at bruk av Voith propellene over azimuththrustere vil føre til en økt DP kapabilitet på skipene.

Knyttet til stabilitet ser vi at større skip generelt sett har en bedre operabilitet, men at man må ta hensyn til de økte driftskostnadene, og en høyere innkjøpspris.

Skipene blir holdt til standarder for støy, vibrasjon og inneklime for å oppnå kravene til Comfort Class, etter ønske fra klientene.

Det er ulike løsninger på hvordan de holder kontroll på antallet personer om bord til enhver tid. Dette er for å imøtekomme regelverket og de fleste har lik funksjon, med ulik utforming av produktet og tilleggsfunksjoner.

Skipene har en designløsning som øker effektiviteten under Walk to Work operasjoner, hvor de anvender «stepless approach», der en kan forflytte lasten direkte fra lasterom til heis og videre over gangveien til TP-en.

Vi kan konkludere med at det viktigste enkeltsystemet om bord er gangveien. Det er denne som tillater skipene å jobbe i det hele tatt. Gangveien er det som avgjør om skipet kan drive med Walk to Work operasjoner, og om gangveien ikke er brukbar vil dette føre til at skipet ikke kan utføre sitt arbeid. Det er derfor viktig at gangveien man bruker er effektiv, slitesterk og tilpasset skipet. De kommer i ulik utforming og dimensjoner, og man må sørge for at gangveien installert på skipet er stor nok til å sikkert kunne arbeide i vindparken selv med tidevann.

For tiden er det aktuelt med flytende vindturbiner. Utsira Nord er en vindfelt vest for Haugesund som er under utvikling. Her planlegges det store flytende vindturbiner, som også krever vedlikehold og service. Det kan da være spennende i videre forskning å se hvordan SOV-skip må utvikle seg for å imøtekomme disse vindturbinene.



## Litteraturliste

- Arbeidstilsynet. (u.å.). *Støy*. Hentet 12. April 2024 fra  
<https://www.arbeidstilsynet.no/tema/stoy/>
- Benkey, N. (2014, 26. August). *Ulstein introduces the X-Stern*. Hentet fra MarineLog:  
<https://www.marinelog.com/offshore/oil-gas/ulstein-introduces-the-x-stern/>
- Bilgili, M., & Alphan, H. (2022). Global growth in offshore wind turbine technology. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 24(7), 2215-2227. Hentet fra  
<https://doi.org/10.1007/s10098-022-02314-0>
- Bladt Industries. (u.å.). *Transition Pieces*. Hentet 13. Mars 2024 fra  
<https://www.bladt.dk/solutions/transition-pieces/>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. Hentet fra <http://dx.doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Bray, D. (2010). *DP Operator's Handbook* (Første. utg.). Nautical Institute.
- Dighe, V., Yung, C., & Pergod, L. (2022). *Offshore Wind Access Report 2022*. TNO. Hentet fra <https://publications.tno.nl/publication/34640428/gNMAGS/TNO-2022-R12419.pdf>
- Det Norske Veritas. (u.å.). *Class notations – noise and vibration*. Hentet 26. Mars 2024 fra  
<https://www.dnv.com/services/class-notations-noise-and-vibration-4712/>
- Det Norske Veritas. (2015). *DNVGL-ST-0358 Offshore gangways*. Hentet fra  
<https://standards.dnv.com/explorer/document/232BDC136B47449E933F79152282E26B/4>
- Det Norske Veritas. (2022). *New international code of safety for ships for ships carrying industrial personnel*. Hentet fra <https://www.dnv.com/news/new-international-code-of-safety-for-ships-carrying-industrial-personnel-236822/>
- Dokkum, K. v. (2020). *Ship Knowledge: Ship Design, Construction and Operation* (10. utg.). DOKMAR Maritime Publishers.
- Energidepartementet. (u.å.). *Havvind*. Hentet 6. April 2024 fra Regjeringen.no:  
<https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/landingssider/havvind/id2830329/>
- Energy, IHC Offshore. (u.å.). *Service operation vessels*. Hentet fra  
<https://www.royalihc.com/offshore-energy/offshore-vessels/service-operation-vessels>
- Hu, B., & Yung, C. (2020, 22. Desember). *Offshore Wind Access Report 2020*. TNO. Hentet fra <https://publications.tno.nl/publication/34637592/uSPDJu/TNO-2020-R11992.pdf>

- Iberdrola. (u.å.). *Saint-Brieuc offshore wind farm*. Hentet 4. April 2024 fra <https://www.iberdrola.com/about-us/what-we-do/offshore-wind-energy/saint-brieuc-offshore-wind-farm>
- Jacobsen, D. I. (2022). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (4. utg.). Cappelen Damm Akademisk.
- Jürgens, D., & Beu, I. (u.å.). *Offshore Supply Vessels equipped with Voith Schneider Propellers*. Voith. Hentet 6. April 2024 fra <https://www.dieselduck.info/machine/02%20propulsion/2006%20VSP%20in%20OSV.pdf>
- Jürgens, D., & Palm, M. (2017, 10.-11. Oktober). *Influence of Thruster Response Time on DP Capability by Time-Domain Simulations*. Dynamic positioning conference, Huston. Hentet fra [https://dynamic-positioning.com/proceedings/dp2017/561\\_Thrusters%20-%20Juergens%20-%20paper.pdf](https://dynamic-positioning.com/proceedings/dp2017/561_Thrusters%20-%20Juergens%20-%20paper.pdf)
- Jürgens, D., & Singer, S. (2021, 25.-26. Oktober). *Developments for remote controlled ship assistance operations of harbour tugs*. Tugtechnology, London. Hentet fra [https://voith.com/corpen/DAY\\_1\\_11.20\\_Sebastian\\_Singer\\_and\\_Dirk\\_Jurgens\\_VOITH\\_FINAL\\_VERSION.PDF](https://voith.com/corpen/DAY_1_11.20_Sebastian_Singer_and_Dirk_Jurgens_VOITH_FINAL_VERSION.PDF)
- Kjerstad, N. (2019). *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer: for maritime studier* (6. utg.). Fagbokforlaget.
- Kjerstad, N. (2021). *Fremføring av skip med navigasjonskontroll: for maritime studier* (5. utg.). Fagbokforlaget.
- Liang, L., Le, Z., Zhang, S., & Li, J. (2020). Modeling and controller design of an active motion compensated gangway based on inverse dynamics in joint space. *Ocean Engineering*, 197, 106864. Hentet fra <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106864>
- Maritime Safety Committee. (2008). *Code of safety for special purpose ships, 2008*. Hentet fra International Maritime Organization: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.266\(84\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.266(84).pdf)
- Maritime Safety Committee. (2016). *Interim recommendations on the safe carriage of more than 12 industrial personnel on board vessels engaged on international voyages*. Hentet fra International Maritime Organization: [https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.418\(97\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.418(97).pdf)

- Maritime Safety Committee. (2022). *international code of safety for ships carrying industrial personnel*. Hentet fra Sjøfartsdirektoratet:  
<https://www.sdir.no/contentassets/9d09fcfd83c431a891f1690e8164c4c/msc.527106-ip-code.pdf?t=1713275927517>
- Nilstun, C. (2018, 4. Mai). *kapabilitet – Store norske leksikon*. Hentet fra  
<https://snl.no/kapabilitet>
- Ren, Z., Verma, A. S., Li, Y., Teuwen, J. J., & Jiang, Z. (2021). Offshore wind turbine operations and maintenance: A state-of-the-art review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 110886. Hentet fra <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110886>
- Sandvik, E. (2016). *Design optimization of offshore construction vessels*. [Masteroppgave]. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Hentet fra  
<https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2433681>
- Scanreach. (u.å.-a). *Connect – Connect to IOT Onboard*. Hentet 21. Februar 2024 fra  
<https://www.scanreach.com/solutions/connect-to-iot-offshore>
- Scanreach. (u.å.-b). *Our Technology*. Hentet 9. April 2024 fra  
<https://www.scanreach.com/about>
- Schweitzer, J. (2015, 8. Desember). *Bridging the gap: DNV GL launches first standard for classification of offshore gangways*. Hentet fra DNV:  
<https://www.dnv.com/news/bridging-the-gap-dnv-gl-launches-first-standard-for-classification-of-offshore-gangways-49236>
- Shipadmin. (u.å.). *Shipadmin POB Solution*. Hentet 4. April 2024 fra  
<https://www.shipadmin.com/pobsol.html>
- SMST. (u.å.). *3D Motion Compensated Cranes*. Hentet 22. April 2024 fra  
<https://www.smstequipment.com/offshore-cranes/3d-motion-compensated-cranes/>
- Strathclyde University. (u.å.). *Structural Analysis*. Hentet 9. April 2024 fra Hybrid Offshore and Tidal: [https://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web\\_sites/16-17/WindAndTidal/structuralAnalysis.html](https://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/16-17/WindAndTidal/structuralAnalysis.html)
- Stute, R., & Tillessen, T. (2011,16.-17. August). *DESIGN AND BUILD CHALLENGES FOR VESSELS IN OFFSHORE WIND FARMING*. Technology and Operation of Offshore support vessel. Singapore. Hentet fra [https://www.researchgate.net/profile/Arun-Dev-6/publication/215623384\\_Proceedings\\_of\\_the\\_4th\\_International\\_Conference\\_on\\_Technology\\_and\\_Operation\\_of\\_Offshore\\_Support\\_Vessels\\_-\\_OSV\\_Singapore\\_2011\\_16-17\\_August\\_2011\\_Singapore\\_Editor\\_Arun\\_Kr\\_Dev\\_and\\_Seref\\_Aks](https://www.researchgate.net/profile/Arun-Dev-6/publication/215623384_Proceedings_of_the_4th_International_Conference_on_Technology_and_Operation_of_Offshore_Support_Vessels_-_OSV_Singapore_2011_16-17_August_2011_Singapore_Editor_Arun_Kr_Dev_and_Seref_Aks)

- Tide forecast. (u.å.). *Tide Times for Saint-Brieuc*. Hentet 4. April 2024 fra <https://www.tide-forecast.com/locations/Saint-Brieuc/tides/latest>
- Ulstein. (u.å.). *Twin X-Stern*. Ulstein. Hentet fra <https://indd.adobe.com/view/6a4c60ba-8086-418c-82b2-2750fe62d87f>
- Ulstein. (2018, 26. Juni). *Why is backing preferred in SOVs?* Hentet fra <https://ulstein.com/news/why-is-backing-preferred-in-sovs>
- UPTIME International. (u.å.). *Products*. Hentet 16. April 2024 fra <https://uptime.no/products/>
- VARD. (u.å.). *VARD 4 19 SOV/CSOV*. Hentet April 9, 2024 fra <https://www.vard.com/ship-design/vard-4-series-offshore-renewables/vard-4-19-service-operation-vessel>
- Voith. (u.å.). *What separates the eVSP from the conventional VSP?* Hentet mars 13, 2024 fra <https://voith.com/corp-en/drives-transmissions/voith-schneider-propeller-vsp/joerg-maier-on-the-evsp.html>
- Voith. (2021). *Types and dimensions Voith Schneider Propeller*. Hentet fra [https://d15nmabv5huvcn.cloudfront.net/asset/180128162393/document\\_glssip009t7rt1gkbbk5rr93d0d/vt2484-english.pdf](https://d15nmabv5huvcn.cloudfront.net/asset/180128162393/document_glssip009t7rt1gkbbk5rr93d0d/vt2484-english.pdf)
- Wu, M. (2014). Numerical analysis of docking operation between service vessels and offshore wind turbines. *Ocean engineering*, 91, 379-388. Hentet fra <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2014.09.027>
- Yin, L., Qiao, D., Li, B., Liang, H., Yan, J., Tang, G., & Ou, J. (2022). Modeling and controller design of an offshore wind service operation vessel with parallel active motion compensated gangway. *Ocean Engineering*, 266, 112999. Hentet fra <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.112999>

## Vedlegg 1: Samtykkeskjema

Vil du delta i forskningsprosjektet

### Design av Wind Farm Support Vessels

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å *samle inn informasjon rundt design av Wind Farm Support Vessels (SOV)*.

*Forskningsprosjektet skal være vår bacheloroppgave.* I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

### Formål

Dette er et spørsmål til deg om du vil delta i et intervju til en bacheloroppgave hvor problemstillingen er “Hvordan er SOV skip designet for å øke effektiviteten innenfor W2W operasjoner?”.

Vi er tre gutter som skal skrive bachelor i Nautikk- Y vei ved Høgskulen på Vestlandet. Vi vil derfor holde intervjuer med rederier og skips designere for å få relevant informasjon til prosjektet.

#### Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskulen på Vestlandet er ansvarlig for prosjektet.

#### Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får denne forespørselen fordi du/dere jobber i et firma som er relevante for vår problemstilling og vi tror du/dere kan svare på våre spørsmål innenfor design av SOV skip. Vi har spurt om intervju med noen få firma på Haugalandet.

## Hva innebærer det for deg å delta?

Vi skal holde et intervju, der vi skal stille en rekke spørsmål rundt designet av SOV skip. Det vil bli tatt lydopptak av intervjuet. Vi anonymiserer navnet til både personene vi intervjuer, men også selskapet så godt som mulig.

### Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

### Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Vi tre som skriver oppgaven vil ha tilgang til personopplysningene. Veileder kan også være innblandet og vil derfor ha tilgang til personopplysningene. Lydopptakene blir lagret på en ekstern enhet som ikke kobles til internett, og som vil bli transkribert manuelt, der navn blir anonymisert fortløpende.

Siden markedet er lite, og det er et begrenset antall stillinger innenfor dette, vil man muligens kunne gjenkjenne personer i publikasjonen ved hjelp av å vite hvilke firma de jobber i, og hvilke stillinger de har. Vi vil arbeide for å prøve å begrense dette.

### Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes ved innlevering av bachelor ca. mai 2024. Etter prosjektslutt vil personlig informasjon bli slettet.

## Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Høgskulen på Vestlandet har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

## Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

## Student

Navn: Kjell Kolbeinsen

E Post: [Kjell.Kolbeinsen@hotmail.com](mailto:Kjell.Kolbeinsen@hotmail.com)

Tlf: 41540043

## Veileder

Navn: Torkel Bjarte Larsson

E Post: [Torkel.Barte.Larsson@hvl.no](mailto:Torkel.Barte.Larsson@hvl.no)

## HVL personvernombud

Navn: Trine Anikken Larsen

E Post: [Trine.Anikken.Larsen@hvl.no](mailto:Trine.Anikken.Larsen@hvl.no)

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: [personverntjenester@sikt.no](mailto:personverntjenester@sikt.no) eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

*Veileder*

Torkel Bjarte Larsson

*Studenter*

Kjell Kolbeinsen

Johannes Helgesen

Sindre Husebø



---

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet **Design av Wind Farm Support Vessels**, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- Å delta i intervju
  
- At opplysninger om meg publiseres slik at jeg kan gjenkjennes  
(Arbeidsplass/Stilling)*

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

## Vedlegg 2: Intervjuguide

### Intervjuguide

1. Hadde dere noen tidligere erfaringer som dere tok med til design-biten fra tidligere skip?
2. Hvor spesifikke er designkravene som gis til designbyråene?
3. Hvor tidlig er designbyråene involvert i prosessen?
  - Hvordan foregår samarbeidet med designfirma
4. Var vindparkoperatør/klienter involvert i designet av skipet?
  - Hva fokuserte de på?
5. Har designet på vindmøller påvirket designet på skipet? - Hvordan?
6. Hvilke funksjoner skal skipet kunne utføre?
7. Hvilke begrensninger var det på lengde/bredde/størrelse/liknende?
8. Hva var design fart/endurance/kapabilitet mål dere ville nå?
  - Hvordan har dere tatt hensyn til fuel kapasitet?
9. Hvilke begrensninger var satt innenfor økonomien?
10. Hva har dere i designbiten gjort for å øke arbeidsflow på skipet?
11. Integrated bridge? (Kranfører på bro) - Er det verdt det?
12. Begrensninger på vindfang til skipet
13. Hvordan har dere måtte tilpasse dere SPS/IP koden
14. Hvordan har dere møtt kravene til silent/comfort class?

15. Hvordan er skrogdesignet tilpasset for å optimalisere drivstoffeffektivitet og bølgemotstand under W2W-operasjoner?
16. Hvordan vet personer som skal over på møller når de er fremme der de skal arbeid
17. Hvilke krav stiller dere til at skip skal være operasjonelle (kan utføre arbeid i dårlig vær f.eks.)?
18. Hvilke områder ble det lagt mest fokus på under design av SOV skip?  
Effektivitet/lugarkapasitet/kapabilitet/størrelse/pris/
19. Er ønsket stabilitet annerledes enn hos andre offshore skip?
20. Er det noe innen maskin som er endret for å øke kapabilitet?
  - Hvordan kom dere fram til ønsket batterikapasitet?
  - Bruk av Voith Schneider vs Azipod?
21. Forandret de økonomiske begrensningene seg under designet?
  - Hvis budsjettet hadde vært høyere, hva ville dere inkludert?
22. Var det noen design aspekter som ble endret mellom skip/ hvorfor?
  - Er det noe som ble endret etter ønske av klient?
23. Det er deler som skal lagres og forflyttes fra skipet til vindmøllene under vedlikehold, hvordan er systemene for dette bygget opp?
24. Er det noen systemer som var planlagt, men som ikke ble inkludert i sluttdesignet?
25. Er det noen aspekter av skipet som ble bedre enn planlagt?
26. Visittkort/innsjekk utsjekk over gangbro
  - POB