



CHALMERS



SOV och CTV

En jämförelse mellan fartygstypernas kapacitet inom den havsbaserade vindkraftsindustrin

Examensarbete inom Sjökapstensprogrammet

Axel Ahlström

Albert Ahlström

RAPPORTNR. SK-15/189

SOV och CTV

En jämförelse mellan fartygstypernas kapacitet inom den
havsbaserade vindkraftsindustrin

AXEL AHLSTRÖM
ALBERT AHLSTRÖM

Institutionen för sjöfart och marin teknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2015

SOV och CTV

En jämförelse mellan fartygstypernas kapacitet inom den havsbaserade vindkraftsindustrin

SOV and CTV

A comparison between the vessel-types capacity in the offshore wind industry

AXEL AHLSTRÖM

ALBERT AHLSTRÖM

© AXEL AHLSTRÖM, 2015.

© ALBERT AHLSTRÖM, 2015.

Rapportnr. SK-15/189

Institutionen för sjöfart och marin teknik

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon + 46 (0)31-772 1000

Omslag:

[Esvagt Froude, Service Operation Vessel.]

Tryckt av Chalmers

Göteborg, Sverige, 2015

SOV och CTV

En jämförelse mellan fartygstypernas kapacitet inom den havsbaserade vindkraftsindustrin

AXEL AHLSTRÖM

ALBERT AHLSTRÖM

Institutionen för sjöfart och marin teknik

Chalmers tekniska högskola

Sammanfattning

Den här studien försöker tydliggöra vad Service Operation Vessels och Crew Transfer Vessels är för fartygstyper. Genom att beskriva hur den havsbaserade vindkraftsindustrin för tillfället ser ut och även genom att intervjua företrädare från olika rederier och energibolag i branschen undersöks hur introduktionen av de nya SOV-fartygen kommer påverka transport och logistikproblemen som tillfaller med detta. I rapporten beskrivs det hur transfers utförs av SOV och CTV och övergripande om på hur alternativet helikoptrar kan användas för transfers offshore i svåra väderförhållanden. Samt behandlas konceptets fördelar, brister som finns och de risker som kan uppkomma vid transfers till havs. Miljöfaktorn där mängden utsläpp av NO_x och SO_x estimerades av de båda fartygstyperna. Svar gavs också positivt för frågorna om hotellfartyg tillsammans med CTV's kommer utgöra en stark konkurrens till SOV's framgångar och om vindkraftverk parkernas ständiga avancering från kusten kommer att kräva ett annat alternativ än enbart CTV's. Dock kvarstår att CTV har ett stort övertag mot SOV inom de kustnära vindkraftsparkerna; större hastighet, flexibilitet och en högre tolerans för misstag. Studien är utförd enligt kvalitativ metod med semistrukturerade intervjuer för att finna ut svar till frågeställningarna. Studien inleds med teori och sedan en resultat analys som knyts samman i ett diskussionskapitel så att läsaren får en överblickande bild om ämnet.

Nyckelord: havsbaserad vindkraft, Transfers, Service Operation Vessel, Crew Transfer Vessel, Tillgänglighet, Kustnära, icke kustnära, Underhåll, Turbin, Vindkraftspark

Abstract

This study attempts to clarify what kind of concepts the Service Operation Vessels and Crew Transfer Vessels are. By describing how the offshore wind industry currently looks and by interviewing representatives from various shipping- and energy companies in the offshore wind industry, the introduction of the new SOV vessels is examined. This Thesis will investigate how the new type of vessels will affect the problems occurring with the transportations and logistics during transfers in the offshore wind business. This thesis describes how transfers are performed with SOV's and CTV's. Also illustrated is an overview of transfers using helicopters when the weather situation demands it. The Thesis explores the advantages, disadvantages and risks involved in transfers offshore. This study estimates the emission of NO_x and SO_x gases emitted by the types of vessels. Answers were also positive for the question if Accommodation vessels along with CTV's will prove a strong competitor to the SOV's success and if the wind turbine parks continual advancement from the coast will require an additional option other than CTV's alone.

Fact remains that the benefits of using a CTV compared to an SOV near coastal waters provides greater speed, greater flexibility and a tolerance for mistakes that gives the CTV the upper hand in the coastal wind turbine parks. This study is performed according to the 'qualitative method', using semi structured interviews aimed to answer the questions provided. This thesis begins with chapters involving the relevant theory followed by a results analysis that ties together in a chapter with discussion, to provide the reader an overviewing image of the subject.

Keywords: Offshore Wind, Transfers, Service Operation Vessel, Crew Transfer Vessel, Accessibility & Availability, Near-shore, Far-offshore, Offshore maintenance, Turbines, Wind farm

Förord

Författarna skulle vilja tacka alla personer som ställt upp för oss att möjliggöra denna rapport.

Tack till alla som ställt upp på intervjuer och stöttat oss i uppgiften och flickvän och familj när det varit tufft.

Vi skulle vilja tacka följande personer som tagit sig tid att ställa upp på intervjuer med oss för att möjliggöra denna analys:

Presenterade i kronologisk ordning efter tidpunkt vid mötenas utförande:

David Kristensson – CEO – Chief Executive Officer, Northern Offshore Services

Jahn Engström - Engström Rederi, Newbuilding manager (Specialist i Sverige på att konstruera SOV)

Pia Lanken - Site-Manager Rödbysand, EON

Jens Lyck – Marine Operations Engineer, EON

Allan Overbeck - Head of Operation Horns Rev 2, DONG

Ole Ditlev Nielsen – CCO – Chief Commercial & Safety Officer, ESVAGT

Andres Chacon Fidalgo – Technical Project Manager, Siemens

Simon Johansson – Marine Superintendent och före detta kapten på CTV's för Northern Offshore Services

Många tack våra Danska vänner!

Ett extra stort tack till våra handledare som genom sin goda handledning gjorde arbetet möjligt:

Christopher Anderberg; Human Factors och Navigation

Fredrik Olindersson; Tekniklektor och doktorand

Innehållsförteckning

Sammanfattning	i
Abstract	ii
Förord	iii
1 Förkortningar & Ordlista	vii
Figurförteckning	viii
Tabellförteckning	ix
1 Introduktion/Inledning	1
1.1 Syfte.....	2
1.2 Frågeställning.....	2
1.3 Avgränsningar	2
2 Bakgrund och/eller Teori	4
2.1 Vad är en havsbaserad vindkraftverkspark?.....	4
2.2 Planering och projektering	5
2.2.1 Vindkraftsparkens bas.....	5
2.2.2 Fundamenttyper	5
2.2.3 Avstånd till hamn:	6
2.2.4 Tillstånd för vindkraftverksprojekt till havs:	6
2.3 Utveckling & ekonomi av offshore wind industrin	7
2.3.1 Storbritanniens vindkraftsprogram.....	7
2.3.2 Ekonomiöverblick.....	8
2.4 Fartyg vid konstruktionsfasen.	9
2.4.1 Heavy lift vessels	9
2.4.2 Jack up fartyg.....	9
2.5 Underhåll & Transporter (Transfers).....	10
2.5.1 Underhåll.....	10
2.5.2 Transfers:.....	10
2.6 Tillgänglighet & Tillförlitlighet.....	11
2.7 Logistik till havs	13
2.7.1 CTV – Crew Transfer Vessel.....	13
2.7.2 SOV - Service Operations Vessel	14
2.7.3 DP – Dynamisk Positionering.....	15
2.7.4 Vågkompenserad landgång.....	15

2.7.5	Helikopter.....	17
2.7.6	Hotellfartyg (Flytande bostadsplattformar).....	18
3	Metod.....	19
3.1	<i>Metod (Kvalitativ & kvantitativ):</i>	19
3.2	<i>Litteratursökning:</i>	19
3.3	<i>Intervjuer (Semistrukturerad):</i>	19
3.3.1	Pilot-test	19
3.3.2	Strukturerade intervjuer	20
3.3.3	Ostrukturerade intervjuer	20
3.4	<i>Deltagare</i>	20
3.5	<i>Etik</i>	20
3.6	<i>Dataanalys</i>	20
3.7	<i>Validet och reliabilitet</i>	21
4	Resultat.....	22
4.1	<i>CTV & SOV Operationella begränsningar:</i>	22
4.1.1	Transfers.....	22
4.1.2	Vågkompenserad landgång:.....	23
4.1.3	Sjöförhållanden & vindförhållanden	23
4.1.4	Tillgängligheten mellan vindkraftsparker nära kusten och långt ifrån kusten	23
4.1.5	Specialarbeten.....	24
4.1.6	Konstruktionsfas.....	24
4.1.7	SOV kombinerat med farkoster.....	24
4.1.8	Risker	25
4.2	<i>Miljö & Ergonomi resultat</i>	25
4.2.1	Utsläpp	25
4.2.2	Ergonomi	25
4.3	<i>Framtids resultat:</i>	26
5	Diskussion.....	27
5.1	<i>CTV & SOV operationella begränsningar diskussion</i>	27
5.1.1	Transfers.....	27
5.1.2	Vågkompenserad landgång.....	27
5.1.3	Sjöförhållanden & vindförhållanden	27
5.1.4	Tillgängligheten mellan vindkraftsparker nära kusten och långt ifrån kusten	28
5.1.5	Specialarbeten.....	28
5.1.6	Konstruktionsfas.....	29

5.1.7	SOV kombinerat med helikopter.....	29
5.1.8	Risker	29
5.1.9	Ekonomiska aspekter	29
5.1.10	Att kombinera och komplimentera SOV med CTV.....	29
5.2	<i>Miljö & Ergonomi</i>	30
5.2.1	Miljö.....	30
5.2.2	Ergonomi	30
5.3	<i>Framtiden</i>	30
5.4	<i>Metoddiskussion</i>	31
5.4.1	Val av metod.....	31
5.4.2	Intervjuer.....	31
5.4.3	Validitet och Reliabilitet	31
5.4.4	Valet av att presentera resultat data i tabeller i kapitlet 4 Resultat	32
5.4.5	Källkritik.....	32
6	Slutsatser	33

1 Förkortningar & Ordlista

Svenska termer:

Riggare: Tekniker som arbetar med vindkraftverk offshore

Signifikant våghöjd: bestäms från höjden av alla vågor under en 30 minuters period. Sedan beräknas medelhöjden för den tredjedel av dessa vågor som var högst och detta definieras som signifikant våghöjd. (SMHI.se)

DP: Dynamisk positionering

Engelska termer:

Deadline: Tidpunkt ett projekt måste vara färdigt.

Charter: Hyra ett fartyg

CTV: Crew Transfer Vessel

Far-offshore: Långt från närmsta kust

Monopile: Fundamentet på vindkraftsverken: På dem sitter båtlandningen.

Multipurpose vessel: Fartyg som är special anpassat för att kunna göra många olika typer av arbete.

Near-shore: Kustnära

Round: Runda, Fas

Offshore Wind: Vindkraftsbranschen till havs

OSV: Offshore Supply Vessel.

SOV: Service Operations Vessel

ROV: Remote Operated Vehicle

Substation : Station som samlar elektriciteten som genereras av vindkraftverken och sänder det via en kabel iland

Transfers: Passagerare som embarkerar och bordar fartyget från båtlandningen på vindkraftverket.

Transit: Då fartyget kör till och från parken.

W2W: Walk to Work vessel

Energitermer

MW: Megawatt

GW: Gigawatt

Miljö termer:

NOx: Kväveoxider

SOx: Svaveldioxid

Figurförteckning

Figur 1 – Demonstrerar hur en vindkraftspark kan vara uppbyggd	4
Figur 2 – Beskriver hur ett vindkraftverk till havs är uppbyggt	4
Figur 3 – Demonstrerar hur turbinerna är kopplade till en station som sänder elektricitet därifrån som genereras av turbinerna iland.....	5
Figur 4 - Demonstrerar en gravitationsbas; Ett fundament av cement.....	6
Figur 5 - Demonsterar en monopile; Ett tubfundament av stål.....	6
Figur 6 - Visar hur det kommer att behövas större fartyg samt helikoptersupport i Storbritanniens vindkraftsprogram till havs när round 2 och 3 som kommer vara 12 NM respektive 40 NM ute till havs ska sättas i verk.....	7
Figur 7 – Visar EWEA:s rapport (2015): Hur vida energi tillverkningen är fördelad inom olika segment i EU.....	8
Figur 8 – Visar EWEA:s rapport (2015): Hur mycket megawatt som produceras av nya installationer av vindturbiner per år jämfört mellan land och hav.....	9
Figur 9 - Visar Fartyget Svanen som har en "hydraulisk hammare" kopplad på sin krans vajer. Dessa används för att slå ner fundamenten i lerig botten till turbinerna med tryckkraft.	9
Figur 10 – Visar hur SEA WORKER är "upphissad" i luften och kan med hjälp av kranen placera turbinens övre delar som skall på plats på fundamentet.	10
Figur 11 – Visar hur många dagar om året ett fartyg skulle kunna klara av att utföra transfers i jämförelse med vilken signifikant våghöjd den klarar uppgiften säkert.	12
Figur 12 – Visar enligt ORECCAS rapport 2015: olika CTV's acceptabla res-tider till en vindkraftspark till och från hamn. Distansen påverkar tillgängligheten då tiden fartygen kan utföra operationer ute på minskar om dem är hamnbaserade under icke operationell tid.	12
Figur 13 – Visar en bild på en CTV i katamaranform.....	13
Figur 15 – Beskriver vad ett DP-system kompenserar för	15
Figur 16 - A-Type.....	16
Figur 17 - E-Type	16
Figur 18 - Fartyget Siem Moxie, 73m, en SOV som är utrustad med Uptimes vågkomparerade landgång.....	17
Figur 19 - Visar när en CTV ska borda ett hotellfartyg för att plocka ombord tekniker till sitt dagliga arbete.....	18

Tabellförteckning

Tabell 1 - Summerar deltagarnas gemensamma svar för data som är relevant till nedan kapitel	22
Tabell 2 - Summerar deltagarnas gemensamma svar för data som är relevant till nedan kapitel	25
Tabell 3 - Summerar deltagarnas gemensamma svar för data som är relevant till nedan kapitel	26

1 Introduktion/Inledning

Vindkraftverksbranschen till havs har expanderat kraftigt under de senaste årtionden och nya idéer uppkommer ständigt för att förbättra och effektivisera transporten av tekniker och material till turbiner. Tidigare har arbetet utförts av fartyg som kallas Crew Transfer Vessels (*4coffshore LA-*) men på senare tid har en större typ av supplyfartyg kommit till branschen som kallas Service Operation Vessels. Transporter till vindkraftsturbinerna kan även utföras med helikopter (*4coffshore WFV-*).

Branschen beskådar dessa fartygskoncept med intresse och det spekuleras i om SOV-fartygen kommer att förbättra säkerheten och komforten för transfers av personal och verktyg inom den havsbaserade vindkraften (*taking offshore wind into new waters by Siemens, 2015*) så har författarna genom intervjuer försökt finna ut vad branschens experter har för uppfattning om dessa fartygstyper.

Vindkraftsparkerna som byggs blir allt större samt byggs längre ut till havs. (EWEA, 2015), vilket kräver nya logistiska lösningar för att utföra de utmaningar och behov som tillkommer under byggnationen samt underhåll av turbinerna.

Företag hävdar att introduktionen av SOV kommer att erbjuda en effektivare och komfortablare service än vad en CTV kan erbjuda när tillgängligheten kommer minska då icke kustnära vindkraftsparkers positioner innebär sämre sjöförhållanden och längre transportsträckor till och från land (*4coffshore, WFV-*).

Involverade personer i branschen från olika rederi och energibolag har ställt upp på att intervjuas författarna hoppas få en djupare förståelse i vad den havsbaserade vindkraftsindustrin behöver och vilka lösningar som är aktuella för att lösa dessa behov.

Med sjömansbakgrund, arbetserfarenhet som matros och styrman och även fyra års erfarenhet som bl.a. kaptener på CTV-fartyg, framkom idéen att studera dessa två fartygstyper och jämföra deras kapacitet och effektivitet inom vindkraftsindustrin till havs. Industrin upplevs som mycket spännande då den nu är i en stor expansionsfas och det anses finnas stora möjligheter att lösa nuvarande branschens utmaningar. Därför valdes att undersöka de två olika fartygstyper som är mest aktuella och analysera industrins utveckling och kapacitetskrav.

Arbetet kommer kort att överblicka branschens historia, utveckling och överblickande utforska dess ekonomiska aspekter.

1.1 Syfte

Syftet med arbetet är att klargöra det nya konceptet SOV och det utvecklade konceptet CTV kapacitetsbehov i den havsbaserade vindkraftsindustrin

Analysera fartygen med fokus på hur dem klarar av att leverera transfers mellan turbiner under svåra sjöförhållanden. Ekonomiska aspekter som kostnad, förvaringsutrymme samt hur ofta de behöver ta sig till och från fält. Hur förhållandena kommer att förändras för fartygstyperna när vindkraftsverksparkerna byggs längre ut från kusten.

Med studien tillkommer förhoppningar om att det ska uppstå diskussion kring ämnet i den havsbaserade vindkraftsindustrin då det är för nuvarande stund högaktuellt och eventuellt leder till idéer om nya lösningar för problemen som uppdagas i rapporten.

1.2 Frågeställning

Huvudfrågor:

- Vad är skillnaden mellan SOV och CTV i underhålls- och inspektionsfasen inom den havsbaserade vindkraftsindustrin?
- Hur kommer framtida vindkraftsparker med större avstånd från kusten påverka användningen av SOV/CTV ?

Bifrågor:

- Under hur svåra sjöförhållanden kommer fartygstyperna jämfört med varandra klara av att transportera tekniker till vindkraftverken?
- Hur kommer fartygstyperna prestera mot varandra när de jämförs under vindkraftparkernas konstruktionsfas?

1.3 Avgränsningar

Endast översiktligt gå in på att jämföra de ekonomiska aspekterna som råder inom den havsbaserade vindkraftsindustrin. För att läsaren ska få så tydlig, enkel och överblickande information som möjligt om hur branschen ser ut och kommer att expandera.

Endast koncist och översiktligt beskriva fartygstyperna SOV och CTV samt relaterade objekt till studien som sammanhör. Inte beskriva för noggrant tekniska detaljer för att informationen till läsaren ska vara enkel och lätt att överblicka.

Endast enkelt och översiktligt beskriva tekniska detaljer kring vindkraftverk till havs. Bakgrunds information om detta behövs för att förstå sammanhanget i industrin men att beskriva noggrant alla detaljer anses inte väsentligt till studiens syfte och information.

Översiktligt undersöka hur miljö och ergonomiaspekter kring SOV och CTV. Kort beskriva hur det ser ut idag och hur det går att effektivisera i dessa frågor i studien för att visa vad framtiden kan innehålla för branschen.

Geografiskt begränsa studiens analys inom Europa. Just nu sker den större utvecklingen av industrin här. Att jämföra branschen globalt i studien anses vara för omfattande och irrelevant.

2 Bakgrund och/eller Teori

Kapitlet som följer kommer att beröra grundläggande kunskap om den havsbaserade vindkraftens historia och utveckling. Överblicka SOV med DP-system med vågkompenserade landgångar och CTV's med bordningsplattform.

2.1 Vad är en havsbaserad vindkraftverkspark?

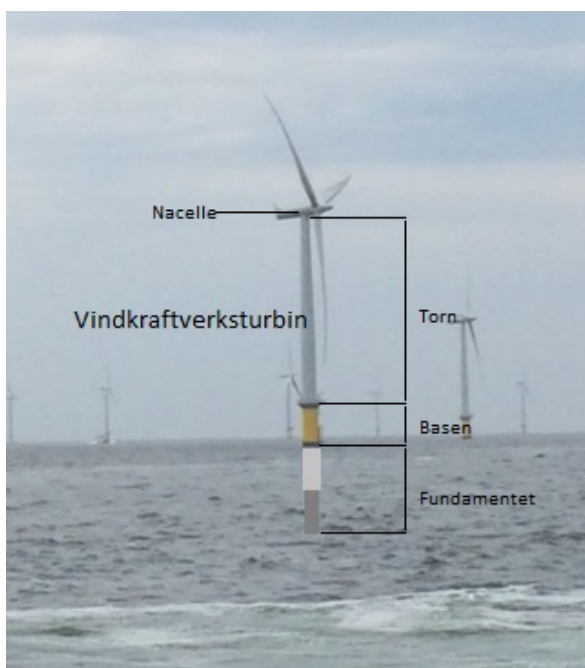
En vindkraftspark till havs består av en mängd turbiner oftast placerade på en plats där det inte är för djupt, där avståndet till land kan anses vara tillräckligt kort och där medelvindfarten bedöms vara hög (Thomsen, 2014). Figur 1 demonstrerar en vindkraftspark till havs:



Figur 1 – Demonstrerar hur en vindkraftspark kan vara uppbyggd

En turbin består av huvudsakligen tre komponenter:

Tornet; basen som sitter fast på botten. Nacellen; Delen längst upp på vindkraftverksturbinen där generatoren är placerad och Rotorn; De tre vingarna som är festsatta i hubben. (Thomsen, 2014). Se figur 2:



Figur 2 – Beskriver hur ett vindkraftverk till havs är uppbyggt

Luft som rör sig mot turbinerna skapar ett aerodynamiskt lyft som får vingarna och rotern att rotera. Sensorer känner av vilken riktning som utnyttjar vinden optimalt och får turbinens maskineri att vrida Nacellen i den riktning som är bäst. Varje turbin är kopplad till en generator som i sin tur är kopplade till kablar som går genom vattnet (Rock, Parsons, 2010) till en mellanstation, en Substation (Anholt- 2015).

Substationen samlar och ger all information som behövs för att driva parken, den sänder även information om något av tornen behöver underhåll och hur mycket elektricitet parken genererar (The Crown Estate, Transmission infrastructure, 2015). Den fungerar också som navet som sänder in all genererad elkraft till en liknande station i land som sedan sprider ut den genererade elektriciteten där den behövs, i hushåll och fabriker (The Crown Estate; Transmission infrastructure, 2015). Se figur 3:



Figur 3 – Demonstrerar hur turbinerna är kopplade till en station som sänder elektricitet därifrån som genereras av turbinerna iland.

2.2 Planering och projektering

2.2.1 *Vindkraftsparkens bas*

När grunderna för en vindkraftspark till havs planeras så tittas det huvudsakligen på tre faktorer:

1. Vattendjup:

Vattendjupet påverkar byggnadsfasen i hur konstruktionsfartyg kan komma åt den planerade platsen för tornet, under byggnadsfasen ska fartyg så som CTV eller SOV även kunna tillgodose tornet med ett antal tekniker som kan utföra sin del av arbete för att tornet skall kunna konstrueras och utföras service på (Thomsen, 2014).

2. Vågtryck:

Vågtrycket på en planerad plats påverkar det böjande momentet på turbinen i en större omfattning än vinden på turbinen. Noggranna historiska och nutida iakttagelser är av avsevärd vikt vid planeringen av en vindkraftspark (Thomsen, 2014).

3. Bottenbeskaffenhet:

Hur botten ser ut och vilket material den består av avgör vilken typ av bas vindkraftverksturbinen skall ha. Ibland kan botten behövas planas ut så det kan passa med en gravitationsbas, ibland kan det behöva grävas eller borraras om t.ex. en monopile skall användas som bas. Kravet att ha en bra stabil placering är av yttersta vikt för att en turbin skall kunna installeras och användas (Thomsen, 2014).

2.2.2 *Fundamenttyper*

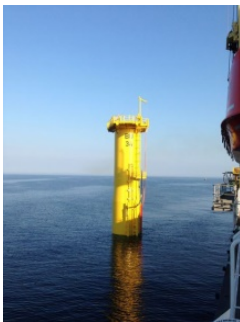
De typer av fundament som används vid en vindkraftspark till havs avgörs av de yttre förhållandena men också av ekonomin (Thomsen, 2014).

En **gravitationsbas** är ett tungt cementfundament där fundamentets tyngd skapar en stabil bas för turbinens operation, cement är förhållandevis billigt men med mängd, konstruktion, applicering på korrekt plats med hänsyn till transport och förberedelse och installation så blir en gravitationsbas en dyr lösning (Thomsen, 2014). Se exempel i figur 4:



Figur 4 - Demonstrerar en gravitationsbas; Ett fundament av cement

En **monopile** är en tub av stål som är fastpålad i marken med en stor hydraulisk hammare och skapar på så vis en bas, på denna basen placeras sedan turbinen. Dessa baser är billigare än cementfundamenten och används mest frekvent inom offshore vindkraft (Thomsen, 2014). Se exempel i figur 5:



Figur 5 - Demonstrerar en monopile; Ett tubfundament av stål

2.2.3 **Avstånd till hamn:**

Avståndet till hamnarna kan avgöra en stor del i hur mycket projektet kommer kosta i tid och pengar. Det kommer också påverka frekvensen av hamnanlöp, storleken som krävs på fartyg för konstruktion och underhåll, hur länge en tekniker kommer kunna arbeta under sin arbetsdag och hur fort en dag kan avbrytas om parken skulle överraskas av dåligt väder (Port of Hvide Sande, 2015-03-15). Större avstånd från hamn till vindkraftverkspark leder till avsevärda kostnader i tid vid planerat underhåll och i synnerhet vid oplanerat underhåll (Cockburn, Stevens & Dudson, 2015-03-15). Ett större avstånd till en offshore vindkraftverkspark innebär också förlust av elektrisk energi vid transport till landstation (Uswitch, 2015-05-10).

2.2.4 **Tillstånd för vindkraftverksprojekt till havs:**

Då ett projekt planeras så avgör förutom de yttre omständigheterna också i vilket land projektet skall konstrueras. Då vissa länder har hårdare bestämmelser än andra så är detta en faktor som kan orsaka eller undvika kostnader i förseningar och arbete för ett projekt (Thomsen, 2014).

2.3 Utveckling & ekonomi av offshore wind industrin

2.3.1 Storbritanniens vindkraftsprogram

Storbritannien har världens mest omfattande vindkraftsprogram till havs och är därför ett bra exempel att presentera för att skåda omfattningen av expansionen av industrin.

Enligt (Hassan, 2013) har Storbritannien sina kallade round 1, 2 och 3 program som utfall/utfaller följande:

Round 1: (2000) Skulle vindkraft till havs prövas i en demonstrativ skala. Parker byggdes med cirka 30 turbiner i varje på 18 olika platser (Hassan, 2013).

Round 2 (2003) Nya områden släpptes till energibolag längre ut till havs än round 1 för konstruktion av vindkraftparker. Detta för att bygga parker på större kommersiell skala inom tre strategiska områden (The Greater Wash, The Thames Estuary och Liverpool Bay), Femton projekt blev sammanlagt utdelade för konstruktion (Hassan, 2013).

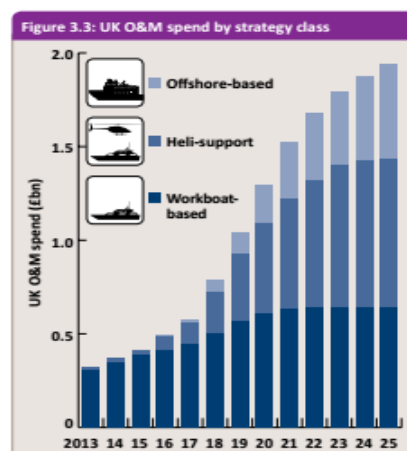
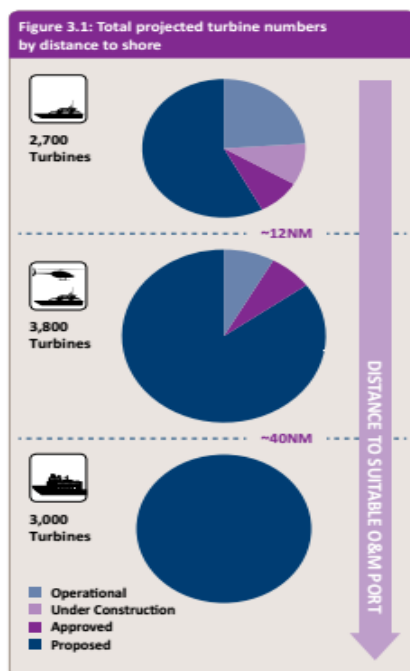
Round 3 (2020) Framtida vindkraftsutbyggnad ännu längre ute till havs än round 2 som ska förse 25GW av elektricitet till Storbritannien i nio stora zoner (Hassan, 2013).

Ytterligare:

(2008) Släpptes havsområden runt Skottlands havsterritorium för att bygga parker.

(2009) Släpptes extra bjudningar om havsområden inom round 1 och 2 för vindkrafts park projekt.

Marknaden för underhållet av turbinerna förväntas att öka med 1,2 miljarder £/år och runt 2020 med 2 miljarder - I Storbritannien ensamt och vid slutet utav 2020 räknas det med att det ska finnas 4000 operationella vindkraftsturbiner (Hassan, 2013).

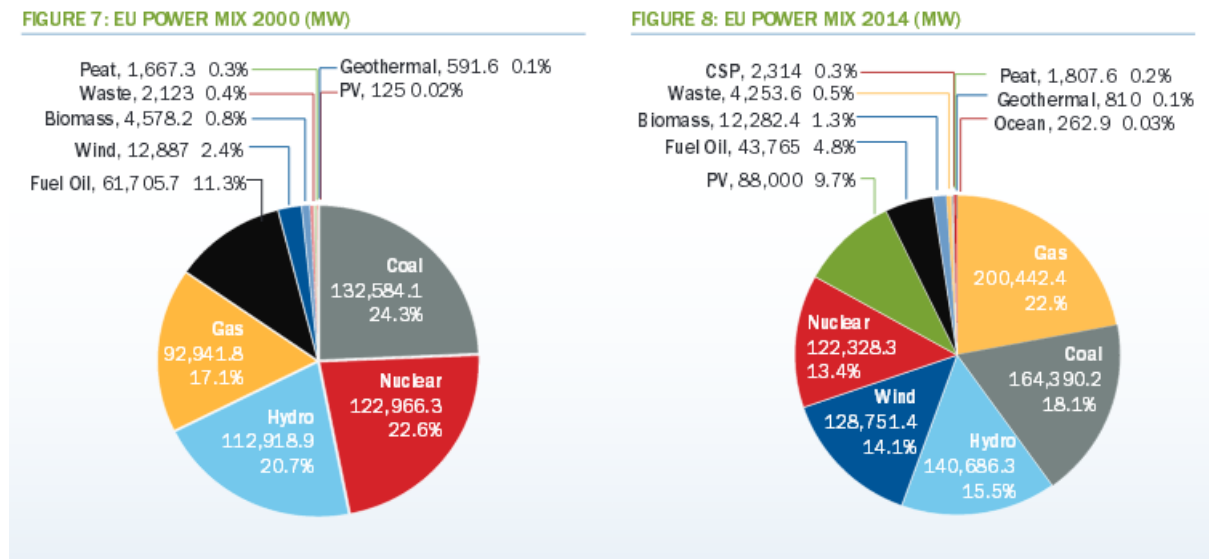


Figur 6 - Visar hur det kommer att behövas större fartyg samt helikoptersupport i Storbritanniens vindkraftsprogram till havs när round 2 och 3 som kommer vara 12 NM respektive 40 NM ute till havs ska sättas i verk.

2.3.2 *Ekonomiöverblick*

Enligt: EWEA, The European wind energy association rapport (2015): Produceras det nu 128,8 GW av vindkraftverk inom EU: cirka 120,6 GW iland och 8 GW till havs. 2014 ökade energiförsörjningen av vindkraftverken med 11,4 GW och den totala försörjningen inom EU uppgår till 14,1 % (Giorgio, 2015).

Sedan 2000 har 29,4 % av EU:s nya energiförsörjning kommit ifrån nyinstallation av vindkraft, 56,2% förnyelsebar energi och 91,1 % förnyelsebar och gas kombinerat (Giorgio, 2015). Se figur 7:



Figur 7 – Visar EWEA:s rapport (2015): Hur vida energi tillverkningen är fördelad inom olika segment i EU

Inom EU finns det en ambition att ytterligare frångå fossil energitillförsel och byta ut till förnyelsebar sådan i framtiden (Giorgio, 2015).

Tyskland är det ledande landet inom energiförsörjning med vindkraft följt utav Spanien, Storbritannien och Frankrike (Giorgio, 2015).

2014 bestod 59,5% av alla nyinstallationer av vindkraft inom två länder: Tyskland och England (Giorgio, 2015).

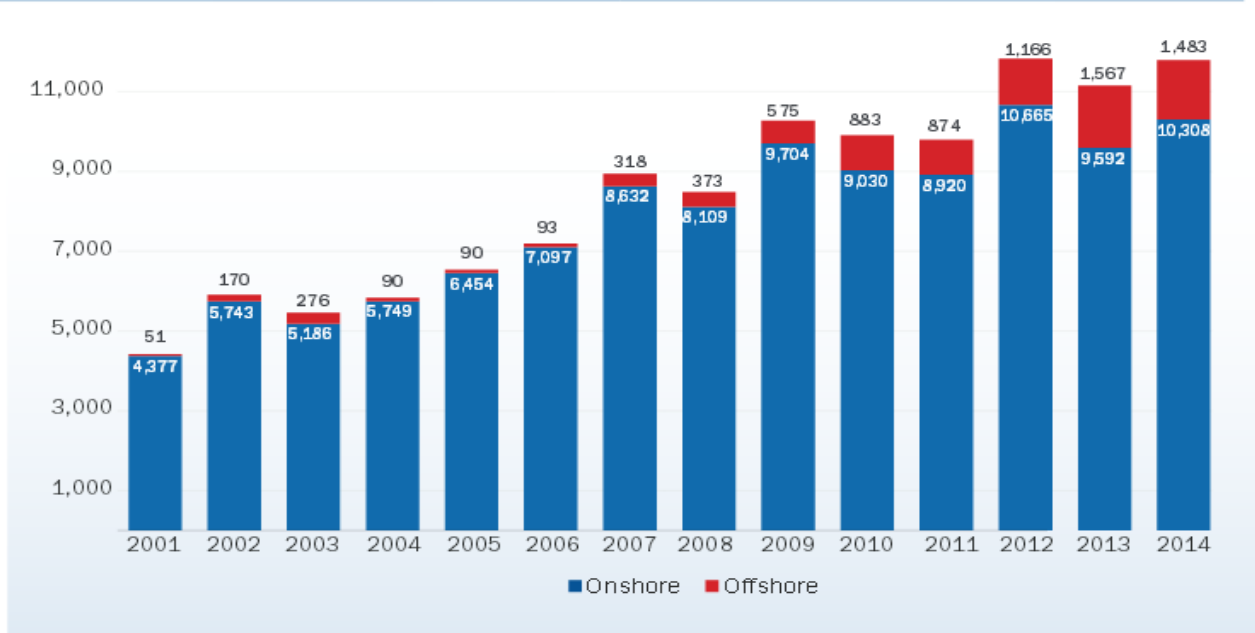
2013 bestod 77,2% av alla nyinstallationer av fyra topp länder, Tyskland Storbritannien, Sverige och Frankrike (Giorgio, 2015).

EU har investerat ca 13,1 - 18,7 miljarder € på sina vindkraftsparker. Runt 8,9 – 12,8 miljarder € iland och 4,2 – 5,9 miljarder € till havs (Giorgio, 2015).

2014 minskade nybyggnation av vindkraftsverk till havs jämfört med iland med 5,3% från 2013. Idag består i EU 12,6 % av den totala vindkraftsindustrin till havs, ner från 14% 2013 (Giorgio, 2015).

I figur 8 är EWEA'S tabell som demonstrerar hur mycket megawatt som produceras av nyinstallationer med vindkraftverk varje år i Europa sedan 2001:

FIGURE 11: ANNUAL ONSHORE AND OFFSHORE INSTALLATIONS (MW)



Figur 8 – Visar EWEA:s rapport (2015): Hur mycket megawatt som produceras av nya installationer av vindturbiner per år jämfört mellan land och hav.

2.4 Fartyg vid konstruktionsfasen.

2.4.1 *Heavy lift vessels*

Fartyg med 'hydrauliska hammare' är fartyg så som Svanen, Dessa fartyg används vid installationer av monopilebasen (J.Bard, F. Thalemann, 2015).

I figur 9 är ett exemplar av fartygstypen:



Figur 9 - Visar Fartyget Svanen som har en "hydraulisk hammare" kopplad på sin kran vajer. Dessa används för att slå ner fundamenten i lerig botten till turbinerna med tryckkraft.

2.4.2 *Jack up fartyg*

Efter att en monopile eller gravitationsbas har placerats på korrekt plats används fartyg så som SEA WORKER (4coffshore- 2015). SEA WORKER är ett så kallat Jack up fartyg där det pråmformade skrovet har 4 pelare installerade som används som bas där fartyget kan hissas upp för att på så vis undvika att påverkas av tidvattenförändringar och vågor. Jack up fartyg används för att installera turbinens övre delar på ett fundament (TheCrownEstate, Jack-up vessel optimization, 2014). Ett exemplar av fartygstypen i figur 10:



Figur 10 – Visar hur SEA WORKER är ”upphissad” i luften och kan med hjälp av kranen placera turbinens övre delar som skall på plats på fundamentet.

2.5 Underhåll & Transporter (Transfers)

2.5.1 Underhåll

Underhållet för en vindkraftverkspark till havs består huvudsakligen av två segment. Det planerade och schemalagda underhållet och det oplanerade underhållet som inte kan schemaläggas (Thomsen, 2014).

Det förebyggande underhållet på vindkraftverken är en nödvändig process för att hålla turbinerna i gott skick så att elkraft kan produceras och att driftstopp kan undvikas. Kostnaderna för det pågående underhållet ökar kraftigt med expansionen av branschen. Ett vindkraftverk brukar normalt vara operationellt i 20 år efter installation. (Hassan 2013).

2.5.2 Transfers:

Teknikerna utför det underhållande arbetet som är kritiskt för att turbinerna ska fungera och hållas i bra skick. För transporten av teknikerna ute till havs används normalt fartyg (Hassan 2013).

Den vanligaste typen av dessa är CTV's och är oftast byggda av modellen katamaran som normalt kan transportera 12 passagerare eller som på vissa utav dem fler (J. Bard, F. Thalemann, 2015).

CTV-fartygen kör fram till en bordningsplattform som består av två pelare med en stege mellan som teknikerna kan använda för att klättra upp till vindkraftverkets plattform. CTV-fartygen är utrustade med en gummilist-fender i fören och när fartyget trycks mot pelarna med maskinkraft uppstår friktion som gör att fartygets rörelser av sjögången minskas. När fartyget ligger tryckt mot pelarna kan en så kallad *transfer* utföras (släppa av eller ta ombord en passagerare till eller från ett vindkraftverk), (IMCA 2014).

CTV's begränsas att utföra transfers i för höga våghöjder och svåra väderförhållande (*mer om i kapitel 2.6*).

SOV-fartygen har nyligen gjort sin introduktion i branschen och har fått större betydelse på senare tid. SOV är en större fartygstyp som med sina speciella system kan lägga sig stilla bredvid vindkraftverket och placera en landgång på vindkraftverkets plattform. SOV-fartyg kan kompletteras med en helikopterplattform så att helikoptrar kan utföra transfers i vindkraftsparken med SOV-fartyget som bas. (Hassan, 2013)

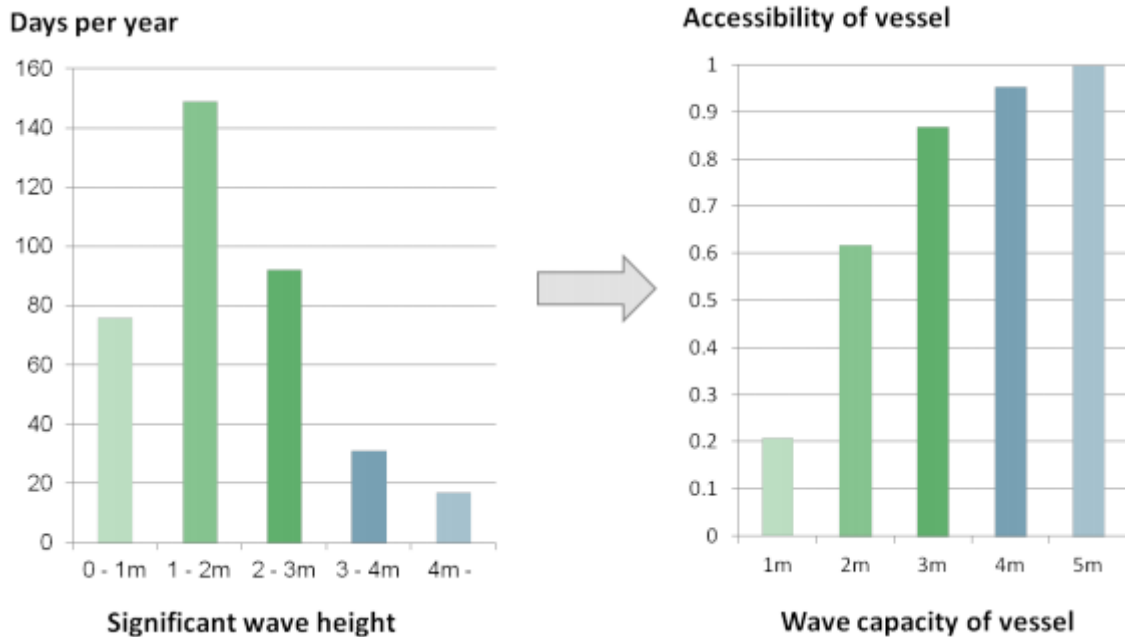
2.6 Tillgänglighet & Tillförlitlighet

Enligt (Bussel & Zaaijer, 2001): är tillgänglighet hur stor grad ett fartyg kan utföra transfers på en turbin under ett år. Tillförlitlighet är i hur stor grad ett vindkraftverk producerar energi och är verksamt under ett år.

Tillgängligheten är väsentlig för ekonomin på alla vindkraftverksparter. Det innebär att hög tillförlitlighet och tillräcklig underhållstillgänglighet finns. För att uppnå optimala förhållanden för det pågående underhållet av turbinerna så behövs en tillgänglighetsnivå för transfers 95 % av deras livstid vilket innebär att storleken på fartygen kommer att kunna ha en stor betydelse inom framtida teknologiska innovationer. För att klara dessa optimala förhållande för underhållet så ska fartygen klara av att göra transfers i 2 m signifikant våghöjd vilket ofta innebär en maximal våghöjd på upp till 3,5 m. Resultatet blir om man vill uppnå detta idag att transportsystemen blir den enskilt största kostnaden i hela underhållsplanen (Bussel & Zaaijer, 2001).

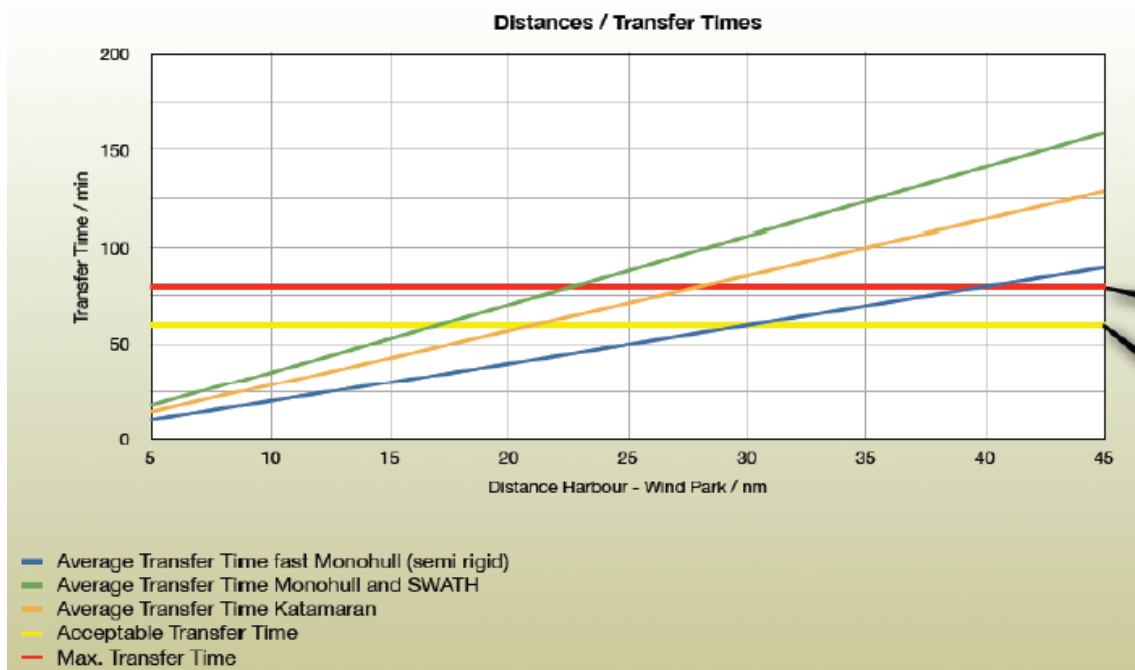
Dock klarar inte CTV-fartygen av vilka våghöjder och väderförhållande som helst när det gäller att utföra en transfer idag. Det normala spektrat av våghöjd de klarar av är max 1,5 meter signifikant våghöjd. (Thomsen, 2014)

Ute till havs uppstår ett stort kostnadsproblem med vädret, som tidigare nämnt, eftersom det då inte går att fortsätta det pågående underhållet. Vindkraftverk till havs är därför ett helt klart dyrare alternativ än att driva vindkraftverk på land (Salzmann, 2014).



Figur 11 – Visar hur många dagar om året ett fartyg skulle kunna klara av att utföra transfers i jämförelse med vilken signifikant våghöjd den klarar uppgiften säkert.

Figur 11 är en tabell från området Ekofisk i Nordsjön som visar att när vågnivån är under 2 meter signifikant våghöjd; resulterar det att i cirka 225 dagar om året har CTV's möjlighet att utföra transfers till vindkraftverken. Det blir cirka 61% tillgänglighet för fartygen om året. Skulle det vara möjligt att leverera passagerare i 3 meter max höjd (vilket motsvarar ca 2,2 signifikant) så skulle det arbetsgynnsamma förhållandet för fartyget öka till ca 86% av året. (Gundejerde, 2012)



Figur 12 – Visar enligt ORECCAS rapport 2015: olika CTV's acceptabla res-tider till en vindkraftspark till och från hamn. Distansen påverkar tillgängligheten då tiden fartygen kan utföra operationer ute på minskar om dem är hamnbaserade under icke operationell tid.

I figur 12 ser vi hur lång tid som är acceptabel för transporter mellan hamn och en vindkraftspark till havs för en CTV.

Storbritannien satsar nu på vindkraftsparker längre ut till havs, med Round 3 ska distansparkområden snart slås i fas. I Tyskland ska de närmsta planerade kommande parkerna ligga 20 km till närmaste strand (Thomsen, 2014).

Då parker planeras ännu längre från kusten innebär att transfertiden för ett CTV kommer öka till ca 2-3 timmar att ta sig från land till park, vilket kommer att resultera i en stor förlust i produktionskostnad (Thomsen, 2014).

2.7 Logistik till havs

2.7.1 CTV – Crew Transfer Vessel

Utvecklingen till dagens CTV designer började med enskrovs fiskebåtar som utförde transfers med tekniker till turbinerna men utvecklades kort efter det till fartyg med katamaranskrov. Fartygstypen optimeras i takt med att kraven blir högre då teknikerna kräver högre komfort med stötdämpande säten för att inte bli utmattade vid transporten till vindkraftsparken. Förutom komfort kräver också fartyget fart och förmåga att manövrera effektivt (4coffshore-).

Figur 13 nedan visar ett typexemplar av en katamaran CTV:



Figur 13 – Visar en bild på en CTV i katamaranform

Katamaran CTV:

CTV-fartyget är vanligen en katamaran med en lastförmåga upp till 10 ton på däck. Hastigheter som uppnås för fartygen är vanligen i spektrat 15 till 25 knop men når ibland så högt som 30 knop. Fartygstypen är i 50% av fallen utrustade med FPP (Fast Pitch Propeller), 10% av fartygen är konstruerade med CPP (Controllable Pitch Propeller) och 36% är utrustade med jet, det senare är populärt då det erbjuder ett mycket lågt djupgående som är nödvändigt i vissa vindkraftverksparker (4coffshore-).

Singelskrov CTV:

Singelskrovsfartygen som från början dominerade i transferindustrin (4coffshore-) har idag utvecklats till snabba, lätta enskrovsbåtar som utmärker sig genom hög marschfart (ofta upp till 30 knop), (J.Bard, F. Thalemann, 2015).

SWATH CTV:

SWATH Small Waterplane Area Twin Hull-CTV's är ett katamarankoncept som blir ett populärare alternativ för utföra transfers till vindkraftverk till havs. Fartyget ser likadant ut som

en katamaran över vattenlinjen men har torpedliknande undervattensroppar på vardera sidor. Syftet med denna design är att begränsa kontaktytan mellan hav och skrov för att därmed bli mer motståndskraftiga mot påverkan av omgivande vågsituation. Ett typiskt SWATH-fartyg når medelhastigheter på 17 knop och har en begränsad kapacitet för last och kan ta upp till 12 passagerare ombord (J.Bard, F. Thalemann, 2015).

CTV: Lastkapacitet:

De olika CTV fartygstypernas lastförmåga sträcker sig från vikter som 1 ton till vikter på hela 50 ton, en del CTV's är även utrustade med kranar som i vissa fall kan utföra transfers till vindkraftverken. (4coffshore-).

2.7.2 SOV - Service Operations Vessel

Service Operation Vessels är resultatet av kraven från marknaden i den havsbaserade vindkraftsindustrin och är en fartygstyp som är designat för att kunna inhysa tekniker under ett flertal veckor (Damen- 2013). SOV-konceptet är uppbyggt enligt metoden: W2W 'Walk to Work', där en hydraulisk vågkompenserad landgång används för att tillåta säkra transfers från SOV till en offshore konstruktion. SOV-fartygen med W2W är anpassade för att kompensera för rörelser genererade av höga vågor. Detta tillåter tekniker på ett säkert sätt att röra sig mellan fartyget och vindkraftverket (Damen- 2013).

SOV fartygen skall i jämförelse med dagens fartyg som används för transport av personal till vindkraftverksparkar, erbjuda ett kostnadseffektivt och miljövänligt alternativ (NSKShipDesign).

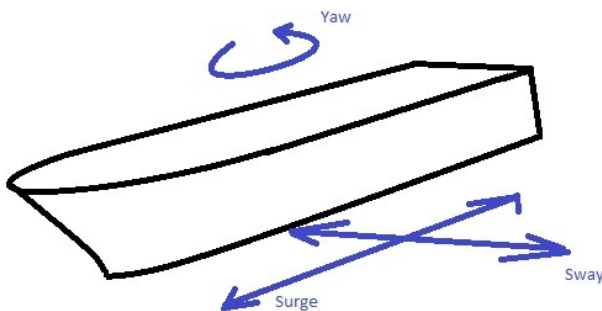
Med en högre tolerans för våghöjd än dagens alternativ för transport mellan turbiner; erbjuder SOV transfers med ett längre tidsfönster för tolerabla väderförhållanden (SeaZip- 2015).

2.7.3 DP – Dynamisk Positionering

Principen bakom Dynamisk Positionering (DP) grundar sig på en matematisk modell av fartyget som kalkylerar krafterna från rådande vind, vågor, ström och fartygets av framdrivningssystemets egen genererade kraft.

DP-systemet använder vindsensorer och vertikala referenssensorer för att kompensera för och rullning och lutning och strävar efter att uppnå kontraherande krafter med fartygets framdrivnings och bogpropellersystem.

Kontrollsystemet beräknar krafterna som måste genereras av fartygets propellersystem för att kunna styra fartyget enligt de tre horisontella frihetsgraderna; Framåt, sido, rotation (Surge, sway och yaw), (Bray, 2013). Se figur 15:



Figur 14 – Beskriver vad ett DP-system kompenserar för

Enligt (IMO. 645, 1994): så finns det tre olika DP-klass system som är uppdelade följande:

- **DP-Klass 1:** Har inget uppbackningssystem. Förlust av fartygets position kan ske vid tillfälle av ett enstaka tekniskt fel.
- **DP-klass 2:** Uppbackningssystem finns så att ett enstaka tekniskt fel på aktiva system som t ex en generator inte leder till att fartyget förlorar sin position. Dock kan fartyget förlora sin position om någon statisk komponent fallerar så som t ex kablar.
- **DP-klass 3:** Har separata uppbackningssystem i olika segregerade utrymmen så att om ett av uppbackningssystemen fallerar så ska det andra backa upp hela systemet. Utrymmena ska vara brandisolerade samt att vattenfyllning i ett utrymme ej skall drabba det andra utrymme (IMO. 645, 1994).

2.7.4 Vågkompenserad landgång

SOV-fartyg är utrustade med en vågkompenserad landgång som kan placeras på vindkraftsverkens plattform på fundamentet för att kunna utföra transfers.

Det vågkompenserade landgångssystemet begränsas av fartygets storlek och tekniska egenskaper men det syns tydligt i modellen att ett sådant här specialiserat fartyg skulle kunna arbeta under mycket tuffare förhållanden än CTV och därför kunna bli en gynnsam lösning för framtidens transferindustri (Salzmann, D.J. Cerda, 2004).

Tillgängligheten för att borda havsbaserade turbiner ökas markant och blir säkrare genom att använda vågkompenserade landgångar från ett fartyg och kan öka arbetstillgängligheten i väderförhållande med upp till 2,5 m signifikant våghöjd. (Salzmann, 2004-2014)

En känd typ utav vågkompenserade landgångar är Ampelmann systemet som gör det möjligt att säkert transportera gods och passagerare mellan fartyg och turbin (ampelmann- 2015). Denna typ utav landgång är uppbyggt på en så kallad stewart-plattform som ofta används inom flyg simulatorer som kan kompensera rörelser från sex olika håll med sex stycken hydrauliska cylindrar och kan på så sätt hålla plattformen i ett horisontellt läge. Från plattformen sitter det en hydraulisk landgång som kan placeras på vindkraftverkets plattform, så att transfers blir möjligt (Salzmann, 2004-2012). Se figur 16 och 17:



Figur 15 - [A-Type](#)



Figur 16 - [E-Type](#)

Figur 16, 17 – Visar två typer av Ampelmanns vågkompenserade landgångar som kan placeras på turbinens plattform från fartyget för att kunna utföra transfers från t.ex. en SOV.

Fördelar med Ampelmannsystemet (ampelmann- 2015):

- Hög säkerhet (skulle en komponent haverera så måste systemet fungera minst i en minut till så att en säker transfer är möjlig.)
- Fungerar till många typer av fartyg
- Inga specialanordningar behövs för vindkraftverk
- Fungerar upp till 2,5m signifikant våghöjd.

Ampelmann systemet har beprövats i högre sjö och 2010 levererade över 25000 persontransfers i 2,8 m signifikant våghöjd (ampelmann- 2015).

Vid datumet 2015-02-11 har ampelmannsystemet klarat hela 1075801 transfers på olika offshoreanläggningar enligt deras hemsida (ampelmann- 2015).

Det har hittills inte omkommit någon person under en transfer vare sig från CTV eller SOV-fartyg (Thomsen, 2014).



Figur 17 - Fartyget Siem Moxie, 73m, en SOV som är utrustad med Uptimes vågkompenserade landgång.

Ett annat bolag som levererar vågkompenserade landgångar är företaget Uptime från Norge (Uptime- 2015). I figur 18 är en av deras vågkompenserade landgångar placerad på turbinens plattform.

2.7.5 Helikopter

Enligt Thomsen (2014), Så har helikoptertransfers fått större betydelse i branschen och kan användas som ett komplement till fartygen för att utföra transfers på ett säkert sätt då man släpper av passagerarna uppe på vindkraftverkets nacell. Helikoptrarna klarar generellt av att utföra transfers i tuffare väder än vad CTV-fartyg gör. SOV-fartyg kan utrustas med helikopterplattform så att helikoptrarna kan använda dem som bas i sitt arbete ute på fältet (Thomsen, 2014).

2.7.6 Hotellfartyg (Flytande bostadsplattformar)

En stor konkurrent till SOV är att använda sig av ”hotellfartyg” stationerade i parken. Gamla färjor som får nytt liv som flytande bostadsplattformar där CTV-fartyg kan plocka upp teknikerna och släppa av dem på deras designerade turbiner så att teknikerna får maximalt lång arbetstid ute på fältet med det pågående underhållet (C-bed-).

Detta gör att CTV-fartyg fortfarande är en stor faktor inom transfer industrin även om parkerna flyttar längre ut från kusterna. (Thomsen, 2014) I figuren 19 till vänster visar ett hotellfartyg som bordas av en CTV:



Figur 18 - Visar när en CTV ska borda ett hotellfartyg för att plocka ombord tekniker till sitt dagliga arbete.

3 Metod

3.1 Metod (Kvalitativ & kvantitativ):

Studien är först och främst baserad på intervjuer av kvalitativ metod med personer som är sysselsatta i den havsbaserade vindkraftsindustrin och har kunskap om de olika fartygstypernas specifikationer. Följande resultat finns i kapitel fyra. Kvalitativ metod beskriver ett fenomenets karaktär eller egenskaper genom att hitta mönster medan kvantitativ förklarar generella samband och skillnader genom att mäta matematiska resultat (Robson, 2007).

3.2 Litteratursökning:

För relevant litteratur har Chalmers biblioteks databas, Google scholar och böcker använts. För att hitta relevant information till ämnet har diverse hemsidor från internet använts när det saknades information om ämnet i forskningsbaserad litteratur. För överblickande information om hur utvecklingen går inom industrin iland och till havs är information framtagen ifrån EWEA; The European wind energy organisation. För överblickande information om hur utvecklingen går inom utvecklingen av fartygstyperna är information framtagen ifrån ORECCA; Offshore Renewable Energy Conversion platforms – Coordination Action.

3.3 Intervjuer (Semistrukturerad):

För att uppnå resultat i analysen används semistrukturerade intervjuer:

Semistrukturerade intervjuer innebär intervjuerna har ett antal huvudfrågor baserat på frågeställningen (Se bilaga 1), förberedda i en intervjumall som ställs till informanten som sedan kan utvecklas med följdfrågor till varje huvudfråga. Följdfrågorna utökar bredden av den insamlade informationen som är relevant till ämnet. Semistrukturerade intervjuer leder till att intervjun blir mer flexibel och att de deltagande parterna kan dela med sig av sin mera genomgående kunskap inom ämnet (Kvale, 2009).

Under intervjuerna fanns författarna på plats, en person förde intervjun och den andre dokumenterade det som var av vikt för rapporten. Intervjuaren ledde frågorna och deltagarna svarade och när inte tillräckligt med information gavs i en fråga så ställdes följdfrågor för att underlätta för den intervjuade. En del av intervjuerna fördes via telefon och övriga fördes i deltagarnas kontor i en lugn och stilla miljö. Sju stycken av intervjuerna spelades in för att underlätta senare transkribering. En av intervjuerna spelades inte in men notiser antecknades.

3.3.1 Pilot-test

Ett pilot-test utfördes med utvalda personer insatta i ämnet för att finna ut vilka frågor som var mest relevanta till vår intervju. Tjugo frågor prövades och formulerades tillslut om till sju mer omfattande och relevanta frågor. Detta för att få ett bättre resultat i vår undersökning.

Ett pilot-test innebär att man testar frågorna och modifierar dem efter behov och är ett viktigt moment i förberedelserna inför kvalitativ intervju baserad forskning. Ett pilot-test är ett bra medel att använda inför att utföra intervjuerna och minska intervjuarens nervositet om personen som utför intervjun inte är van (Robson, 2007).

3.3.2 *Strukturerade intervjuer*

Strukturerade intervjuer innebär att använda sig av frågor i en strukturerad mall som är noga uttänkt för forskningens syfte och som inte är till för att få följdfrågor. Ett exempel på hur en strukturerad intervju skulle kunna se ut är ett enkät med Ja/Nej frågor och bestämda svarsalternativ (Robson, 2007).

3.3.3 *Ostrukturerade intervjuer*

Ostrukturerade intervjuer följer inte någon mall utan här ställs frågorna öppet. Den ostrukturerade intervjun är ett explorativt möte som tillåter parterna att diskutera fram och tillbaka mellan de involverade parterna. En skicklig intervjuare kan få en mycket personlig och data rik information av deltagaren (Robson, 2007).

3.4 Deltagare

Deltagarna i intervjuerna är från rederi och energibolag som är involverade i branschen. Dessa deltagare har med eftertanke valts ut för att så långt som möjligt spegla alla sidor av branschens utveckling. Deltagarna som ställde upp kommer från rederi som Northern Offshore Services, Engströms Rederi och Esvagt Shipping. Energibolag så som EON, DONG och Siemens intervjuades också. Sammanlagt åtta personer ställde upp i undersökningen och gjorde den möjlig.

3.5 Etik

De intervjuade har godkänt att deras namn står med i denna rapport. Frågor som kan anses för personliga har undvikits för att bevara deltagarnas integritet. Samtliga intervjuer spelades in med intervjudeltagarnas godkännande (Kvale, 2009).

När resultatet presenteras står citat listade från deltagarna i numerisk form fast i slumpmässig ordning gentemot hur dem presenteras i rapportens förord för att skydda deras integritet.

3.6 Dataanalys

Intervjuerna har erbjudit författarna chansen att finna mönster genom deltagarnas gemensamma åsikter. Populariteten bland svaren på frågorna avgjorde hur författarna formulerar slutsatserna och återger resultatet som konkluderats. Frågorna i mallen är utformade objektiva och inte ledande för att få så pålitliga svar som möjligt (Robson, 2007). Informationen som har samlats in analyserades omsorgsfullt och resultatet presenteras i det fjärde kapitlet.

3.7 Validet och reliabilitet

Validitet i ett arbete är något som mäter vad som anses vara relevant för resultatet. Att få så relevanta källor som möjligt är viktigt för bästa resultat. Reliabilitet handlar om hur trovärdig informationen är som används i arbetet. Hur noggrant kontrollerad informationen är som används (Robson, 2007). Diskussion kring validiteten och reliabiliteten sker i kapitel 5

Diskussion

4 Resultat

I detta kapitel kommer data som samlats från intervjuer att presenteras.

Presentationen är indelad i tre delar: CTV & SOV Operationella begränsningar, Miljö & Ergonomi resultat och Framtids resultat. Dessa delar är sammanlänkade till studiens frågeställning och utfallet av data informationen som insamlats diskuteras och analyseras i kapitlet 5, Diskussion och i kapitel 6, Slutsatser. I Tabeller till varje del samlas relevanta gemensamma svar till resultaten som utfall av intervjuerna;

Ja	Nej	tveksam/vet ej	Mönster
8			Den intervjuade anser att SOV-fartygen kommer ha svårt att konkurrera med CTV-fartyg i kustnära offshore vindparker
7	1		Den intervjuade tror att ett SOV-fartyg kommer kunna utföra transfers av personal och verktyg i värre väderförhållanden än dagens CTV fartyg generellt kan göra.
1	4	3	Den intervjuade anser att vägkompenserade landgångar är tillämpligt för att effektivt användas för transfers så som det är utformat i skrivande stund.
1	5	2	Den intervjuade tror att SOV kommer utföra transfers för saktare för att vara intressant för dennes företag.
5	1	2	Den intervjuade tror att SOV- och CTV-koncepten kommer att kräva varandras motpart för att lyckas inom offshore wind.
5	3		Den intervjuade tycker att SOV är bra att använda som multipurpose vessel, det är dock bara 2 stycken som vill använda dem som det under samma tid då transfers normalt utförs med passagerare.
7		1	Den intervjuade anser att alternativet SOV är nödvändigt när offshore-windprojekten byggs längre och längre ut från kusten
8			Den intervjuade tror att CTV-fartyg tillsammans med Accomodation Vessels kommer vara en stark konkurrent till SOV-konceptet.
7	1		Den intervjuade tror att transfers mellan turbiner kommer ta ca 1h eller mer att utföra, den avvikande tror på 0,5h och är den enda av de intervjuade som har SOV-fartyg för tillfället i bruk.
2	3	3	Den intervjuade tror att SOV-konceptet kommer att fungera illa på ett turbinfält i konstruktionsfasen, detta för att de är mindre flexibla än CTV.
5	3		Den intervjuade anser att helikopter kommer att kunna utföra transfers på många av de tillfällen då väderförhållandena är för illa för CTV och SOV konceptet, och att Helikoptertransport kan kombineras är ett bra koncept med ett SOV-fartyg.
3	5		Den intervjuade anser att ett SOV-fartyg skulle göra ett gott jobb som ett multipurpose fartyg som skulle kunna utföra övriga jobb än just personal och verktygs-transfers.

Tabell 1 - Summerar deltagarnas gemensamma svar för data som är relevant till nedan kapitel

4.1 CTV & SOV Operationella begränsningar:

4.1.1 Transfers

CTV's är mycket mer manövrerbara jämfört med SOV's och kan därför transportera teknikerna och gods mellan turbinerna i en mycket högre takt vilket resulterar i mycket lägre transfertider cirka 10 minuter enligt deltagare 6. SOV's måste först placera sig i position bredvid turbinen och kalibrera sitt dp system emot väderförhållandena som råder för att ligga stilla. När DP-systemet har kalibrerats färdigt kan en SOV placera sin landgång på vindkraftverkets plattform och transfers kan utföras. Detta resulterar i mycket längre transfer-tider då denna processen ska repeteras varje gång en sådan här operation ska utföras enligt deltagare 1. Detta resulterar i att

SOV fartygen får problem med effektiviteten att utföra det planerade underhållet enligt deltagare 3.

En CTV tar normalt ombord max 12 tekniker för det dagliga arbetet medan en SOV brukar ha cirka 30-40 tekniker ombord enligt deltagare 6. Att utföra transfers med arbetslag på 2-3 personer som det brukar vara i en normal service-grupp som utför underhållet på turbinerna, kan då leda till att det tar väldigt långt tid att placera ut alla dem enligt deltagare 1.

4.1.2 Vågkompenserad landgång:

Vågkompenserad landgångar är inte enligt deltagare 3 ännu färdigt utvecklat. Hydrauliken i kolvarna till den automatiska justeringsmekaniken som håller landgångens plattform i horisontellt läge kan överhettas i det tempo dem ska utföra transfers i.

Det sker cirka 10 till 15 gånger mer transfers i den havbaserade vindkraftsindustrin dagligen i jämförelse med resten av offshore branschen enligt deltagare 1. Den vågkompenserade landgången har hittills fungerat bra och levererat säker transfers, dock är den ännu i provofas enligt deltagare 4.

4.1.3 Sjöförhållanden & vindförhållanden

CTV's kan normalt utföra transfers i max 1,5 meter signifikant våghöjd enligt deltagare 6. En SOV klarar av att utföra transfers i upp till 2,5 meter signifikant våghöjd, vilket resulterar i mer än dubbelt så höga maxvågor än vad en CTV klarar av att utföra transfers i, enligt deltagare 7. 5-7 meter max vågor klarar en SOV att utföra transfers i enligt deltagare 6. Fältrapporter visar dock att world marines trimaraner klarar av att utföra transfers i 1.8 m signifikant våghöjd i gynnsamma väderförhållanden enligt deltagare 5. En SOV klarar av att utföra transfers i vindförhållanden upp till 15-17 m/s enligt deltagare 1. SOV's vågkompenserade landgång är den svagaste länken i fartyget system för att kunna utföra transfers i svåra väderförhållande enligt deltagare 4.

4.1.4 Tillgängligheten mellan vindkraftsparker nära kusten och långt ifrån kusten

Då det finns vindkraftsparker placerade långt ifrån kusten idag och det planeras att byggas mera ännu längre ifrån närmsta hamn kommer CTV's att få problem med att det tar lång tid att ta sig från där och tillbaka. CTV's använder hamnar som bas för sitt dagliga arbete då dem är av för liten storlek att stanna kvar ute på fältet i svåra sjöförhållanden enligt deltagare 5.

Resultatet i tabell 1 indikerar att en SOV inte kommer att vara tillräckligt effektiva den överblickande tiden framöver i parker nära kusten gentemot en flexiblare CTV. Det är inte lönsamt att använda SOV i kustnära parker enligt deltagare 6.

SOV's som är av större storlek kan stanna längre ute på fältet, cirka 2 veckor eller mer eller per teori hela året runt om de förses med förnödenheter från andra fartyg enligt deltagare 7. Det kan dock bli en begränsning för hur länge en SOV kan stanna ute i ett fält då teknikerna normalt inte är vana med sjögång som sätter fartyget i rullning enligt deltagare 3.

För att öka tiden då en CTV kan operera under ett år på ett fält kan dem kompletteras med hotellfartyg som agerar som en bas för operationer ute på fältet. Två besättningar på en CTV löser av varandra; dagskift och nattskift. Nattskiftet kör CTV-fartyget från och till hamn och löses av ute på hotellfartyg under dagen av det andra skiftet. Med hotellfartyget som logi och

bas kan man på så sätt öka tiden en CTV kan arbeta ute på ett fält då normalt teknikernas arbetsdag är på tolv timmar. Dagskiftet på CTV-fartyget plockar upp teknikerna och godset för underhållet som ska skötas i parken på morgonen ifrån hotellfartyget sedan släpper de av dem igen där när deras arbetsdag är slut enligt deltagare 5. Enligt deltagare 1 går det att konstruera en bostadsplattform i vindkraftsparkerna som bas för det dagliga arbetet, men enligt deltagare 4 så blir det ett mindre kostsamt alternativ att använda sig av SOV istället för den här lösningen i parker som kommer att byggas långt ifrån kusten.

SOV's kan med användas som ett hotellfartyg som CTV's plockar upp tekniker ifrån för det dagliga arbetet enligt deltagare 3.

SOV's är en utmärkt bas med sin stora lastkapacitet för lager av reservdelar, material och verktyg som ska användas för underhållet i parken. Att ha en flytande bas med detta kan spara mycket tid för operationer då normalt CTV's får hämta det saknade godset som glömts ifrån land enligt deltagare 4. Ett hotellfartyg kan med användas som sådan bas enligt deltagare 5.

CTV's lastkapacitet är begränsad beroende på storleken och kan mista mycket fart om den lastas för tungt enligt deltagare 5.

4.1.5 Specialarbeten

SOV är ett fartyg med många tekniska möjligheter som kan användas för att utföra special arbeten så som tunga kranlyft eller ROV-operationer (Remote Operated Vehicle). Under natten då tekniker inte normalt inte arbetar kan fartyget användas för specialarbete för att maximera produktiviteten enligt deltagare 7. Det kommer att bli för kostsamt att utföra specialarbeten med SOV då det kommer ta för mycket tid när det ska utföra transfers med tekniker enligt deltagare 2. Det är en mindre kostsam lösning att använda CTV's på specialarbeten (t ex försörjning av elektricitet från generator lastad på fartygets däck till underhållet som pågår uppe i turbinen) om det är möjligt att utföra en sådan operation från dem då dem är mindre kostsamma i drift enligt deltagare 3.

4.1.6 Konstruktionsfas

I tabell 1 indikerar resultatet att SOV's kommer att få problem med effektiviteten under konstruktionsfas jämfört med CTV's då tempot normalt är högre än vad det är i servicefasen i en vindkraftspark enligt deltagare 5.

SOV är bra att använda för specialarbete och lager för reservdelar under konstruktionsfas enligt deltagare 6.

4.1.7 SOV kombinerat med farkoster

Det går att utrusta SOV's med helikopter plattform och använda dem som bas för helikopter operationer. Helikoptrar kan utföra transfers i starkare vindförhållanden än vad SOV och CTV klarar av och kan därför öka tillgängligheten för service operationer på turbinerna enligt deltagare 7.

Mindre CTV's kan lyftas ombord eller ner i havet med kran på SOV's idag. Detta resulterar i att CTV-fartyget inte behöver ta sig till hamn efter dagens arbete och sparar bränsle och tid. Även MOB-båtar kan användas som transfer fartyg med SOV som bas enligt deltagare 8.

4.1.8 Risker

DP-systemet i klass 2 är nödvändigt för säkerheten då det finns ett uppbackningssystem om något tekniskt fallerar på ett SOV-fartyg enligt deltagare 7. Ett stort fartyg som SOV kan åstadkomma mycket stor skada på en turbin om en driver in i den eller kolliderar med turbinen när den manövrerar. En CTV som består normalt av aluminium och är lättare och mindre kan inte åstadkomma lika stor skada då turbinerna består av stål enligt deltagare 3.

Det innebär alltid en risk för teknikerna då dem ska klättra upp på stegen i en turbins båtlandning då en CTV kan hiva av sjögången enligt deltagare 5.

Ja	Nej	Tveksam/Vet ej	Mönster
8			Den intervjuade anser att SOV-fartygen kommer ha ett större utbud av komfort än dagens CTV-fartyg.
5	1	2	Den intervjuade anser att SOV-konceptet kommer vara ett miljövänligare alternativ till CTV-fartygen inom transfers offshore wind, detta räknat i NOX och SOX utsläpp per transfer.

Tabell 2 - Summerar deltagarnas gemensamma svar för data som är relevant till nedan kapitel

4.2 Miljö & Ergonomi resultat

4.2.1 Utsläpp

NOx utsläpp kan reduceras med att framdriftssystemet i en SOV drivs av elektricitet och får sin försörjning till detta via batterier som laddas upp av generatorer som behöver då bara användas med jämn belastning enligt deltagare 7.

SOV kan stanna längre ute på fältet eftersom det är ett större fartyg två veckor normalt åtgången. Det här sparar bränsle och minskar utsläppen enligt deltagare 6

SOV kan utrustas med katalysatorer som renar utsläppen från miljöfarliga ämnen enligt deltagare 4. CTV är för små för att utrustas med katalysatorer enligt deltagare 5.

CTV släpper ut mycket avgaser då maskinerna i dem körs ofta på olika belastningar och dem måste ta sig till och från hamn enligt deltagare 5.

SOV utsläpp per transfer är något mindre än CTV's enligt deltagare 8

4.2.2 Ergonomi

Komforten är högre ombord på en SOV och teknikerna behöver inte klättra upp för stegen på turbinernas båtlandning vilket är bra för teknikernas ergonomi enligt deltagare 2.

Den vågkompenserade landgången kan förses med rullband där teknikerna kan placera sina väskor så att dem rullas upp bredvid dem när de ska borda turbinens plattform enligt deltagare 7.

Ja	Nej	Tveksam/Vet ej	Mönster
7	1		Den intervjuade vill satsa SOV-konceptet och tror att det kommer bli en god affär för dennes företag.
4	1	3	Den intervjuade är intresserad av en vidareutveckling av ett storleksmässigt mellanalternativ till CTV och SOV.

Tabell 3 - Summerar deltagarnas gemensamma svar för data som är relevant till nedan kapitel

4.3 Framtids resultat:

SOV kommer att behöva kompletteras med CTV för att utföra operationerna i det dagliga underhållet. Det kan även bli aktuellt med medelstora SOV på ca 40-50 m enligt deltagare 2. För att det ska bli lönsamt att investera i en SOV behövs ett 5 årigt charter-kontrakt vilket endast finns utrymme till under underhållsfasen då konstruktionsfasen av vindkraftsparker är normalt ett till två år. Ur ekonomiska aspekter blir det bättre att använda en SOV under ett underhållskontrakt enligt deltagare 7.

5 Diskussion

I detta kapitel kommer teori, bakgrund och resultat knyts samman. Det kommer att diskuteras och analyseras hur SOV:ers och CTV:ers kapacitet att utföra diverse arbete i den havsbaserade vindkraftsindustrin. Ekonomi, miljö & framtida aspekter diskuteras. Val av metod kommer med att diskuteras samt tillförlitligheten av de källor som använts.

5.1 CTV & SOV operationella begränsningar diskussion

5.1.1 *Transfers*

CTV's har funnits länge inom den havsbaserade vindkraftsindustrin och är ett väl beprövat koncept för att transportera tekniker till turbinerna. Den överblickande framtiden ser det ut att CTV kommer att vara den dominerade faktorn inom transfer industrin då SOV anses vara för långsamma att utföra transfers. Enligt resultatet kommer SOV ta mycket längre tid på sig att utföra transfers jämfört med en CTV som klarar av att transportera tekniker mellan två turbiner på cirka 10 minuter. Dagens teknik på SOV måste nog utvecklas för att kunna konkurrera i effektivitet då det gäller att utföra transfers.

Det dynamiska positions-systemet tillsammans med den vågkompenserade landgången tar för lång tid att utföra transfers med för tillfället. Dock säger två av deltagarna att det går att klara av att utföra transfers på bara 30 minuter mellan två turbiner med en SOV medan de resterande 6 deltagarna påstår att det tar längre tid.

Att leverera gods och material till turbin kommer att ta alldeles för lång tid om arbetet är inte är planerat i förtid med en SOV jämfört med en flexibel och snabb CTV. CTV's flexibilitet ger högre tolerans för misstag. Som kaptener med fyra års erfarenhet på CTV's vet vi att det sker många tidsödslande misstag av besättningarna på fartygen samt av teknikerna på turbinerna. En SOV lär inte kunna att hänga med här utan då måste antagligen besättningen och teknikerna som ska transporteras med den sköta sin planering smidigt på hur transfers ska skötas under dagen.

5.1.2 *Vågkompenserad landgång*

Då det enligt en deltagare påstås att det sker 10 till 15 gånger mer transfers i snitt i den havsbaserade vindkraftsindustrin jämfört med de andra segmenten av offshore industrin, lär det uppstå problem med en vågkompenserad landgång då den ännu inte har beprövats i detta höga tempot. Under en längre tid kommer det att antagligen dyka upp problem som ännu inte stötts på i den resterande offshore industrin.

Att utföra transfers med en vågkompenserad landgång från ett större fartyg låter som ett säkrare alternativ för oss, då teknikern inte behöver klättra upp för en stege på båtlandningen med en CTV som hivar av sjögången.

5.1.3 *Sjöförhållanden & vindförhållanden*

Resultatet tillsammans med teori litteraturen indikerar att en SOV kommer att klara av att utföra transfers i mycket sämre väderförhållanden. Enligt Ampelmanns hemsida så har det utförts 25000 transfers i 2,8 m signifikant våghöjd med deras vågkompenserade landgångar. Det kan resultera i 5-7 m max vågor vilket är mer än dubbelt så mycket som dagens CTV klarar av.

Gränsen idag för en CTV är generellt cirka 1,5 meter signifikant våghöjd vilket resulterar i cirka 2,5 meter max vågor. Även om CTV-fartygen utvecklas och blir större inom den överblickande framtiden tror vi att dem inte kommer att kunna hänga med en SOV i detta fallet. Figur 10 i kap 2.6 visar att i en del vindkraftsparker kommer en SOV kunna utföra transfers hela året runt om inte oväntat svåra väderförhållanden skulle inslä.

5.1.4 *Tillgängligheten mellan vindkraftsparker nära kusten och långt ifrån kusten*

CTV's nackdel jämfört med en SOV är att dem måste ta sig till fram och tillbaka till en hamn varje dag och då kan en SOV spara mycket tid för det dagliga arbetet då den kommer att normalt ligga ute på fältet i två veckor eller mer. Per teori går det ju att stanna ute hela året runt om förnödenheter levereras av andra fartyg eller helikoptrar till fartyget. Som en deltagare citerar: *Den stora fördelen med SOV är att man slipper dom långa transport tiderna mellan hamn och vindkraftsparkerna.* Dock lär sjösjuka bli ett problem om en SOV ska stanna ute i fältet i dåliga väderförhållanden då vi ser det svårt att finna tillräckligt många tekniker som är sjövana nog att klara av detta i takt med att SOV-konceptet expanderar.

Den överblickande framtiden ser det ut enligt resultatet i tabell 1 att CTV kommer att vara den dominerade faktorn inom transfer industrin då SOV anses vara ett för kostsamt koncept och inte tillräckligt effektiva för att utföra operationer i kustnära vindkraftsparker. Enligt figur 11 så ser vi att transporttiderna för CTV's kommer att bli oacceptabla då dem ska ta sig till en vindkraftspark som ligger långt ifrån en hamn. Om det tar 3 timmar för en CTV att ta sig ut till en vindkraftspark kommer det resultera i att 6 timmar av teknikernas arbetsdag går åt till detta då CTV's måste ta sig till hamn igen innan arbetsdagen för dem är avslutad. Det går att enligt som nämnt i resultat kapitlet att använda sig av dubbla besättningar och hotellfartyg eller bostadsplattformar för att kompensera för detta. Men tillgängligheten för dagens CTV lär minska markant i vindkraftsparker som byggs längre ut till havs då sjöförhållandena blir svårare. Här ser det ut som att SOV kommer att bli en betydande faktor för att kunna utföra underhållet på turbinerna då dem klarar av att utföra transfers i högre våghöjd.

En SOV's lastkapacitet bör få en väsentlig betydelse i vindkraftsparker långt ute till havs då det kommer att ta lång tid att hämta reserv delar och dylikt från land som ska användas till underhållet av turbinerna. En deltagare citerar: *SOV vessels are excellent for storage of supplies to the turbines and therefore saves transit time.*

5.1.5 *Specialarbeten*

Ett stort SOV-fartyg bör utrustas med många olika tekniska lösningar för att utföra special arbeten i vindkraftsparkerna. Att utföra specialarbeten under dagtid då transfers normalt sker bör bli en svår uppgift om inte arbetet är noga planerat i för tid. Men under natten ser vi inga problem med att utföra sådana här arbeten för att utöka produktiviteten så vidare det inte stör teknikernas sömn. En CTV bör alltid vara ett bättre alternativ att använda till specialarbeten om så möjligt med deras kapacitet då det är en kostnadsfråga att använda en SOV som är dyr i drift, en deltagare citerar – *To supply electricity or hydraulic hoses would be a very expensive solution with an SOV.*

5.1.6 **Konstruktionsfas**

Under konstruktionsfas är det normalt mycket högre tempo med arbetet som tillkommer installationen av turbinerna som följa deadline. En SOV som tar längre tid på sig att utföra transfers kommer att få problem att hänga med en CTV här. Att använda SOV's enligt hotellfartygsprincipen och lager för underhållet bör dock vara en lönsam lösning på vindkraftsparker längre ut till havs. Specialarbeten är det många som ska utföras under denna fas och då man normalt använder OSV till detta bör en SOV kunna göra detta istället. SOV kommer att behövas under byggnation i parker längre ute till havs då tillgängligheten för CTV kommer att minska på grund av svårare väderförhållanden.

5.1.7 **SOV kombinerat med helikopter**

Att använda SOV som bas för helikopter operationer för att öka tillgängligheten då det blåser för mycket för en SOV att utföra transfers låter som en bra idé. Dock vet vi inte hur farligt det är att utföra transfers uppe i nacellen med en helikopter under starka vindförhållanden eller för den delen att landa på ett fartyg som rullar av sjögången.

5.1.8 **Risker**

Olyckor har skett under transfers med CTV's men hur utgången blir för en SOV i sådana här fall är ännu ovisst. Om en SOV skulle kollidera med en turbin lär det resultera i katastrofala följder.

Om en person skulle ramla överbord på en SOV, av någon anledning, kommer det att ta mycket längre tid att plocka upp personen ur havet, då en SOV måste sjösätta en MOB-båt för att rädda personen vilket sannolikt resulterar i en längre tid innan personen i bästa fall blir räddad. Med en CTV har vi lyckats att plocka upp dockor under manöverbordövningar under två minuter. Är en SOV ensam i fältet och det råder ett dåligt väderförhållande lär det bli svårt att rädda en person.

En deltagare citerar – *Hörde att man testat landgångarna i olja och gas och att det var ett norskt rederi som tappat hela landgången i havet med tre man på som föll i. Den landa en meter ifrån en oil pipeline och personerna strök nästan med.*

5.1.9 **Ekonomiska aspekter**

En SOV är mycket dyr att konstruera och att hålla i drift. För att det ska vara lönsamt att investera i en SOV behövs det nog ett längre charter kontrakt av en kund. En CTV är betydligt billigare i dessa fall. Som vi ser i Bussel & Zaaier;s rapport i kapitlet 2.6 Accessibility & Availablility är det optimalt om turbinerna har 95% tillgänglighet om året. Enligt detta kan en SOV bli en lönsam lösning i framtiden.

5.1.10 **Att kombinera och komplimentera SOV med CTV**

En SOV bör få det svårt att utföra alla arbeten ensam i en vindkraftspark. Med 30-40 tekniker ombord kommer det att ta lång tid att leverera alla arbetslag som ska transporteras till turbinerna. Att komplimentera en SOV med CTV's kommer nog bli det mest realistiska utfallet. Att ha mindre CTV's ombord på en SOV som går att lasta och lyfta av ner i havet låter som god lösning på detta problemet.

En god idé för att lösa problemet med transfer-tiderna som blir med SOV's manövrerbarhet hade kunnat vara att ha två arbetslag ombord med tekniker som jobbar dag och nattsift på ett vindkraftverk åt gången tills allt arbete som behövs på turbinen är färdigt under tex installation. Går det då samtidigt med ett effektivt DP-system att hålla fartyget på plats med landgången kopplad till vindkraftsverkets plattform att borda fartyget med CTV's som plockar upp de resterande teknikerna som är ombord så hade det antagligen kunnat gå att effektivisera arbetsdagen i en vindkraftspark. SOV-fartyget Esvagt Supporter använder sig av MOB-båtar som sjösätts varje dag för att användas som transfer fartyg. Under en dag med stilla vatten sparar detta mycket tid till det dagliga arbetet. En mindre båt bör inte orsaka en större tryckkraft som kan förflytta en SOV som har landgången kopplad på ett vindkraftsverk.

5.2 Miljö & Ergonomi

5.2.1 Miljö

SOV som är av större storlek än CTV's kan utrustas med mer teknik som kan reducera NOx utsläppen. För att en SOV ska bli lönsam idag är det enligt i kapitel 4 resultat nödvändigt att kunden hyr dem på ett charterkontrakt i på 5 år. Normalt blir ett sådant kontrakt då under underhållsfasen av en vindkraftspark. Om en SOV ska vara på en plats så länge borde det vara möjligt att verkligen satsa på att reducera NOx utsläppen från fartyget. En CTV som normalt kanske bara är på ett vindkraftsprojekt i ett år eller två blir svårare att ställa samma krav på. En deltagare citerar – *CTV:er har ju kanske bara ett kontrakt på ett år och då är det lite svårare att ställa krav på utsläpps nivån på dem. Men om man ligger med en SOV i samma område i 5 till 10 år då kan man ju verkligen göra något ordentligt.*

Om SOV's är ett miljövänligare alternativ än CTV's idag är svårt att avgöra. En SOV kan stanna längre ute på fältet än en CTV och med sina bättre möjliga tekniska lösningar bör den bruka mindre bunkers och släppa ut miljövänligare avgaser än en CTV. Dock kommer antagligen inte en SOV klara av idag att driva en vindkraftspark ensam utan måste kompletteras med CTV's för att produktiviteten ska vara optimal. Därmed kommer utsläppen inte att minska markant. En deltagare citerar – *They will not because you will still have to use the CTV's when using SOV's anyway.*

5.2.2 Ergonomi

I Kapitlet 2.7.2 SOV Service Operation Vessels nämns konceptet W2W "walk to work". Om en tekniker ombord på en SOV kan ta sig från sitt sovrum till sin arbetsplats (turbinen) så ser vi det som att ergonomin förbättras för dem jämfört med om dem ska behöva klättra upp på stegen i båtlandingen från en CTV. Om ett rullband installeras på den vågkompenenserade landgången kommer det att minska tunga lyft för teknikerna.

En deltagare citerar - *komforten kommer att öka för teknikerna då dem kan äta sin frukost ombord och gå direkt till sin arbetsplats.*

5.3 Framtiden

Som vi ser i i figur 4 i enligt Hassans rapport i kapitel 2.3 kommer Storbritannien med sitt havsbaserade vindkraftsprogram att satsa på större fartyg med support av helikoptrar för att

klara av utmaningarna som tillkommer med vindkraftsparker längre ut till havs. SOV bör få allt större betydelse inom den havsbaserade vindkraftsindustrin då tillgängligheten minskar för CTV's i vindkraftsparker längre ut till havs. CTV-konceptet som har utvecklats mycket sedan sin introduktion som vi kan se i kapitlet 2.7.1 CTV lär fortsätta att utvecklas i framtiden och öka sin tillgänglighetsgrad att utföra transfers. SOV som nyligen gjort sin introduktion i branschen och är i utvecklingsfas kommer antagligen i framtiden att bli mycket effektivare i sitt arbete i samband med att teknologin utvecklas i resten av offshore industrin.

Som vi ser i Bussel & Zaaijer's rapport i kapitlet 2.6 Accessibility & Availability är det optimalt om turbinerna har 95% tillgänglighet om året. Då turbinerna kommer att öka i storlek från 8 MW turbiner som är dem största idag, till kanske 12 eller 15 MW turbiner så kommer det få väsentligt mycket mer betydelse att dem konstant hålls i drift då det bör bli kostsamma följder annars. en deltagare citerar – *Of course when a turbine of 6 or 8 MW is down you are going to lose a lot of money.*

En annan deltagare citerar – *Right now everyone is talking about SOV as the big new thing in the business, but the problem is who will be able to charter these vessels.*

5.4 Metoddiskussion

I detta kapitel kommer det att diskuteras om valet av kvalitativ metod och om semistrukturerade intervjuer som använts är bäst anpassad för studien jämfört andra metoder och strukturer på intervjuer. Brister samt styrkor i hur innehållet i analysen utfall. Valet av källor kommer att diskuteras.

5.4.1 Val av metod

Det ansågs bäst att använda sig av kvalitativ metod för att samla data till studiens resultat. Kvantitativ metod ansågs inte rätt till denna studie då den inte är matematiskt grundlagd. Flera metoder ansågs inte heller relevanta för studien då det inte finns något att utforska i ämnet genom t ex observation.

5.4.2 Intervjuer

Vi ansåg att användningen av semistrukturerade intervjuer var den bästa vägen att gå till väga eftersom det behövdes diskussion kring ämnet då det är brett och stort. Följdfrågor gjorde det möjligt att få mer rik data till ämnet som var relevant. Att vi begränsade oss till sju huvudfrågor var tillräckligt för att få mera pålitlig data. Vi kunde finna mycket tydliga mönster som alla deltagarna nämnde med våra frågor.

Strukturerade intervjuer hade inte gett bäst resultat då frågorna är slutna och hade minskat informationen som behövdes.

Ostrukturerade intervjuer hade heller inte gett bäst resultat då vi inte är erfarna intervjuare och ämnet är lättare att följa med ett frågeformulär och ställa följdfrågor till huvudfrågorna.

5.4.3 Validitet och Reliabilitet

För att göra analysen mer pålitlig, opartisk och då den är först och främst intervju baserad, intervjuade vi åtta personer i branschen för att få ett stort urval av data att skriva slutsatserna av. Alla samtliga personer som deltog har stor kunskap och många års erfarenhet i branschen.

De har kunskap om båda fartygstyperna. CTV:er har funnits länge med och är därför ett allmänt ganska känt område för alla deltagare men SOV:er är något som har utvecklats och vuxit fram på senare tid i branschen och resulterar därför i ett mindre trovärdigt utfall då dem ännu är i utvecklingsfas. Mycket är spekulation. Dock har OSV:er funnits länge inom offshore industrin generellt och då SOV är en utveckling av OSV använder dem sig av beprövade system. Vi tycker att utfallet av data informationen vi samlat är generellt pålitlig information utifrån vår egen erfarenhet i branschen. Dock så bör informationen ha vinklats något från de olika bolagens deltagare då deras intressen är olika för industrin. Därför tycker vi att det var bra att intervjua många deltagare för att finna mönster som stämde överens i intervjuerna. Men som alla artiklar bör den som läser vår studie vara något kritisk till all den information vi presenterar.

5.4.4 *Valet av att presentera resultat data i tabeller i kapitlet 4 Resultat*

För att enklare kunna överblicka informationen vi samlade in från intervjuerna då det sammanlagt var åtta stycken ansåg vi att det var enklare att presentera vanligt förekommande svar från våra frågor i intervjuerna i tabellform för att kunna ge läsaren en överblickande form av resultatet som utfall.

5.4.5 *Källkritik*

Med fyra års erfarenhet som kaptener på CTV's kunde vi själva se att stora delar av litteraturen vi använt var relevant för ämnet. Branschrappporter som från EWEA: The European Wind Organisation eller ORECCA Off-shore Renewable Energy Conversion platforms – Coordination Action anses vara mycket pålitliga då dem uppdateras årligen. Information om SOV fanns endast i webbkällor och är därför är kapitlet 2.7.2 SOV - Service Operation Vessels med minst pålitlig litteratur. Artiklarna vi använt anses relevanta för bakgrunden. Webbkällorna anses vara minst pålitliga men relevanta då vi kan med vår erfarenhet inom branschen kan avgöra om dem är ansenligt pålitliga.

6 Slutsatser

Studien visar att CTV's kommer den överblickande framtiden att vara det dominerande konceptet för transfers i den havsbaserade vindkraftsindustrin tack vare sin flexibilitet. SOV som nyligen har introducerats och som fortfarande är i utvecklingsfas kommer inte att vara lika produktiv i effektivitet på grund av vare att det tar lång tid för dem att utföra transfers idag. Men när vindkraftsparker kommer att byggas längre ut till havs så kommer inte CTV's att vara lika effektiva som i de kustnära vindkraftsparker dem utför operationer idag. När tillgängligheten minskar för CTV då avståndet till vindkraftparkerna ökar och väderförhållandena blir tuffare så kommer SOV's att bli mer aktuella för produktionen. SOV's kan stanna i veckovis till havs medan de mindre CTV's måste ta sig till och från hamn varje dag. SOV's kommer att kunna utföra transfers nästan hela året runt medan CTV's tillgänglighet kommer antagligen att minska i procent i vindkraftsparker långt ifrån närmsta kust. Dock är det en kostnads fråga att använda SOV's som är mycket dyrare i drift än en CTV.

Under konstruktionsfasen av en vindkraftspark kommer CTV's ha mest betydelse för produktionen då dem är mycket snabbare på att utföra transfers och tidsschemat är pressat för att installationen av parken ska bli färdig. SOV kommer att bli viktigare för produktionen här först när vindkraftsparkerna byggs längre ut till havs.

Den havsbaserade vindkraftsindustrin är en snabbväxande nisch och därför finns det mycket att forska om då det sker mycket innovationer i takt med expansionen av industrin. Förslag på fortsatt arbete inom vår studie är:

- Lösningar för överhettningproblemet med hydraulikoljan i justeringsmekaniken till de vågkompenserade landgångarna.
- Kapacitetsanalys på ett mellanalternativ till SOV och CTV med tekniker inhuserade ombord som kan borda ett torn på CTV's vis.
- Kan miljöfaktorn för CTV's utvecklas mer för att på så vis konkurrera med SOV's.
- Ekonomiförslag för att reducera kostnaderna för SOV-konceptet.
- Anpassning och effektivisering för det dynamiska positioneringssystemet till offshore vindkraft.

Referenser

Artiklar:

Hassan, GL Garrad, (2013), *The Crown Estate; A Guide to UK Offshore Wind operations and maintenance*

Gundejerde, Christian. Halvorsen, Blomseth, Halvorsen, Ina, (2012) *Vessel Fleet size and mix for maintenance of offshore wind farms*. June 2012 master arbete

Salzmann, D.J. Cerda, Ampelmann, (2004) *Development of the Access system for Offshore Wind Turbines*, Thesis, We@Sea project

G.J.W. van Bussel M.B. Zaaijer, (2001) *Reliability, Availability and Maintenance aspects of large-scale offshore wind farms, a concept study*

IMCA, (2014) *Guidance on the: Transfer of Personnel to and from Offshore Vessels and jkStructures*

IMO 645, (1994) *Guidelines for vessel with dynamic positioning systems*

TheCrownEstate, (2014) *Jack-up vessel optimization Improving offshore wind performance through better use of jack-up vessels in the operations and maintenance phase*

Giorgio, Corbetta. Pineda, Iván Pineda. Wilkes, Justin. EWEA, The European wind energy association, *Wind in power 2014 European statistics*, February 2015

J.Bard, F. Thalemann ORECCA, (2015) *Offshore infrastructure: Port and Vessels, A report of the Off-shore Renewable Energy Conversion platforms- Coordination Action*

The Crown Estate, (2013), *Transmission infrastructure associated with connecting offshore generation*

Rock, Parson, (2010) Environmental and Energy Study Institute, *Offshore wind energy*

Böcker:

Thomsen, Kurt E, (2014) *Offshore wind: a comprehensive guide to successful offshore wind farm installation*

Bray, (2013) Captain David, *DP Operator's Handbook*

Webbkällor:

4coffshore- (2013) <http://www.4coffshore.com/windfarms/wind-farm-service-vessels-an-overview-aid246.html> (2015-05-11)

Ampellman- (2015) <http://www.ampelmann.nl/products/> (2015-02-26)

Uptime- (2015) <http://www.uptime.no/?cat=11> (2015-02-24)

C-Bed- (2014) <http://c-bed.nl/> (2015-02-2)

A2SEA- (2015) <http://www.a2sea.com/fleet/sea-worker/> (2015-03-14).

SeaZip- (2015) <http://seazip.com/service-operation-vessel-under-development/> (2015-05-13)

Damen- (2015)
<http://www.damen.com/en/news/2013/11/damen%20sets%20the%20pace%20with%20walk%20to%20work%20vessel> (2015-05-13)

NSKShipDesign- (2015) <http://www.nskshipdesign.com/designs/offshore/windmill/sov-l-70m-uptime-gangway-dp2-voith-propellers-60-persons/> (2015-05-13)

WagenBorg- (2015) <http://www.wagenborg.com/uploads/bestanden/7c91c037-2a60-4ef0-bd18-d2e6f46cc6c4> (2015-05-13)

Anholt- (2015) <http://www.anholt-windfarm.com/en/the-project/construction-of-the-wind-farm> (2015-05-11)

Elektroniska bilder:

Figur 1 (2011) <http://www.eon.se/upload/eon-se-2-0/Bilder/toppbilder-764x210/Toppbild-Rodsand-2-764px.jpg> (2015-03-10)

Figur 2 (2015) Albert Ahlström

Figur 3 (2015) http://www.transmissioninfrastructure-offshoren.co.uk/images/backgrounds/dc_connections_map.jpg (2015-05-10)

Figur 4 (2006) <http://no-tiree-array.org.uk/wp/wp-content/uploads/2011/10/image015.png> (2015-05-10)

Figur 5 (2015) <http://www.offshorewind.biz/wp-content/uploads/2014/06/First-TP-Installed-at-Butendiek-Offshore-Wind-Farm.jpg> (2015-04-11)

Figur 9 (2015) http://www.ihsmaritime360.com/images/assets/643/15643/Van_Oord.jpg (2015-04-11)

Figur 10 (2015) Axel Ahlström

Figur 13 (2013) http://www.4coffshore.com/windfarms/images/news/news246_1.jpg (2015-05-11)

Figur 14 (2013) http://www.4coffshore.com/windfarms/images/news/news246_3.jpg (2015-05-11)

Figur 15 (2015) Albert Ahlström

Figur 16 (2015) <http://www.ampelmann.nl/products/> (2015-02-26)

Figur 17 (2015) <http://www.ampelmann.nl/products/> (2015-02-26)

Figur 18 (2015) <http://www.uptime.no/?cat=11> (2015-02-24)

Figur 19 (2014) <http://c-bed.nl/> (2015-02-24)

Bilder från artiklar:

Figur 6 - Hassan, GL Garrad, (2013), *The Crown Estate; A Guide to UK Offshore Wind operations and maintenance*

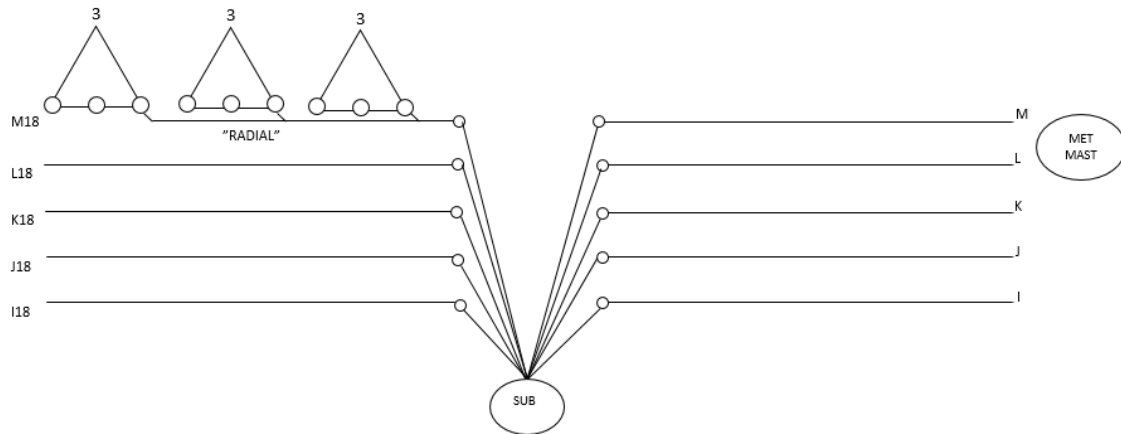
Figur 7 - Giorgio, Corbetta. Pineda, Iván Pineda. Wilkes, Justin. EWEA, The European wind energy association, *Wind in power 2014 European statistics*, February 2015

Figur 8 - Giorgio, Corbetta. Pineda, Iván Pineda. Wilkes, Justin. EWEA, The European wind energy association, *Wind in power 2014 European statistics*, February 2015

Figur 11 - Gundejerde, Christian. Halvorsen, Blomseth, Halvorsen, Ina, (2012) *Vessel Fleet size and mix for maintenance of offshore wind farms*. June 2012 master arbete

Figur 12 J.Bard, F. Thalemann ORECCA, (2015) *Offshore infrastructure: Port and Vessels, A report of the Off-shore Renewable Energy Conversion platforms- Coordination Action*

Bilagor:



Bilaga 1 - Rödsand II kopplingsschema, Bild från René Walbum, Vindkraftstekniker.

Questions about comparing CTV's with SOV's in the offshore wind transfer industry.

How much more effective is a SOV compared to CTV in time efficiency and cost, when transferring between turbines? Work condition limits between SOV and CTV?

How much longer can an average type of SOV work in a bad weather condition? What significant wave height are used to be the maximum? How much wind force can the DP-2 class system compensate against?

How will the SOV compare to the CTV when measuring performance between near shore wind farms and far-offshore wind farms? How will the vessels capacity be to stay out in the field? Will the SOV be able to compete with CTV's effectively in near-shore wind farms in the future?

What's your opinion about the heave compensated gangways?

Is the SOV an better environmental option than CTV:s?
Per Technician? Not tonnage.

Do you consider it a good option to use the SOV as a multi-purpose vessel, for example to transport generators and containers or heavy equipment? Special works? Supporting of electricity, air and hydraulic hoses? Deployment of buoys in the field?

Do you know any good way of supplying these vessels in a future wind farm field further out in the ocean than the common near-shore fields today? What would be a good logistical solution?

Extra:

Would you consider hiring, building a SOV vessel?

Own Thoughts?