



DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering:

Offshoreteknologi –
Industriell teknologi og driftsledelse

Vårsemesteret, 2012

Åpen

Forfatter/ Stud.nr:

Marit C. Søndena/ 953727

.....
(signatur forfatter)

Fagansvarlig: Tore Markeset

Veiledere: Tore Markeset og
Torbjørn Gjerde, ConocoPhillips Norge

Tittel på masteroppgaven: Offshorekraner

Engelsk tittel: Offshore Cranes

Studiepoeng: 30

Emneord:

Offshorekraner, teknisk sikkerhet,
vedlikehold, økonomi

Sidetall: 120

+ vedlegg/annet: 18

Stavanger, 12.07.12

Masteroppgave 2012

Marit C. Søndenaas ved Universitet i Stavanger

Oppdragsgiver: ConocoPhillips Norge



OFFSHOREKRANER

Forord

I løpet av de fem siste årene har jeg vært student ved Universitetet i Stavanger (UiS). Etter tre år avsluttet jeg en Bachelorgrad innen Bygg ingeniør med fordypning i konstruksjonsteknikk. I skrivende stund holder jeg på med ferdigstilling av en Mastergrad innen Offshoreteknologi med fordypning i Industriell Teknologi og Driftsledelse. Dette er i hovedsak et internasjonalt studie som på engelsk heter Offshore Technology – Industrial Asset Management.

Denne Masteroppgaven er skrevet i samarbeid med ConocoPhillips Norge. Oppgaven har dreid seg om å analysere offshorekraner med hensyn til bruk av elektro-hydraulisk, diesel-hydraulisk og helelektrisk maskineri. Torbjørn Gjerde, kranansvarlig hos ConocoPhillips, ønsket et studie på hvorfor ConocoPhillips kun har diesel-hydrauliske kraner, og hva som er årsaken til at de 3 siste plattformene firmaet har under bygging kun er utstyrt med diesel-hydrauliske kraner. Denne oppgaven vil bli brukt som en del av beslutningsgrunnlaget for bedriftens anskaffelser av framtidige offshorekraner.

Jeg vil først og fremst rette en stor takk til Torbjørn Gjerde som ønsket å drive et samarbeid med meg gjennom hele mitt siste semester ved UiS. Han har vært min offshorekran mentor og gud de siste månedene og har vært til stor hjelp ved innsamling av faglitteratur innen et snevert tema. I tillegg har han vært tilgjengelig for spørsmål og diskusjoner, og hjulpet meg i å komme i kontakt med relevante fagfolk. Jeg ønsker også å rette en stor takk til Tore Markeset som er professor ved UiS og som har vært min veileder gjennom oppgaven. Han har støttet meg i mange frustrerte situasjoner og gitt meg selvtillitt til å gjennomføre en oppgave jeg har sett på som betydelig vanskelig i forhold til min bakgrunnskunnskap. Jarle Bråstein, vedlikeholdsansvarlig på kranene, skal ha takk for at han tok meg med på dagstur til Ekofisk-senteret. Her fikk jeg trimmet en eldre mannekropp samtidig som jeg fikk sett på nesten alle offshorekranene som er installert på de tilknyttete plattformene. Retter også en takk til Kåre Tommy Talberg og resten av gutta som arbeider i NOV Molde. De ordnet til en hel dag i Molde hvor de hadde presentasjoner av offshorekraner med hovedfokus på helelektriske kraner. Jeg fikk meg også en tur på ”byggeplassen” deres når jeg var der oppe og fikk sett på kranen som skal installeres på Ekofisk 2/4 L plattformen. Jarl Torgersen Strand, tidligere kranfører og nå krankoordinator hos ConocoPhillips og som er leder i Krangruppen, fortjener en takk på bakgrunn av at han har engasjert seg stort i min oppgave. I tillegg fikk jeg delta på

et møte Krangruppen hadde i Stavanger, med inkluderte festligheter på kvelden. En snarvisitt til Kranskolen på Ålgård ordnet han også, der fikk vi kjøre kransimulator. Elektroingeniørene Kjetil Birkedal og Asgeir Kinn skal også ha en takk for at de konstant har hatt døren åpen på deres felleskontor. De har svart og forklart, på barneskole nivå, alle mine mange spørsmål vedrørende elektronikk. Noe som trengtes sårt da utgangspunktet mitt for å forstå elektrofaget var null ved oppstart av denne oppgaven. Min mor, Frida Carlson Søndena, fortjener en takk for alle de timene hun har dedikert på rettskriving av oppgaven som har gjort det mulig for alle andre å forstå hva jeg har skrevet. Til slutt vil jeg takke mine pålitelige studievenner gjennom fem års skolegang, og takke min familie og mine venner som har vært tålmodige og forståelsesfulle i henhold til min tidsprioritering.

Marit C. Søndena
Universitetet i Stavanger, 7.juli 2012

Sammendrag

I forbindelse med at Ekofisk-området i Nordsjøen bygges ut er det planlagt og under bygging tre plattformer som skal installeres og settes i drift i perioden 2013 til 2015. To av disse nye plattformene skal knyttes opp mot Ekofisk feltet mens den tredje skal knyttes opp mot Eldfisk feltet. ConocoPhillips er operatør på begge disse feltene og er også de som står for utbyggingen. I forbindelse med utbyggingen er det bestemt at plattformene skal installeres med diesel-hydrauliske offshorekraner og hovedpoenget med denne oppgaven har vært å finne ut hvorfor valget falt på diesel-hydrauliske kraner fremfor andre krantyper. De andre krantypene som er vurdert i denne oppgaven er elektro-hydrauliske og helelektriske kraner.

Historien om hvordan ConocoPhillips ble etablert som en olje og gass operatør på norsk sokkel er fortalt i kapittel 1. Her angis det også hvordan Ekofisk-området er bygget opp og hvilke plattformer området består av. Dette for å gi en oversikt over hvor stort Ekofisk-området er og hvor mange kraner som operer på feltet. Samtidig har det vært viktig å få frem at ConocoPhillips er et godt etablert firma og som var det selskapet som startet hele oljeeventyret i Norge.

Videre har det vært viktig å gi et godt faglig grunnlag for hvordan en offshorekran er bygd opp og hva som er så spesielt med dette utstyret. Det er fokusert på at kranene skal være utført i henhold til kranstandarden NS-EN 13852-1, Cranes, Offshore Cranes. Andre begrensninger som ble satt var at det kun skulle ses på fagverksbomkraner plassert på installasjoner som stod på understell plassert på havbunnen. De forskjellige krantypene er også forklart for å få en innføring i hovedforskjellene på dem. Problemstillingen har vært å finne ut hvorfor ConocoPhillips kun har diesel-hydrauliske kraner. Hovedårsaken til dette er at de opererer med en intern sikkerhetsfilosofi som sier at det skal være mulig og operere kranen etter at plattformen er stengt ned på grunn av eksplosjons- og brannfarlige situasjoner. Når plattformen stenges ned vil strømmen som en konsekvens forsvinne slik at ikke utstyr skal kunne påvirke en faretruende situasjon slik at den forverres. Når strømmen forsvinner er det ikke mulig å operere elektriske krantyper, de er dermed ikke godkjent i henhold til sikkerhetsfilosofien til ConocoPhillips.

Hoveddelen av oppgaven har dermed dreid seg om å kartlegge nøye hvordan en plattform fungerer i nedstengningssituasjoner, hva lovverk og NORSOK S-001 Teknisk sikkerhet sier

om krav i faretruende situasjoner. Det ble dermed konstatert at kravet om at kranen skal være mulig å operere etter nedstengning kun er et internt krav hos ConocoPhillips. Det er dermed argumentert for hvorfor de har dette interne kravet og nødvendigheten av det. Andre operatørselskap er spurt om hvordan de forholder seg til problemstillingen hvorpå de avviste hele problemet. Det er sett på om det fantes andre måter å operere de elektriske kranene på etter at strømforsyningen faller bort. I teorien er dette mulig, men det vil antakelig ikke fungere noe særlig i praksis. Utfordringene med å ha en dieselmotor i drift på en nedstengt plattform er også sett på. Det er i tillegg opplyst om at Avdeling for Teknisk Sikkerhet holder på med en revurdering av dagens sikkerhetsfilosofi, så det finnes muligheter for at den kan endres.

Etter mange diskusjoner rundt sikkerhetsfilosofien ble tilgjengeligheten på elektrisitet i Ekofisk-området kartlagt. Det ble konstatert at det ikke finnes nok elektrisitet i dag til å forsyne elektriske kraner med kraftbehovet de trenger. Skal det bli aktuelt med elektriske kraner må det produseres mer strøm i området enn det som gjøres i dag eller det må legges en strømkabel fra land.

Fordeler og ulemper med hver kranstype er kartlagt med fokus på vedlikehold og økonomi. Med hensyn på vedlikeholdsbehov kom de elektriske kranstypene seirende ut i forhold til den diesel-hydrauliske kranen som bruker en dieselmotor som krever mye vedlikehold. Den helelektriske kranen slo også den elektro-hydrauliske kranen ettersom hydraulikksystemet omtrent forsvinner og fordi en helelektrisk kran ikke drives av en stor motor, men av et elektrisk driverom med styreskap for elektromotorene som er plassert på vinsjene. Antall roterende deler minskes betraktelig på den helelektriske kranen.

Fokuset på økonomi gjaldt innkjøpspris, installasjonskostnader og operasjonskostnader. De tre kranstypene havnet til slutt på omtrent samme livssyklus-kostnad (LCC), men konklusjonen ble at det var for mange usikre moment i beregningene til at man kan bruke tallene til noe fornuftig som et argumentasjonsgrunnlag.

Den endelige konklusjonen til slutt ble at det finnes fordeler og ulemper ved valg av hver kranstype og at ingen av dem bør utelukkes for framtidige vurderinger og investeringer. Slik som situasjonen til ConocoPhillips er på nåværende tidspunkt, finnes det ikke muligheter for å få installert elektriske kran typer på de eksisterende plattformene i Ekofisk-området.

Innholdsfortegnelse

Forord	
Sammendrag	I
Tabelliste	VII
Figurliste.....	VIII
Ord og uttrykk	X
1 Innledning	1
1.1 Oppgavedefinisjon.....	2
1.2 Begrensninger	2
1.3 Rapportens struktur.....	3
1.4 ConocoPhillips og Ekofisk-området.....	4
1.5 Engineering.....	11
2 Beskrivelse av offshorekraner.....	13
2.1 Konstruksjonen til en offshorekran	13
2.1.1 Bom	14
2.1.2 Pidehall	15
2.1.3 Svingkrans	15
2.1.4 Kranrammen.....	15
2.1.5 A-rammen.....	16
2.1.6 Maskinhuset	16
2.1.7 Førerhuset.....	17
2.1.8 Heisetau	17
2.2 Kjennetegn for offshorekraner.....	18
2.2.1 Sjøløft	18
2.2.2 Sikkerhetssystemer	32
2.2.3 Teknisk sikkerhet	38
2.2.4 Personelløft.....	43
2.3 Gjennomgang av de tre krantypene	46
2.3.1 Hydraulikkssystem.....	46
2.3.2 Dieselmotor	49

2.3.3	Elektromotor.....	50
2.3.4	Helelektrisk kran	51
3	Teknisk sikkerhet	56
3.1	Gjennomgang av NORSOK S-001 Teknisk sikkerhet	56
3.1.1	Planløsning	57
3.1.2	Avblåsning (BD) og fakkelsystem	58
3.1.3	Passiv brann beskyttelse (PFP)	58
3.1.4	Gassdeteksjon.....	58
3.1.5	Branneteksjon.....	59
3.1.6	Tennkilde kontroll (ISC)	60
3.1.7	Nødkraft og belysning	60
3.1.8	Høytaleranlegg (PA), alarm og nødkommunikasjon	61
3.1.9	Prosess sikkerhet	61
3.1.10	Nødnedstengning (ESD)	62
3.2	ConocoPhillips tilleggsprosedyre til NORSOK S-001.....	65
3.2.1	Nedstengningsnivå på en bemannet plattform	65
3.2.2	Nedstengningsnivå på en ubemannet plattform	68
3.3	Oppsummering av hvordan kranen blir påvirket ved nedstengning av en plattform	70
3.3.1	Kranen er i drift.....	70
3.3.2	Kranen er parkert.....	71
3.4	Hvorfor liker ConocoPhillips diesel-hydrauliske kraner så godt?.....	72
3.4.1	Sjekk av bakgrunnsstoffet til ”Sikkerhetsfilosofi for kraner”	72
3.4.2	Diskusjon rundt realiteten for at kranen kjører etter Gul ESD.....	74
3.4.3	Kartlegging av hvilke plattformer som egner seg best for elektriske krantyper	78
3.4.4	Kartlegging av hvordan Statoil stiller seg til ConocoPhillips` intern krav	79
3.4.5	Ulempen ved å ha en dieselmotor i drift på en plattform.....	80
3.4.6	Forslag til vurderinger Teknisk sikkerhet avdelingen kan se på ved revurdering av ”Sikkerhetsfilosofi for kraner”	83
3.5	Har ConocoPhillips tilstrekkelig kraft til elektriske krantyper?.....	84
3.5.1	Kartlegging av generatorkapasitet.....	84
3.5.2	Kartlegging av effektbehovet til hver krantype.....	85
3.5.3	Fremtidige planer angående kraftforsyning til Ekofisk-området	87
4	Vedlikehold.....	89

4.1	Kartlegging av hva Standardene og Opplæringsmanualene sier om vedlikehold.....	89
4.1.1	NORSOK R-003N Sikker bruk av løfteutstyr.....	89
4.1.2	NS-EN 13852-1 Cranes-Offshore cranes-Del 1: General-purpose offshore cranes.....	90
4.1.3	G5 Kursmanual teoretisk del for offshorekraner.....	90
4.1.4	Operasjonsinstruksjoner på kranen	90
4.2	Vedlikeholdsinstruksjonen til NOV	95
4.2.1	Kontroll av ulike funksjoner	95
4.2.2	Oljespesifikasjoner	95
4.2.3	Smørekart	96
4.2.4	Periodisk vedlikehold	98
4.2.5	Komponentbytte	104
4.2.6	Oppsummering av vedlikehold	106
5	Økonomi	107
5.1	Kostnadsestimater på de tre krantypene	107
5.2	Sammenligning av LCC på hver krantype	109
6	Sammenligning	110
7	Konklusjon.....	114
8	Videre arbeid.....	117
9	Referanser	118
9.1	Standarder.....	118
9.2	Bøker	118
9.3	Hovedoppgaver.....	118
9.4	Manualer.....	118
9.5	Intern dokumenter for ConocoPhillips	119
9.6	Forskrifter	119
9.7	Fagfolk.....	119
9.8	Websider.....	120
9.9	Andre	120
	Vedlegg A Oversiktskart av Ekofisk-området	I
	Vedlegg B.1 Logikkdiagram	II
	Vedlegg B.2 Logikkdiagram av kranen	III
	Vedlegg B.3 C&E- diagram, Eld A Østkran.....	IV

Vedlegg C Sikkerhetsfilosofi	V
Vedlegg D Vedlikeholdsintervaller på en dieselmotor	VIII
Vedlegg E.1 Installasjonskostnad på diesel-hydraulisk kran	IX
Vedlegg E.2 Installasjonskostnad på elektro-hydraulisk kran	X
Vedlegg E.3 Installasjonskostnad på helelektrisk kran	XI
Vedlegg F ”Strøm fra land til olje- og gassplattformer”	XII

Tabelliste

Tabell 1-1 Organisasjonskart.....	11
Tabell 2-1 Lastkart for lettløft (1-fall). Tabell hentet fra G5-manualen.	25
Tabell 2-2 Lastkart for tungløft (2-fall). Tabell hentet fra G5-manualen.	26
Tabell 2-3 Lastkart for tungløft (3-fall). Tabell hentet fra G5-manualen.	27
Tabell 2-4 NS-EN 13852-1 vedlegg J. Rangering av sikkerhetssystemene til kranen.....	35
Tabell 2-5 Lastkart for MOB båt. Tabell hentet fra G5-manualen.	45
Tabell 3-1 NORSOK S-001 tabell 2. Oversikt over kranens nedstengning ved gassdeteksjon.	59
Tabell 3-2 NORSOK S-001 tabell 3. Oversikt over kranens nedstengning ved branndeteksjon.	60
Tabell 3-3 Oversikt over de ulike ESD nivåene. Årsakene til av hvert nivå blir utløst og hvilke aktiviteter som utføres i hvert nivå.....	64
Tabell 3-4 NORSOK S-001, rev. 3, Januar 2000, vedlegg F. Oversikt over kranens nedstengning ved brann- og gassdeteksjon.	74
Tabell 3-5 Kartlegging av hvilke plattformer som egner seg best for elektriske krantypene.....	78
Tabell 3-6 Effektbehovet til de tre forskjellige krantypene.	85
Tabell 4-1 Daglig sjekkliste på en dieselmotor. Tabell er fra Operasjonsinstruksjonen.....	91
Tabell 4-2 Daglig sjekkliste på en elektromotor. Tabell er fra Operasjonsinstruksjonen.....	92
Tabell 4-3 Vedlikeholdstabell for dieselmotor. Tabell er fra Vedlikeholdsinstruksjonen... ..	100
Tabell 4-4 Vedlikeholdstabell for elektromotor. Tabell er fra Vedlikeholdsinstruksjonen. ..	101
Tabell 4-5 Vedlikeholdstabell for hydraulikksystemet. Tabell er fra Vedlikeholdsinstruksjonen.	102
Tabell 4-6 Vedlikeholdstabell for helelektrisk driverrom og hydraulisk bremsesystem. Tabell er laget av NOV.....	103
Tabell 4-7 Intervall overhaling av dieselmotor	104
Tabell 4-8 Intervall lagerbytte på elektromotor	104
Tabell 4-9 Intervall komponentbytte i hydraulikksystemet	105
Tabell 4-10 Komponentbytte på helelektrisk kran	105
Tabell 5-1 Innkjøpspris og operasjonskostnader på en diesel-hydraulisk kran.	107
Tabell 5-2 Innkjøpspris og operasjonskostnader på en elektro-hydraulisk kran.....	107
Tabell 5-3 Innkjøpspris og operasjonskostnader på en helelektrisk kran.	107
Tabell 5-4 Installasjonskostnader på en diesel-hydraulisk kran.....	108
Tabell 5-5 Installasjonskostnader på en elektro-hydraulisk kran.	108
Tabell 5-6 Installasjonskostnader på en helelektriske kran.....	108
Tabell 5-7 Livssyklus kostnader (LCC) på en diesel-hydraulisk kran.....	109
Tabell 5-8 Livssyklus kostnader (LCC) på en elektro-hydraulisk kran.	109
Tabell 5-9 Livssyklus kostnader (LCC) på en helelektrisk kran.....	109
Tabell 6-1 Sammenligning av fordelene vedrørende de forskjellige krantypene.	111
Tabell 6-2 Sammenligning av ulempene vedrørende de forskjellige krantypene.....	113

Figurliste

1.1 Oversiktskart av Ekofisk-området, se vedlegg A for større bilde.....	5
1.2 Ekofisk-senteret, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.....	6
1.3 Ekofisk 2/4 K-B. Ekofisk 2/4 K er den plattformen som ligger til venstre. Figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.....	8
1.4 Ekofisk 2/4 A, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.....	8
1.6 Eldfisk-senteret, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.....	9
1.5 Ekofisk 2/4 VA, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.....	9
1.7 Eldfisk 2/7 B, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.....	10
1.8 Embla 2/7 D, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.....	10
1.9 Tor 2/4 E, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.....	10
2.1 Oversikt over alle hovedkomponentene til en fagverkskran, figur er hentet fra G5-manualen.....	13
2.2 Boksboom kran.....	14
2.3 Knekkboom kran.....	14
2.4 Pidehall, figur hentet fra G5-manualen.....	15
2.5 Svingkrans, figur hentet fra ASIABearings.....	15
2.6 Kranramme, figur hentet fra G5-manualen.....	15
2.7 A-ramme, figur hentet fra G5-manualen.....	16
2.8 Maskinhuset.....	16
2.9 Førerhuset.....	17
2.10 F.v. 1-, 2- og 3-fall. Figuren er hentet fra Talbergs Prosjektoppgave.....	17
2.11 Bølgehøyde som funksjon av tiden. Figuren brukes i forklaring av signifikant bølgehøyde.....	19
2.12 Prinsippskisse av bomvinkel og lastradius.....	19
2.13 NS-EN 13852-1 vedlegg B.1. Kalkuleringsmetode for den dynamiske faktoren.....	21
2.14 NS-EN 13852-1 vedlegg B.1. Tabellene som figur 2.13 henviser til i kalkuleringsmetoden for den dynamiske faktoren.....	22
2.15 NS-EN 13852-1 vedlegg B.4. Utrengningsmetode for krok hastigheten som figur 2.13 henviser til når den dynamiske faktoren skal beregnes.....	23
2.16 NS-EN 13852-1 vedlegg B.2. Her beskrives forhold som må tas hensyn til ved en mer nøyaktig beregning av den dynamiske faktoren. vedlegg C.3. som det henvises til omhandler flytende offshoreinstallasjoner og ses dermed vekk i fra i denne oppgaven som kun omhandler faste offshoreinstallasjoner.....	23
2.17 NS-EN 13852-1 vedlegg M. Oversiktsbilde av "offlead-" og "sidelead-" stillinger.....	29
2.18 Eksempel på Kran Kontroll Displayet (CCD) som er tilgjengelig for kranfører i kabinen. Bildet er hentet fra Operasjonsinstruksjoner.....	31
2.19 NS-EN 13852-1 figur 3. Her vises krokens bevegelse hvis den fester seg fast i båten ved sjøløft.....	32

2.20 NS-EN 13852-1 figur 4. Faktisk kroklast og vaierens utslippslengde som en funksjon av tiden når AOPS (Automatic Overload Protection System) blir aktivert.	33
2.21 NS-EN 13852-1 figur D.1. Eksempel på hvordan et sammenbruddsdiagram ser ut. De forskjellige komponentene til kranen fremstilles grafisk ved overbelastning.....	37
2.22 Eksempel på CENELEC merking av elektrisk utstyr som er plassert i eksplosjonsfarlige områder, figuren er hentet fra Trainor Kursmanual, <i>Ex oppdatering</i>	40
2.23 Eksempel på ATEX merking av elektrisk utstyr som er plassert i eksplosjonsfarlige områder, figuren er hentet fra Trainor Kursmanual, <i>Ex oppdatering</i>	40
2.24 Eksempel på ATEX merking av mekanisk utstyr som er plassert i eksplosjonsfarlige områder, figuren er hentet fra Trainor Kursmanual, <i>Ex oppdatering</i>	41
2.25 Eksempel på et lukket hydraulikksystem. Prinsippskisse hentet fra G5-manualen.	47
2.26 Energioverføringen i kranens hydraulikksystem (Schmitt, 1978).	48
2.27 Dieselmotor, figur hentet fra Talbergs Prosjektoppgave.	49
2.28 Elektromotor, figur hentet fra Talbergs Prosjektoppgave.....	50
2.29 Frekvensomformer, figur hentet fra Talbergs Masteroppgave.....	51
2.30 Forløpet ved hjelp av frekvensomformer, figur hentet fra Talbergs Prosjektoppgave. ...	52
2.31 Forklaring på firekvadrantsstyring, figur hentet fra Talbergs Prosjektoppgave.	53
2.32 Prinsippskisse for sammenstilling av helelektrisk kran. Laget av NOV.....	54
3.1 Valhall-senteret, f.v. Valhall QP, Valhall DP, Valhall PCP, Valhall WP og Valhall IP. Foto: BP Norge AS.	80
4.1 Smørekart for en dieselmotor. Figur fra Vedlikeholdsinstruksjonen.	96
4.2 Smørekart for en elektromotor. Figur fra Vedlikeholdsinstruksjonen.	97

Ord og uttrykk

AC – Vekselstrøm

AFP – Active Fire Protection

AFV – Automatic Flow Valve

AOPS – Automatic overload protection system

APRS – Automatisk Personell Registreringssystem

APS – Abandon Platform Shut Down

ATEX – Atmosphères Explosibles (Fransk for eksplosive atmosfærer)

BD – Blow Down

CCD – Crane Control Display (Kran Kontroll Display)

CCTV – Crane Control Television

CCR – Central Control Room

CENELEC – Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CT – Constant Tension (Konstanttrekk)

C&E diagrams – Cause & Effect diagrams

DC – Likestrøm

DC-circuit - Likestrømskrets

DHSV – Down Hole Safety Valve

DNV – Det Norske Veritas

EERS – Evacuation, Escape and Rescue Strategy

EIT – Elektro Instrument Telecom

ESD – Emergency Shut Down

FES – Fire & Explosion Strategy

FMECA – Failure Mode, Effects and Criticality Analysis

FTP – Field Terminal Platform

FW – Firewater

F&G – Fire and Gas

HFIS – Helicopter Flight Information Service, Lokal flygeinformasjonstjeneste plassert offshore.

HLO – Helicopter Landing Officer, Operativ leder av helikopterdekket.

HVAC – Heating, Ventilation and Air Conditioning

IEC – International Electrotechnical Commission

ISC – Ignition Source Control

LCC – Life Cycle Cost

Inverter Unit – Vekselretter

L.E.L. – Lower Explosion Limit

L.F.L. – Lower Flammability Limit

MOB båt – Mann-Over-Bord båt

MOPS – Manual Overload Protection System

NNMI – Normally Not Manned Installations

NOV – National Oilwell Varco

OSM – Offshore and Ship Management

PFP – Passive Fire Protection

PLS – Programmerbar Logisk Styring

PM motor – Permanent Magnet Motor

PSD – Process Shut Down

PSV – Pressure Safety Valve

Ptil – Petroleumstilsynet

SJA – Sikker Jobb Analyse

SWL – Safe Working Load

TA Cranes – Technical Authority Cranes, Teknisk kravsetter på kraner

UHF – Ultra High Frequency

UiS – Universitetet i Stavanger

UPS – Uninterruptible Power Supply

VHF – Very High Frequency

1 Innledning

Utstyr på en offshoreinstallasjon er delt i to systemer, produksjonssystemer og hjelpesystemer. En offshorekran hører til kategorien hjelpesystemer og den brukes hovedsakelig som et hjelpemiddel for tunge løft internt på installasjonen eller til/fra forsyningsbåt som leverer alt av matforsyninger, varer og diverse annet utstyr til installasjonene. Kranen er derfor et avgjørende ledd i transportkjeden til en offshoreinstallasjon. Uten kraner vil produksjonen om bord på en installasjon etter kort tid stoppe opp da forsyninger og utstyr ikke har mulighet til å bli fraktet om bord. Tiden før produksjonen stopper opp er varierende for hver installasjon siden de brukes til forskjellig type arbeid. Kranenes krav til pålitelighet og sikkerhet er høye siden noen av dem også brukes til transport av personell og andre kan være en del av beredskapsplanen til offshoreinstallasjonen.

Den teknologiske utviklingen på offshorekraner har vært stor i de senere år. Diesel-hydraulisk drevne offshorekraner er den eldste og mest etablerte krantypen i dag, men den er blitt videreutviklet til et elektro-hydraulisk kraftsystem hvor dieselmotoren er byttet ut med en elektromotor. Denne krantypen er også en vel etablert kranstype offshore i dag.

Helelektriske kraner er neste steg i utviklingen for bruk offshore. I dag er denne krantypen vel etablert for bruk på landbaserte anlegg. Å bruke en helelektrisk kran offshore medfører et miljøbytte som innebærer et røffere miljø for krantypen i form av vind, korrosjon, dynamiske påkjenningslaster og lignende, slik at det er andre utfordringer som må tas hensyn til i forhold til landbaserte kraner. Kraftsystemet til denne krantypen omhandler i hovedsak utbygging av hydraulikksystemet med et elektrisk drivsystem hvor hydraulisk drevne vinsjer og svingmaskineri blir byttet ut med elektriske drevne vinsjer og svingmaskineri. Installering av helelektriske offshorekraner er utført i Mexicogulfen, men har ikke nådd norsk sokkel enda. En annen ting å merke seg er at det kan medføre store investeringer når nytt utstyr ønskes installert offshore. Det er derfor viktig at ting gjøres rett første gang. Offshoreindustrien er derfor tradisjonelt veldig konservativ med hensyn på å ta i bruk ny teknologi.

1.1 Oppgavedefinisjon

ConocoPhillips Norge, kun kalt ConocoPhillips i resten av oppgaven, holder på med utbygging av olje og gass feltene de er operatør på i Ekofisk-området i Nordsjøen. I denne utbyggingsfasen skal det installeres tre nye offshoreinstallasjoner og det er bestemt at disse skal være utstyrt med diesel-hydrauliske kraner.

Hovedproblemstillingen i denne oppgaven har dermed vært å undersøke hvorfor den eldste teknologien har blitt valgt, nemlig diesel-hydrauliske kraner, og kartlegge mulighetene for bruk av elektriske krantyper i fremtiden.

I forbindelse med denne problemstillingen har delmålene vært:

- Gi en innføring i ConocoPhillips som et operatørselskap for olje og gass på norsk sokkel.
- Gi en oversikt over Ekofisk-området og omfanget av installerte offshorekraner.
- Gi en god faglig innføring i fagfeltet offshorekraner, der kranens konstruksjon, spesielle kjennetegn og beskrivelse av de forskjellige krantypene diesel-hydraulisk, elektro-hydraulisk og helelektrisk blir vektlagt.
- Kartlegge ConocoPhillips sitt valg vedrørende installering av diesel-hydrauliske offshorekraner på nye offshoreinstallasjoner.
- Kartlegge fordeler og ulemper forbundet med hver krantype med spesielt fokus på vedlikehold og økonomi.

1.2 Begrensninger

Oppgaven er utarbeidet i samarbeid med ConocoPhillips og begrenses derfor til de rammene som er gitt av dem. Dette fordi oppgaven skal være et realistisk studie som ConocoPhillips kan dra nytte av i sitt videre arbeid. Følgende rammer er satt:

- Kranene skal være utarbeidet i henhold til
NS-EN 13852-1 Cranes, Offshore cranes
Part 1: General – purpose offshore cranes
- Kranene som vurderes skal knyttes opp mot de offshoreinstallasjonene som er tilknyttet Ekofisk-området. Det fokuseres derfor kun på faste offshoreinstallasjoner, plattformer med stålunderstell festet på havbunnen (engelsk *jacket*).

- NOV brukes som kranleverandør. Det er kun installert kraner med fagverksbom i Ekofisk-området som også er den krankonstruksjonen som blir valgt ved nye innkjøp. Studiet begrenser seg derfor til kraner med fagverksbom. Når det snakkes om forskjellige krantyper i oppgaven betyr det forskjellige kraftdrevne typer.

1.3 Rapportens struktur

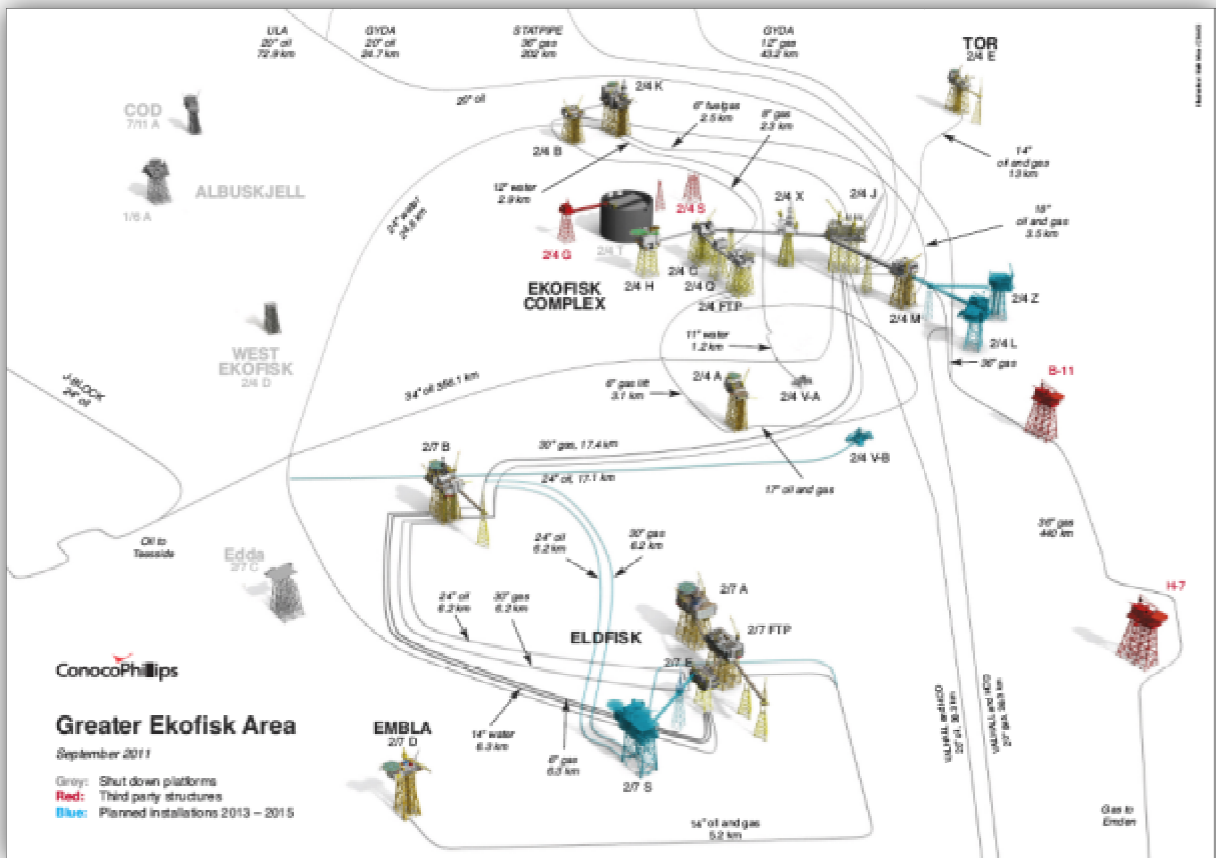
Problemstillingen i oppgaven vil bli besvart ved hjelp av en kombinasjon av litteraturstudie som hovedsakelig er basert på interne dokumenter hos ConocoPhillips, diskusjoner med relevante fagpersoner både innad i selskapet og med andre relevante selskaper og egen faglig kunnskap som jeg har tilegnet meg gjennom studietiden min ved Universitet i Stavanger. Andre relevante selskaper er kranprodusent og andre operatørselskaper. Litteraturstudiet vil også basere seg på relevante standarder og informasjon funnet på hjemmesidene til myndigheter og lignende. Det er forsøkt å bruke figurer, diagrammer, tabeller og illustrasjoner der det er hensiktsmessig for å forklare prinsipper eller for å understøtte tekst. Oppgaven bygges opp med en introduksjon til hvordan en offshorekran er konstruert og en fordypning i hovedkjenetegnene til en offshorekran, samt en introduksjon til de forskjellige krantypene som blir vurdert; diesel-hydraulisk, elektro-hydraulisk og helelektrisk. Videre vil kartlegging av årsaken til at ConocoPhillips kun bruker diesel-hydrauliske kraner bli sett på og mulighetene for å installere elektriske krantyper vil bli diskutert. Kranene vil bli vurdert med fokus på vedlikehold og økonomi for å stadfeste om det ene alternativet er bedre enn det andre. Avslutningsvis vil fordelene og ulempene med den enkelte krantype bli listet opp i tabeller.

1.4 ConocoPhillips og Ekofisk-området

ConocoPhillips består av 3 firmaer som er slått sammen; Conoco Inc., Phillips Petroleum Company og Burlington Resources. Conoco Inc. ble grunnlagt av Isaac E. Blake i 1875, han fikk da en idé om å gjøre parafin tilgjengelig og rimelig for folk i Utah. Phillips Petroleum Company ble grunnlagt av brødrene Frank og L.E. Phillips i 1917 etter at de fra 1905 hadde funnet 81 oljebrønner i Oklahoma. I 2002 slo disse to firmaene seg sammen og tok navnet ConocoPhillips, Burlington Resources sluttet seg til firmaet i 2006. Northern Pacific Railway Company, forløperen til Burlington Northern Railroad Company, bygget jernbane i 1864 etter at de hadde fått tildelt flere millioner dekar av president Abraham Lincoln. De beholdt flere av jordarealene som ble tildelt, og 100 år senere ble det funnet olje på disse eiendommene. Dette resulterte i to store produserende felt for Burlington Resources (ConocoPhillips hjemmeside, Who We Are, Company History).

ConocoPhillips er et internasjonalt energiselskap som opererer i mer enn 30 land. Hovedkontoret ligger i Houston, Texas, USA (ConocoPhillips hjemmeside). Selskapet startet sitt kontor i Norge som Phillips Petroleum i 1962 (FAKTA norsk petroleumsverksted 2011), da de søkte om løyve til å lete etter olje i Nordsjøen. Den første letebrønnen ble boret i 1966, men viste seg å være tørr. 23. desember 1969 begynte derimot det norske oljeeventyret for fullt da Phillips Petroleum fant Ekofisk feltet. Produksjonen på feltet ble satt i gang i 1971. Per dags dato er ConocoPhillips et av de største utenlandske operatørselskapene på norsk sokkel og med hovedkontor plassert på Tananger i Sola kommune (ConocoPhillips Norge hjemmeside).

ConocoPhillips er operatør på feltene i Ekofisk-området, i tillegg har de eierandeler i felt der andre selskaper er operatører. Eksempler på andre felt er Heidrun, Oseberg, Troll og Alvheim. Ekofisk-området er hovedfokuset til ConocoPhillips og det inneholder feltene Ekofisk, Eldfisk, Embla og Tor (ConocoPhillips Norge hjemmeside). Bildet under viser en skisse av Ekofisk-området slik det vil se ut i 2015. Utdypningen av Ekofisk-området er basert på informasjon fra hjemmesidene til ConocoPhillips Norge.



1.1 Oversiktsskart av Ekofisk-området, se vedlegg A for større bilde.

Ekofisk er ikke bare det største feltet i Ekofisk-området, men også et av de største feltene på norsk sokkel. I tillegg er Ekofisk feltet Norges første produserende oljefelt. Ekofisk feltet består av Ekofisk-senteret, 2/4 K, 2/4 B, 2/4 A og 2/4 VA. Bildet på neste side viser Ekofisk-senteret slik det ser ut i dag.



1.2 Ekofisk-senteret, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.

I forbindelse med denne masteroppgaven for ConocoPhillips fikk jeg innvilget en dagstur til Ekofisk-senteret. Her besøkte jeg alle plattformene og fikk se kranene som sto på hver enkelt installasjon. Ekofisk-senteret består av plattformene:

- **Ekofisk 2/4 J** er en prosesserings- og transportplattform som ble satt i drift i 1998. Denne plattformen er knutepunktet i Ekofisk-området og mottar olje og gass fra de fleste andre installasjonene i området. I tillegg til at den mottar olje fra en rekke andre oljefirmaer sine felt (Valhall, Ula/Gyda). Fra Ekofisk 2/4 J sendes oljen i rørledning til Teesside i England hvor den behandles videre, mens gassen sendes til Emden i Tyskland. 2/4 J er utstyrt med to offshorekraner.
- **Ekofisk 2/4 X** er en bore- og produksjonsplattform som ble satt i drift i 1996. Denne plattformen er også utstyrt med to offshorekraner.
- **Ekofisk 2/4 M** er en kombinert produksjons- og prosessplattform som ble satt i drift i 2005. Denne plattformen fjernstyres fra Ekofisk 2/4 J. 2/4 M er kun utstyrt med en offshorekran.
- **Ekofisk 2/4 H** ble satt i drift i allerede i 1978. På folkemunne kalles denne plattformen også Hotellet som er et passende navn for en boligplattform. Denne plattformen er også utstyrt med en offshorekran.
- **Ekofisk 2/4 C** er en kombinert produksjons- og kompressorplattform som ble satt i drift i 1974. På den plattformen finnes det også en offshorekran.

- **Ekofisk 2/4 Q** ble installert i 1972 og var opprinnelig en boligplattform. I dag brukes den kun ved behov for ekstra sengeplasser i sommerhalvåret. På sikt vil denne plattformen bli fjernet. Denne plattformen har ingen offshorekraner installert.
- **Ekofisk 2/4 FTP** ble installert i 1972 og satt i drift i 1974. Dette er en ubemannet stigerørsplattform som også inngår i planen over plattformer som skal fjernes. I dag tar den kun i mot produksjonen fra Ekofisk 2/4 A. Denne produksjonen går i røropplegg (topside) over Ekofisk 2/4 C og Ekofisk 2/4 X til Ekofisk 2/4 J for videre behandling. På Ekofisk 2/4 FTP var det i utgangspunktet installert to offshorekraner. Begge disse ble tatt ut av drift på begynnelsen av 2000-tallet.
- **Haven** er ikke tegnet inn på oversiktsbildet av Ekofisk-området, men er avbildet på bildet av Ekofisk-senteret (rød jack-up rigg nede i høyre hjørne). Dette er en midlertidig boligplattform som ble tilknyttet Ekofisk 2/4 M i august 2011. Haven er eid av Master Marine, men driftes av OSM (OSM, 2012). På Haven er det installert to offshorekraner som OSM er ansvarlige for drift og vedlikehold av (Gjerde).
- **Ekofisk 2/4 L** er en ny bolig- og feltsenterplattform som er under bygging i Singapore. Plattformen planlegges installert i 2013/2014 og vil bli knyttet opp mot Ekofisk-senteret med en ny broforbindelse mot Ekofisk 2/4 M. Denne plattformen vil bli utstyrt med en offshorekran.
- **Ekofisk 2/4 Z** er en ny brønnhodeplattform som er under bygging i Egersund. Denne plattformen planlegges også installert i 2013/2014 og vil bli knyttet opp mot Ekofisk-senteret med en ny broforbindelse mot Ekofisk 2/4 M. Ekofisk 2/4 Z vil også bli utstyrt med en offshorekran.

Ekofisk feltet består som tidligere nevnt av flere plattformer enn de som er tilknyttet Ekofisk-senteret, disse plattformene er:

Ekofisk 2/4 K-B er to plattformer som er knyttet sammen med en gangbro. Disse to plattformene ligger 2,3 km nord for Ekofisk-senteret. Ekofisk 2/4 B er en produksjonsplattform som ble satt i drift tidlig på 1970-tallet. Denne plattformen er utstyrt



1.3 Ekofisk 2/4 K-B. Ekofisk 2/4 K er den plattformen som ligger til venstre. Figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.

med en offshorekran. Ekofisk 2/4 K ble satt i drift på 80-tallet, er en kombinert bolig- og vanninnsprøytningsplattform. Ekofisk 2/4 K er utstyrt med to offshorekraner.



1.4 Ekofisk 2/4 A, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.

Ekofisk 2/4 A er en produksjonsplattform plassert 3,1 km sør for Ekofisk-senteret. Dette var den første permanente plattformen i produksjon på norsk sokkel. Ekofisk 2/4 A ble satt i drift tidlig på 1970-tallet. Normalt er denne plattformen ubemannet, men ved behov for vedlikehold og inspeksjon, styres den fra kontrollrommet om bord. Produksjonen fra denne plattformen sendes først til Ekofisk 2/4 FTP før den blir sendt videre til Ekofisk 2/4 J. Ut ifra bildet ser vi at den er utstyrt med en offshorekran.

Ekofisk 2/4 VA er en havbunnsenhet for vanninnsprøyting som blir fjernstyrt fra et kontrollrom ved hovedkontoret i Tananger. Den ble satt i drift i 2010 og er i dag den eneste havbunnsinnretningen i Ekofisk-området. Den blir forsynt med innsprøytningsvann fra Ekofisk 2/4 K.



1.5 Ekofisk 2/4 VA, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.

Ekofisk 2/4 VB er en ny havbunnsinnretning som planlegges installert i 2013/2014.

Eldfisk er det nest største feltet og ligger ca. 16 km sør for Ekofisk. Feltet ble oppdaget i 1970 og satt i produksjon i 1979. På dette feltet finner vi plattformene Eldfisk 2/7 A, Eldfisk 2/7 FTP og Eldfisk 2/7 E. Disse tre plattformene er bundet sammen med gangbroer og danner Eldfisk-senteret. Den fjerde plattformen på Eldfisk, Eldfisk 2/7 B, ligger for seg selv ca. 6 km nordvest for Eldfisk-senteret. Bildet under viser Eldfisk-senteret slik det ser ut i dag.



1.6 Eldfisk-senteret, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.

Eldfisk 2/7 A er en kombinert bolig, bore- og produksjonsplattform og den er utstyrt med to offshorekraner. **Eldfisk 2/7 FTP** er en prosessplattform for produksjonen fra Eldfisk og Embla feltene. **Eldfisk 2/7 E** er en ubemannet vanninnsprøytingsplattform. De to sistnevnte plattformene er utstyr med hver sin offshorekran.

Eldfisk 2/7 B er en kombinert bolig-, bore-, produksjons- og prosessplattform, og er utstyrt med to offshorekraner. Oversiktskartet (se fig. 1.1) viser at det kommer en ny plattform på Eldfisk feltet, **Eldfisk 2/7 S**. Denne plattformen vil bli bygget på Stord og design pågår i disse dager. Plattformen er planlagt satt i drift i 2015 og vil bli knyttet opp med en ny bro mot Eldfisk 2/7 E. Eldfisk 2/7 S vil bli en kombinert brønnhode-, produksjons- og boligplattform (Palm, 2011). Plattformen vil bli utstyrt med to offshorekraner.



1.7 Eldfisk 2/7 B, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.



1.8 Embla 2/7 D, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.

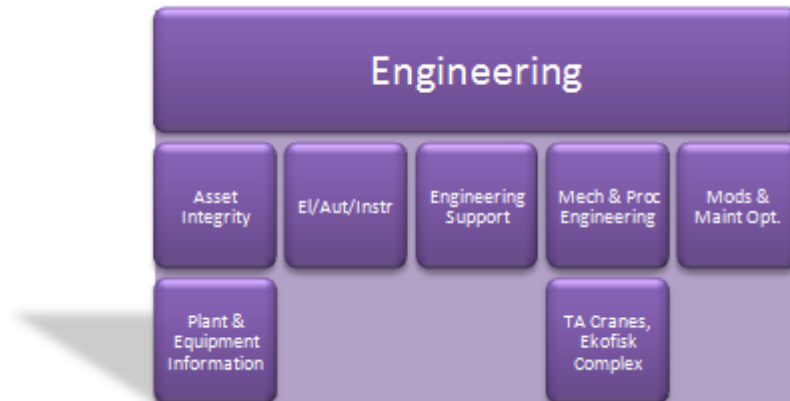
Embla feltet ble funnet i 1988 og satt i produksjon i 1993. Dette olje- og gassfeltet består av plattformen **Embla 2/7 D** og ligger ca 24 km sør for Ekofisk. Plattformen er ubemannet og fjernstyres fra et kontrollrom ved hovedkontoret i Tananger. På Embla er det installert en offshorekran.

Tor er det minste feltet og ligger ca 13 km nordøst for Ekofisk feltet. Feltet ble funnet i 1970 og produksjonen startet i 1978. På dette feltet finner vi plattformen **Tor 2/4 E** som er en kombinert produksjons-, prosess- og boligplattform. Den er utstyrt med en offshorekran. Plattformen har ikke lenger eget boretårn, så boreoperasjonene som utføres blir gjort med innleid borerigg.



1.9 Tor 2/4 E, figur hentet fra ConocoPhillips Norge hjemmeside.

1.5 Engineering



Tabell 1-1 Organisasjonskart

Selskapet ConocoPhillips Norge består av flere avdelinger deriblant Finans, Personal og Drift (Operation). Driftsorganisasjonen består igjen av flere underavdelinger som Engineering, Production Operations, Logistics og Modification. Denne oppgaven er utarbeidet i samarbeid med Mechanical & Process Engineering som er en underavdelingen i Engineering. Organisasjonskartet over viser underdisiplinene til Engineering. Under Mechanical & Process Engineering finnes enda en underavdeling kalt TA Cranes, Ekofisk Complex. Veilederen min hos ConocoPhillips, Torbjørn Gjerde, er en del av Mechanical & Process Engineering samtidig som han er leder for TA Cranes, Ekofisk Complex.

Mechanical & Process Engineering har flere ansvarsområder;

- Prosess
- Kjemikalier
- Kraner og løfteutstyr
- HVAC
- Livbåter
- Ventiler
- Roterende utstyr

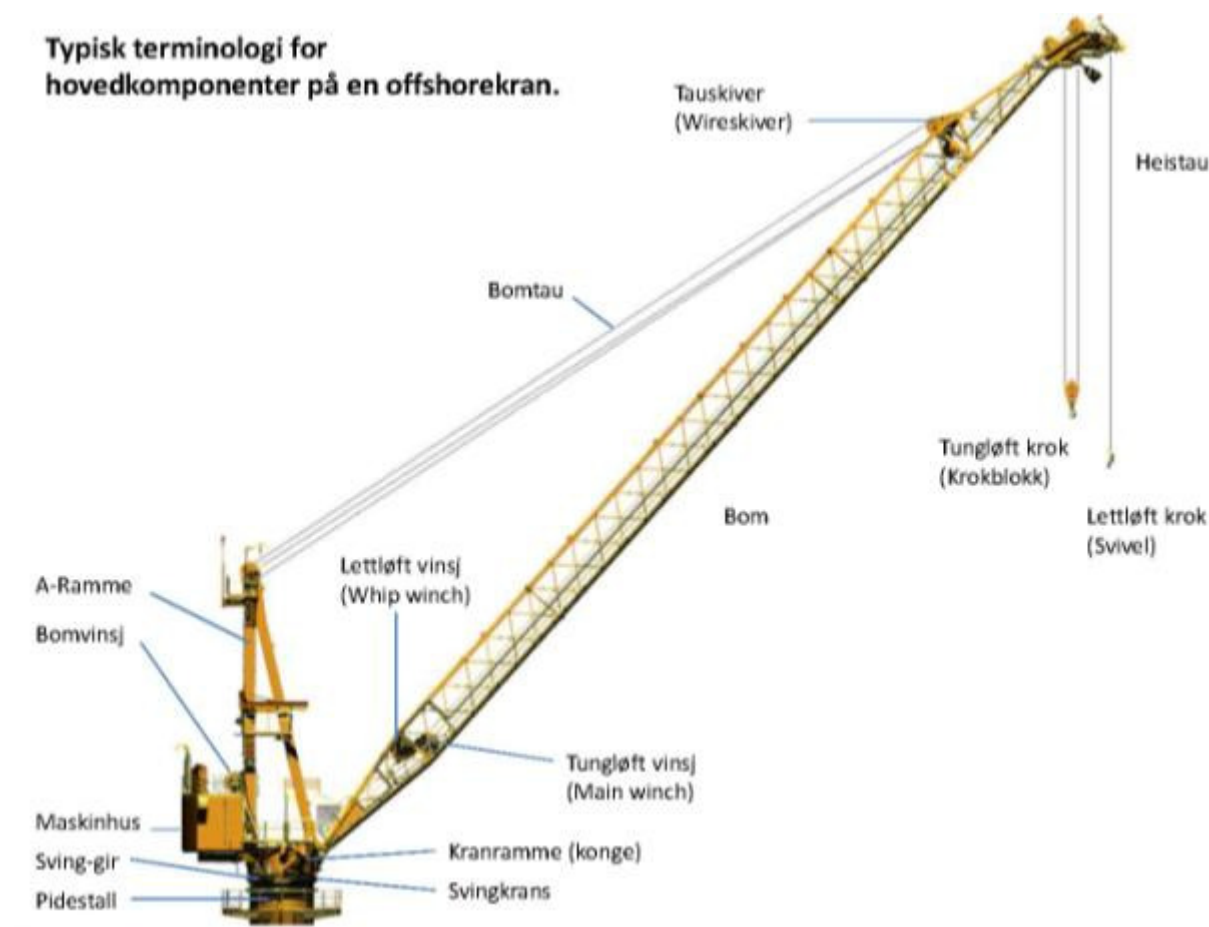
Kraner og løfteutstyr

I forbindelse med denne oppgaven har det vært naturlig med et godt samarbeid med de kranansvarlige i avdelingen. Jeg har lært at deres arbeidsoppgaver innebærer daglig oppfølging av offshorekranene og annet løfteutstyr som opereres på Ekofisk-området. Dette innebærer blant annet vedlikehold, modifisering og innkjøp av nye kraner. Underavdelingen TA Cranes består av sakkyndig personell innen kran og løfteutstyr. Å være sakkyndig vil si at de påser at utstyret tilfredsstiller tekniske regelverkskrav fastsatt av myndighetene (Gjerde).

2 Beskrivelse av offshorekraner

2.1 Konstruksjonen til en offshorekran

Siden kraner var et utstyr jeg kjente lite til før jeg startet med denne oppgaven gikk jeg inn på internett og søkte på hvilke kurs en må ta for å få et kranførerbevis. På kursagenten.no fant jeg at Rogaland Kranskole har mange forskjellige krankurs der blant annet. offshorekraner er et eget kurs som baserer seg på G5-manualen. Etter en del forespørsler fikk jeg låne G5-manualen av NOV. NOROK R-003N sier også i vedlegg B i tabell B.2 at bruker av offshorekraner skal opplæres etter G5-manualen. ConocoPhillips har et par dokumenter, utstedt av NOV, som heter Teknisk Beskrivelse og Operasjonsinstruksjoner som gir en innføring i kranens tekniske oppbygning og hvordan den skal opereres. Forklaringene mine når det gjelder oppbyggingen av kraner baserer seg derfor på disse dokumentene.



2.1 Oversikt over alle hovedkomponentene til en fagverkskran, figur er hentet fra G5-manualen.

2.1.1 Bom

Bommen er armen til kranen. Den kan løftes opp og ned, og svinges fra side til side. Offshorekraner navngis ut ifra hvilken type bom de har. De vanligste bommene er **fagverksbom**, **boksbom** og **knekkbom**. Hvordan en kran bygges opp varierer med hvilken type bom den utstyres med.

En **fagverksbom** (se fig.2.1) er bygd opp av kvadratiske hulprofiler og bommen er delt opp i tre seksjoner (topp-, midt-, og rotseksjon) som er boltet sammen (Teknisk beskrivelse, s.31). ”I framkant av bakre skivehus er det ofte installert et svakt punkt som skal sikre sammenbruddsrekkefølgen i kranen” (G5.manualen). Sammenbrudd i kranen kan skje for eksempel ved overlast på grunn av kast i bommen. Det er sikkerheten til kranføreren som er i fokus når sammenbruddsrekkefølgen sikres for det er lite ønskelig at kranen rives av dekk, spesielt sammen med førerkabinen (Gjerde). Senere i kapittelet under ”Kjennetegn for offshorekraner” blir sammenbruddsrekkefølgen forklart nærmere i detalj. I Ekofisk-området er det fagverkskraner som blir brukt. Basert på dette vil denne oppgaven kun fokusere på denne type kraner

En **boksbom** er en lukket konstruksjon der bommen består av oppsveiste plater. Denne bommen er mye tyngre enn en fagverksbom og den styres ofte av hydraulikksylindere.



2.2 Boksbom kran



2.3 Knekkbom kran

Knekkbom styres med hydraulikksylindere, slik som boksbommen. Forskjellen på dem er at knekkbommen har et ekstra ledd tilkoblet. Bommen kan sammenlignes med funksjonen til en arm.

2.1.2 Pidestill



2.4 Pidestill, figur hentet fra G5-manualen

Pidestillen består av en stålsylinder (se fig.2.1). Rundt utsiden er det montert en plattform som gir tilgang til vedlikehold og inspeksjon av svingkranen, bolter og sving-gir. Plattformen er også den normale tilkomstveien til kranen. Pidestillen har også et innvendig dekk, på høyde med den utvendige plattformen, som også gir tilgang til inspeksjon og vedlikehold av svingkranen. Svingkranen er boltet til en kraftig flens som er sveiset fast på toppen av pidestillen (Teknisk beskrivelse og G5-manualen).

2.1.3 Svingkran

Svingkranen er boltet til pidestillen og kranrammen (se fig 2.1) (Teknisk Beskrivelse). Her finner vi sving-giret som gjør at kranen kan dreie rundt sin egen akse. Dvs. at bommen kan bevege seg fra side til side.



2.5 Svingkran, figur hentet fra ASIABearings.

2.1.4 Kranrammen



2.6 Kranramme, figur hentet fra G5-manualen.

Kranrammen (se fig.2.1) er en kraftig flens, som svingkranen er boltet (nevnt under svingkran) til. Over flensen består rammen av en oppsveist sylinder med festepunkter for A-rammen (Teknisk beskrivelse og G5-manualen).

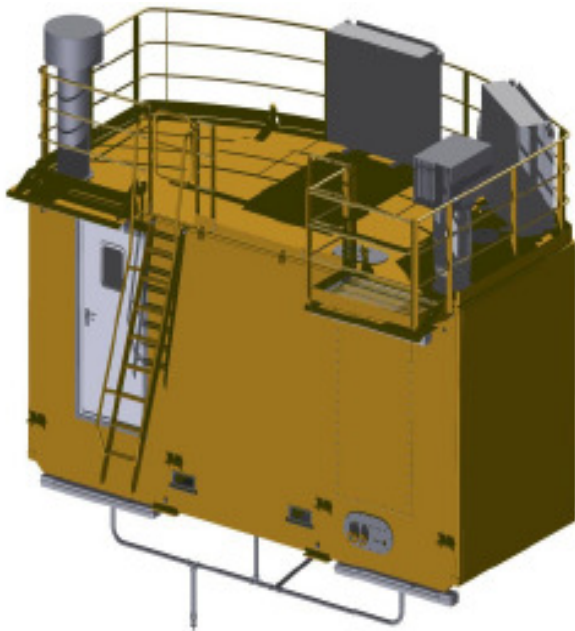
2.1.5 A-rammen

I toppen av A-rammen er det et skivehus med tauskiper for bomløftet. Bommen løftes og senkes av disse tauene som blir styrt av bomvinsjen (se.fig.2.1). Selve A-rammen kan f.eks. bestå av to rektangulære bein som er oppsveist av plater. En finner også bufferne for bommen i A-rammen og en hydraulisk sylinder som skyver ut bommen når den står rett opp (Teknisk beskrivelse og G5-manualen). Kun kraner som bruker ståltau til å løfte/senke bommen er konstruert med A-ramme, dvs. ikke de som styres ved hjelp av hydrauliske sylindere.



2.7 A-ramme, figur hentet fra G5-manualen.

2.1.6 Maskinhuset

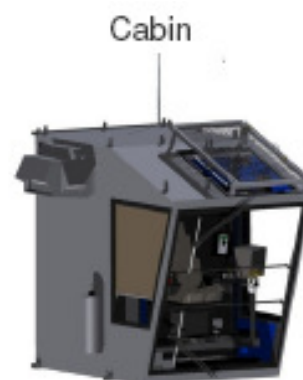


2.8 Maskinhuset

I maskinhuset befinner motoren til kranen seg. Veggene i maskinhuset er laget av stålplater og henger på kranrammen. Tilkomsten til maskinhuset er gjennom en dør på siden. I taket er det også luker som er store nok til at komponenter i maskinhuset kan skiftes ut, de blir da løftet opp og ned ved hjelp av en servicebjelke i A-rammen. Alle elektriske forbrukere i maskinrommet forsynes fra egen tavle i rommet (Teknisk beskrivelse).

2.1.7 Førerhuset

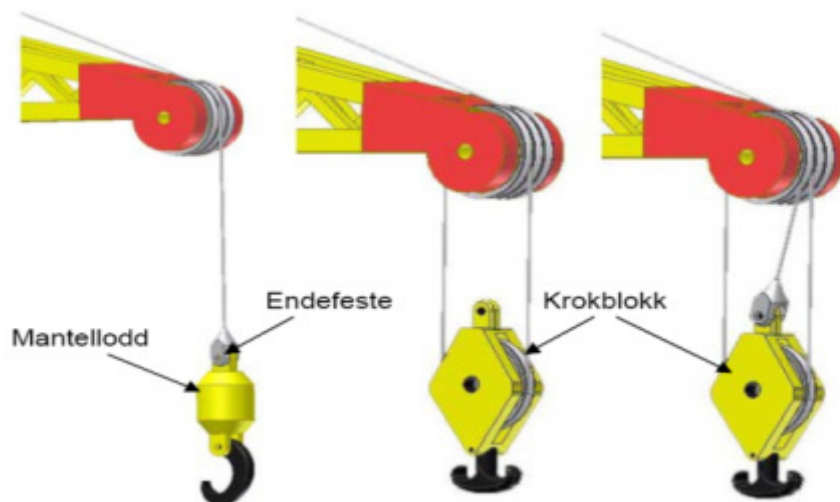
Førerhuset (kabinen) henger på en av sidene til bommen. Det er her kranføreren har sin arbeidsplass. Kranføreren styrer kranen ved hjelp av spaker som løfter bommen opp og ned, svinger kranen og heiser og senker lasten ved hjelp av heistauet. En datamaskin er plassert i kabinen. Den gir kranfører opplysninger om bommens vinkel, lastens tyngde, vindhastighet o.l. Det finnes også en elektrisk tavle i kabinen. Fra denne styres alt det elektriske i kabinen. I NS-EN 13852-1 kap.5.5.2.1 er det et krav om at offshorekranene har førerhus.



2.9 Førerhuset

2.1.8 Heisetau

Heistauet er festet til vinsjer innerst på bommen og de trekkes gjennom bommen helt ut til tuppen. I enden av heistauet kan det monteres forskjellige kroker. Det er tyngden på lasten som blant annet bestemmer hvilken krok man bruker i forbindelse med det enkelte løft. Ved de letteste løftene brukes en lettløft krok (svivel). Vaieren har kun et festepunkt i kroken. Dette feste kalles 1-fall. Ved tyngre løft brukes en tungløft krok (krokblokk). Krokblokken består av en vaier som er tredd slik at det blir to eller tre fester mot kroken. Dette kalles da 2-fall eller 3-fall alt ettersom hvor mange fester den har i kroken. Figuren under viser en skisse av de ulike festeteknikkene. Vaieren som svivelen er festet til styres av en lettløft vinsj (whip winch) (se fig.2.1). Krokblokken heises opp og ned ved hjelp av en tungløft vinsj (main winch) (se fig.2.1).



2.10 F.v. 1-, 2- og 3-fall. Figuren er hentet fra Talbergs Prosjektoppgave.

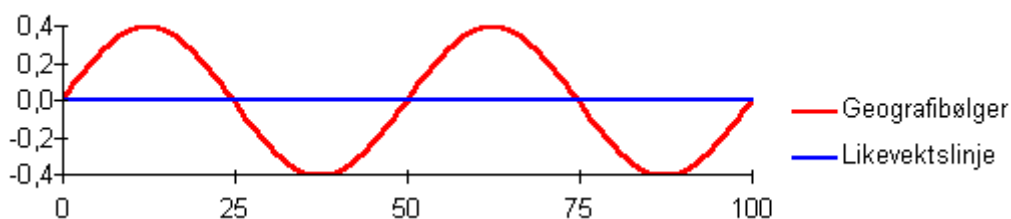
2.2 Kjennetegn for offshorekraner

Utstyr på en offshoreplattform er delt i to systemer, produksjonssystemer og hjelpesystemer. En offshorekran er plassert i kategorien hjelpesystemer og benyttes hovedsakelig som et hjelpemiddel for å løfte tungt utstyr internt på plattformen eller til/fra båt som frakter blant annet matforsyninger, varer og diverse utstyr ut til offshore installasjonene, eller tar med seg utstyr som trenger vedlikehold, avfall etc. tilbake til land. En plattform offshore kan ikke fungere uten en eller flere offshorekraner. Uten disse kan en ikke få om bord mat og drikke til de som arbeider på plattformen, kjemikalier for bruk i produksjonen, utstyr for bruk i forbindelse med drilling eller nytt utstyr. Alt dette fraktes med forsyningsbåt fra land. Utstyr som skal skiftes ut må løftes fra en plattform og over på båt for transport til land. Fordi en er så avhengige av offshorekranene er det ønskelig at de er tilgjengelige til enhver tid. Utilgjengelighet kan forårsakes av motorstans eller at det utføres vedlikeholdsarbeid på kranen. En offshorekran kalles ikke offshorekran kun fordi den brukes offshore, videre her vil det som kjennetegner og som er så spesielt med offshorekraner komme frem.

2.2.1 Sjøløft

Det som er viktig ved ethvert løft er at det blir utført så sikkert som mulig. Ofte er det tungt utstyr som løftes til/fra båt. Hvis ikke løfteoperasjonene er sikre kan ulykkene bli katastrofale. Den tillatte arbeidslasten ved sjøløft (løft båt/plattform) blir redusert i forhold til hva som er tillatt ved plattformløft (internt på plattformen). Dette kommer av at et sjøløft er utsatt for flere dynamiske påkjenninger enn et plattformløft som utføres internt på plattformen. Reduksjonen i den tillatte arbeidslasten er avhengig av signifikant bølgehøyde og lastradius. Tillatt arbeidslast for både plattformløft og sjøløft vises i lasttabeller som henger i førerkabinen. Fra disse tabellene, som vil vises på de neste sidene, kan vi se at den tillatte arbeidslasten reduseres ettersom den signifikante bølgehøyden og lastradien øker. Den tillatte arbeidslasten er den sikre arbeidslasten (SWL) kranen er sertifisert til å tåle under normal bruk (G5-manualen).

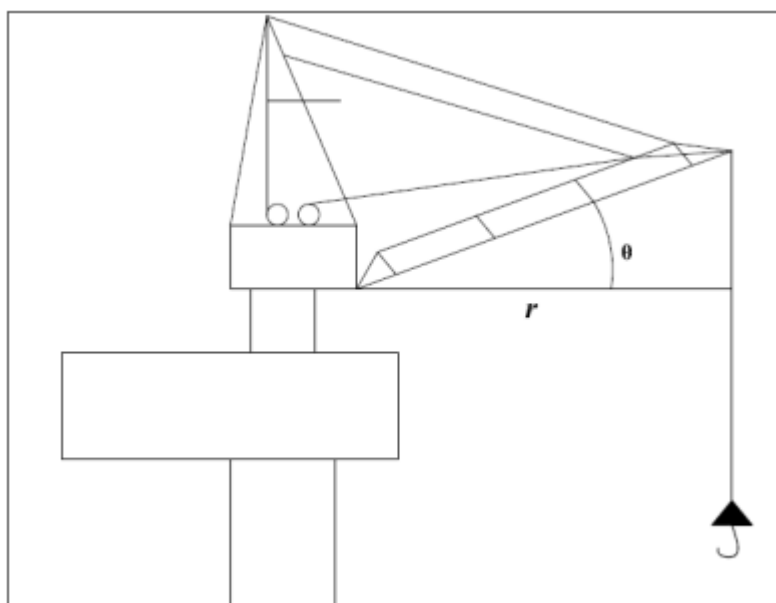
Ingen bølger er like, dvs. måler en høyden på en bølge har en ikke eksakt høyde på neste bølge. Det gjelder å finne et slags mønster i bevegelsene og det finner en ved å regne ut den signifikante bølgehøyden. Definisjonen på signifikant bølgehøyde, kalt H_s , er: "Den gjennomsnittlige bølgehøyden av den tredjedelen av bølgene som er størst" (Anonym, 2005).



2.11 Bølgehøyde som funksjon av tiden. Figuren brukes i forklaring av signifikant bølgehøyde.

Bølgehøyden er utslaget fra det øverste punktet til det nederste punktet i bølgen. Figuren over viser at høyden er $H=0,8$. Likevektslinjen vil være havoverflaten ved stille sjø. H_s blir regnet ut over en tidsperiode på for eksempel 20 min. Dette kommer av at sjøen er i stadig forandring og bølgene hele tiden må kartlegges for det aktuelle tidspunktet. Signifikant bølgehøyde blir regnet ut på denne måten: En antar at i løpet av 20 min passerer det 900 bølger, gjennomsnittshøyden til de 300 høyeste bølgene regnes ut. Disse utgjør 1/3 av det samlede antallet bølger i den gitte tidsperioden. Det er ofte stor forskjell på den høyeste bølgen og den laveste bølgen i denne tredjedelen, dermed kan gjennomsnittshøyden ofte vise en mye lavere verdi enn den aller høyeste bølgen. Signifikant bølgehøyde gir likevel et bilde av sjøens oppførsel, der en kan få en forståelse for om det er mye sjø eller lite sjø på det aktuelle tidspunktet.

Figuren til høyre viser en offshorekran. θ viser bomvinkelen og r viser lastradiusen. Det normale arbeidsområdet til kranen vil være når bomvinkelen er mellom $18^\circ - 85^\circ$. Desto mindre bomvinkelen er jo større er lastradiusen. Når kranen er parkert vil bommen ligge vannrett, dvs. bomvinkelen er 0° . Det er i



2.12 Prinsippskisse av bomvinkel og lastradius.

utføres. Når bomvinkelen overskrider et visst antall grader, typisk over 79° , må det tas hensyn til vindforholdene. Blåser vinden direkte på bommen kan resultatet bli at den steiler. Er det last i kroken vil lasten være

med på å bidra til at bommen holdes nede. I tillegg er det montert en hydraulisk sylinder på A-rammen som en hjelpefunksjon slik at bommen ikke skal steile. Sylindere tilfører bommen en kraft som skyver den vekk fra A-rammen. Kraften øker i takt med at bomvinkelen øker opp mot maks bruksvinkel på 85°. Avstanden fra kranen til utstyret bestemmer i utgangspunktet lastradiusen, men en må også ta hensyn til H_s og vekten til utstyret. Dette kommer frem i lastkartene som er et obligatorisk inventar i alle førerkabin (Teknisk beskrivelse).

Et sjøløft har to hendelsessenarioer:

- Løfte fra båt til installasjon dvs. å heise utstyret fra båtdekket.
- Løfte fra installasjon til båt, dvs. å senke utstyret ned på båten.

Ekofisk feltet består kun av faste installasjoner, dvs. at alle plattformene er plassert på et understell på havbunnen og er dermed ikke i bevegelse. Utfordringen ved et sjøløft er da båten som påvirkes av vær og vindforhold. Da blir det bølgehøyden og vindretning som blir av interesse når et løft skal utføres. Båten stiger og synker i takt med bølgene. Det er derfor å foretrekke at et løft avsluttes før båten går ned i en bølgedal. Grunnen til dette er at når båten er på vei ned med bølgen vil den få stor fart og en vil få et rykk i vaieren som lasten henger i. Dette rykket kan føre til slitasje på utstyret. Når båten er på vei opp med bølgen er lasten også på vei opp og har fart i den retningen den skal. Det perfekte løft er når lasten løftes av båten i det den er på bølgetoppen, da vil båten stoppe opp et lite øyeblikk før retningen endres når båten går ned i bølgedalen. Hastighetsforskjellen mellom krok og båtdekk vil da være tilnærmet lik 0 m/s. Når lasten skal settes ned på båtdekket blir det motsatt prinsipp, da ønsker en å følge båten i det den går ned i en bølgedal. Setter en lasten fra seg på båtdekket i det øyeblikket båten er på vei opp med bølgen vil en få et kraftig støt mellom lasten og båtdekket. De to elementene vil krasje da de er på vei mot hverandre noe som kan medføre at utstyret blir ødelagt hvis støtet blir for kraftig. Det er derfor viktig å vite høyden på bølgene slik at en har forståelse for hvordan båten beveger seg i takt med bølgene. Størrelsen på rykket, eller sjokkbelastningen, når lasten tas opp fra båtdekket som er i bevegelse er avhengig av hastighetsforskjellen mellom kroken og båtdekket i det øyeblikket tauet strammes opp og lasten løftes. Når den tillatte arbeidslasten beregnes brukes en hastighetsforskjell mellom krok og båtdekk som er nær verste tilfelle (G5-manualen).

I følge NS-EN 13852-1 Kap. 5.2.2 skal vertikale belastninger multipliseres med en dynamisk faktor. Den dynamiske faktoren er definert som forholdet mellom spissbelastningen idet lasten tas opp og hvilende belastning. Faktoren er altså et uttrykk for hvor kraftig rykket er (Teknisk beskrivelse). I NS-EN 13852-1 vedlegg B.1 vises en forenklet kalkuleringsmetode av den dynamiske faktoren. I NS-EN 13852-1 vedlegg B.2 beskrives forhold som må tas hensyn til hvis en mer nøyaktig beregning av den dynamiske faktoren gjennomføres. Nedenfor ses utdrag fra disse vedleggene.

B.1 Calculation of the dynamic coefficient Φ_n by the simplified method

The dynamic coefficient Φ_n shall be determined from the following expression:

$$\Phi_n = 1 + \frac{v_R}{g} \sqrt{\frac{C}{R_n}} \quad (\text{B.1})$$

where C is the stiffness (N/m)
 R_n is the rated capacity (kg) for wave height $H_{1/3} = n$
 v_R is the relative velocity between the load and hook at the time of pick-up (m/s), see B.4.1
 g is the gravitational acceleration 9,81 m/s²

v_R shall be calculated as follows:

$$v_R = 0,5v_s + \sqrt{v_D^2 + v_C^2} \quad (\text{B.2})$$

where v_s is the maximum steady hoisting velocity for the rated capacity to be lifted (m/s)
 v_D is the vertical velocity of the load's supporting deck (m/s)
 v_C is the vertical velocity of the crane boom tip due to the movement of the crane base (m/s)
 Only applicable if the crane is located on a floating unit

Where the value $0,5v_s$ is less than v_H , as given in B.4.1, then v_H shall be used instead.

If not otherwise specified by the purchaser, the velocity v_D and v_C shall be taken from Table B.1 and B.2 respectively.

The crane stiffness (C) shall be calculated taking into account all elements from the hook through to the pedestal support structure. For supply boat operations, the hook position shall be taken as 6 m above the operational sea level. For wire ropes the modulus of elasticity as specified by the wire rope manufacturer for unused wire ropes shall be used.

For platform lifts the dynamic coefficient Φ_0 shall be calculated according to F.E.M. 1.001 Section I, Heavy Lifting Appliances, 1998 3rd edition revised, Booklet 9.

2.13 NS-EN 13852-1 vedlegg B.1. Kalkuleringsmetode for den dynamiske faktoren.

Table B. 1 – Load supporting deck velocity v_D (m/s)

Lifting to or from	v_D
Fixed structure	0
Semi-submersible	$3,2 H_{1/3}/(H_{1/3} + 13,5)$
Barge	$4,0 H_{1/3}/(H_{1/3} + 7,0)$
Supply vessel	$6,0 H_{1/3}/(H_{1/3} + 8,0)$

NOTE This data is typical for supply boats working in the North Sea. For other values of the significant wave height, the average wave period T may be obtained from the following equation: $T=(H_{1/3}/0,03)^{0,4}$

where $H_{1/3}$ is the significant wave height.

Table B. 2 — Crane boom tip velocity (m/s)

Crane location	v_C
Fixed structure	0
Semi-submersible	$0,25 H_{1/3}$
Floating production storage offloader (FPSO)	$0,50 H_{1/3}$

NOTE This data is typical for the North Sea. For other values of the significant wave height, the average wave period T may be obtained from the following equation: $T=(H_{1/3}/0,03)^{0,4}$

NOTE The values of V_C and V_D were derived from vessels with the following dimensions, without considering beam seas:

- Semi-submersible: Length 105 m, Width 70 m, Displacement 20 000 t;
- FPSO: Length 200 m, Width 39 m, Displacement 60 000 t;
- Barge: Length 165 m, Width 39 m, Displacement 50 000 t.

2.14 NS-EN 13852-1 vedlegg B.1. Tabellene som figur 2.13 henviser til i kalkuleringsmetoden for den dynamiske faktoren.

B.4 Hook velocity

B.4.1 Hoisting velocity

For sea lifting operations, the hoisting velocity (hook speed) is to be high enough to avoid re-contact after the load is lifted.

The minimum steady hoisting velocity (v_H) for any particular hook load to be lifted shall be:

$$v_H = 0,25(v_D^2 + v_C^2)^{1/2} \text{ m/s for } R_n > 5 \text{ tonne}$$

$$v_H = 1,67 \text{ m/s for } R_n \leq 5 \text{ tonne}$$

Any operational limitations where the hoisting velocity of the crane is lower than the required value, shall be clearly stated in the dynamic load charts and the operation manual.

2.15 NS-EN 13852-1 vedlegg B.4. Utrekningsmetode for krokshastigheten som figur 2.13 henviser til når den dynamiske faktoren skal beregnes.

B.2 Calculation of dynamic coefficient Φ_n by motion response analysis

If the simplified method described in B.1 is not used then the dynamic coefficient Φ_n shall be calculated by investigating the motion behaviour of the offshore installation, the offshore crane and the supply vessel. Further considerations may be given to the effects for shock absorbers or motion compensators.

NOTE The accuracy of this method depends on how well the motions of the supply vessel and the offshore installation can be established by computation and how well the load bearing structure of the offshore crane is represented in the computer model.

The calculation shall cover the:

- Vertical motion of supply vessel;
- Horizontal motion of supply vessel;
- Load bearing structure of the crane;
- Movement behaviour of the offshore installation, see C.3.

2.16 NS-EN 13852-1 vedlegg B.2. Her beskrives forhold som må det må tas hensyn til ved en mer nøyaktig beregning av den dynamiske faktoren. vedlegg C.3. som det henvises til omhandler flytende offshoreinstallasjoner og ses dermed vekk i fra i denne oppgaven som kun omhandler faste offshoreinstallasjoner.

Etter gjennomgang av utdragene fra NS-EN 13852-1, som ses på ovenfor, beskrives V_R (målt i m/s) som den relative hastigheten mellom lasten og kroken idet lasten plukkes opp. Den regnes ut slik:

$$V_R = 0,5V_S + \sqrt{V_D^2 + V_C^2} \quad (\text{B.2})$$

V_D er den vertikale hastigheten til lastens støttende underlag. Det oppgis at V_D finner en fra tabell B.1 vist ovenfor. I B.1 står det ved løft fra/til faste installasjoner blir V_D null.

V_C er den vertikale hastigheten til bomtuppen på grunn av bevegelse av kranens base. Dvs. at denne hastigheten kun gjelder for flytende enheter. Tabell B.2, også vist ovenfor, legger frem

utregningsmetoden for V_C . Vi kan også se i denne tabellen at V_C blir null for faste installasjoner og kan dermed ses vekk i fra.

V_R for faste installasjoner skal dermed regnes ut etter denne formelen:

$$V_R = 0,5 V_S$$

Når verdien $0,5V_S$ er mindre enn V_H som er gitt i B.4.1, se ovenfor, skal V_H brukes i stedet.

Lastkart for lettløft(1-fall):

Last- radius / Load radius [m]	Bom- vinkel / Boom angle [°]	Tillatt arbeidslast SWL [tonn] / Permissible Safe Working Load SWL [tonnes]								
		Plattform- løft / Platform lift	Sjøløft, signifikant bølgehøyde [m] / Sealifts, Significant Wave Heights [m]							
			0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
8.5	84.99	15.0	14.8	13.2	11.8	10.6	9.5	8.5	7.6	6.9
12.5	80.52	15.0	14.9	13.3	11.9	10.7	9.6	8.6	7.7	7.0
15.0	77.70	15.0	15.0	13.4	12.0	10.8	9.7	8.7	7.8	7.1
17.5	74.83	15.0	15.0	13.5	12.1	10.8	9.7	8.8	7.9	7.2
20.0	71.93	15.0	15.0	13.5	12.2	10.9	9.8	8.8	8.0	7.2
22.5	68.97	15.0	15.0	13.6	12.2	11.0	9.9	8.9	8.1	7.3
25.0	65.94	15.0	15.0	13.7	12.3	11.1	10.0	9.0	8.1	7.4
27.5	62.83	15.0	15.0	13.8	12.4	11.2	10.1	9.1	8.2	7.5
30.0	59.63	15.0	15.0	13.9	12.5	11.3	10.2	9.2	8.3	7.6
32.5	56.31	15.0	15.0	13.9	12.6	11.4	10.2	9.3	8.4	7.6
35.0	52.85	15.0	15.0	14.0	12.7	11.4	10.3	9.4	8.5	7.7
37.5	49.20	15.0	15.0	14.1	12.8	11.5	10.4	9.5	8.6	7.8
40.0	45.33	15.0	15.0	14.2	12.9	11.7	10.5	9.6	8.7	7.9
42.5	41.16	15.0	15.0	14.3	13.0	11.8	10.7	9.7	8.8	8.0
45.0	36.58	15.0	15.0	14.4	13.1	11.9	10.8	9.8	8.9	8.2
47.5	31.40	15.0	15.0	14.5	13.2	12.0	10.9	9.9	9.1	8.3
50.0	25.20	15.0	15.0	14.7	13.4	12.2	11.1	10.1	9.2	8.4
52.2	18.02	15.0	15.0	14.7	13.4	12.2	11.0	10.0	9.1	8.3

OPERASJONSBEGRENSNINGER / OPERATIONAL LIMITS:

- Vindhastighet / Wind velocity: 25 m/s
- Is og snø på bom / Ice and snow on boom: Løfting ikke tillatt / Lifting not allowed
- Krenning / Trim: 0.5°
- AOPS: Kranen er beskyttet / The crane is protected

Tabell 2-1 Lastkart for lettløft (1-fall). Tabell hentet fra G5-manualen.

Fra tabellen over ser en at dette er et lastkart som viser den tillatte arbeidslasten et lettløft/enkel part kan utføre. Bomvinkelen og lastradiusen forklarer hvilken posisjon bommen står i. Plattformløftkolonnen forteller hvor mange tonn kranen kan utføre for hver stilling bommen holder. Fra denne tabellen ser en at kranen kan løfte 15 tonn uavhengig av bommens posisjon og at dette er maks vekt som kan utføres i et lettløft. Videre viser lastkartet hvor mange tonn kranen kan løfte ved forskjellige signifikante bølgehøyder. Lastkartet skisserer løft opp til $H_s=6$ m som betyr at kranfører ikke har lov til å løfte ved $H_s>6$ m. Det er fordi det ikke forsvarlig å utføre et løft ved høyere H_s på grunn av kranens

design oppbygging. NS-EN 13852-1 vedlegg C.2 sier at maks vindstyrke kranen kan operere i er 25 m/s og maks vindstyrke på en parkert kran vil være 63 m/s. NS-EN 13852-1 vedlegg C.5 spesifiserer at det er ikke lov å kjøre en kran dekket av is. Kreningsvinkelen er ikke nevnt her da den kan ses bort ifra ettersom den blir tatt hensyn til under dimensjonering. AOPS er et sikkerhetssystem som vil bli behandlet senere under delkapittel 2.2.2 Sikkerhetssystemer.

Lastkart for tungløft (2-fall):

Last- radius / Load radius [m]	Bom- vinkel / Boom angle [°]	Tillatt arbeidslast SWL [tonn] / Permissible Safe Working Load SWL [tonnes]								
		Plattform- løft / Platform lift	Sjøløft, signifikant bølgehøyde [m] / Sealifts, Significant Wave Heights [m]							
			0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
7.7	84.99	32.0	32.0	32.0	30.0	26.6	25.1	23.7	22.2	20.6
12.5	79.47	32.0	32.0	32.0	30.6	27.3	25.8	24.4	23.0	21.4
15.0	76.55	32.0	32.0	32.0	30.9	27.7	26.2	24.8	23.4	21.8
17.5	73.60	32.0	32.0	32.0	31.3	28.0	26.5	25.1	23.7	22.2
20.0	70.59	32.0	32.0	32.0	31.6	28.4	26.9	25.5	24.1	22.6
22.5	67.52	32.0	32.0	32.0	31.9	28.8	27.3	25.9	24.5	23.0
25.0	64.37	32.0	32.0	32.0	32.0	29.1	27.7	26.3	24.9	23.3
27.5	61.14	32.0	32.0	32.0	32.0	29.5	28.0	26.7	25.3	23.7
30.0	57.79	32.0	32.0	32.0	32.0	29.9	28.1	26.4	24.7	22.8
31.7	55.43	32.0	32.0	32.0	31.7	28.4	26.6	25.0	23.4	21.6
32.5	54.30	31.0	31.0	31.0	30.7	27.4	25.7	24.2	22.6	20.9
35.0	50.65	28.2	28.2	28.2	27.8	24.8	23.3	21.8	20.5	18.9
37.5	46.78	25.7	25.7	25.7	25.2	22.5	21.1	19.8	18.6	17.2
40.0	42.63	23.6	23.6	23.6	22.8	20.3	19.1	17.9	16.8	15.7
42.5	38.10	21.7	21.7	21.7	20.6	18.4	17.3	16.2	15.3	14.4
45.0	33.03	20.0	20.0	20.0	18.8	16.8	15.8	14.8	13.9	13.1
47.5	27.08	17.3	17.3	17.3	15.5	13.8	13.0	12.2	11.5	10.8
50.3	18.24	14.0	14.0	13.2	11.7	10.4	9.8	9.2	8.7	8.2

OPERASJONSBEGRENSNINGER / OPERATIONAL LIMITS:

- Vindhastighet / Wind velocity: 25 m/s
- Is og snø på bom / Ice and snow on boom: Løfting ikke tillatt / Lifting not allowed
- Krenning / Trim: 0.5°
- AOPS: Kranen er beskyttet / The crane is protected

Tabell 2-2 Lastkart for tungløft (2-fall). Tabell hentet fra G5-manualen.

Lastkart for tungløft (2-fall) fungerer på lik linje som lastkartet for lettløft, men krokblokken kan løfte tyngre utstyr, så mye som 32 tonn. Det kommer av at koblingen til kroken er en dobbelkobling hvor vaieren er tredd på en slik måte at det er to fester mot kroken. Figur 2.10 gir et inntrykk av denne koblingen. Kravene til bølgehøyde er imidlertid større når denne type løft utføres. Fra tabellen over kan en se at det ikke er tillatt å løfte når $H_s > 4\text{m}$. Årsaken til dette er at vaieren får en lengre og mer kronglete vei når den kobles på denne måten. Det tar dermed lenger tid å stramme inn og løse ut vaieren, noe som gir en lavere maksimal krok hastighet. Referer til krok hastighet oppgitt i NS-EN 13852-1 vedlegg B.4. Et lite utdrag av dette vedlegget vises imidlertid i fig. 2.15.

Lastkart for tungløft (3-fall):

Last-radius / Load radius [m]	Bom- vinkel / Boom angle [°]	Tillatt arbeidslast SWL [tonn] / Permissible Safe Working Load SWL [tonnes]								
		Plattform- løft / Platform lift	Sjøløft, signifikant bølgehøyde [m] / Sealifts, Significant Wave Heights [m]							
			0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
7.8	85.02	50.0	50.0	49.6	43.8	38.3	35.4	32.7	30.2	
12.5	79.61	50.0	50.0	50.0	45.1	39.7	36.8	34.2		
15.0	76.70	50.0	50.0	50.0	45.7	40.5	37.6			
17.5	73.74	50.0	50.0	50.0	46.4	41.2				
20.0	70.74	50.0	50.0	50.0	47.0	41.8				
22.0	68.29	50.0	50.0	50.0	44.4	38.7				
22.5	67.67	48.7	48.7	48.7	43.3	37.7				
25.0	64.53	43.0	43.0	43.0	37.8	33.3				
27.5	61.30	38.3	38.3	37.6	33.1	29.1				
30.0	57.96	34.3	34.3	33.2	29.1					
32.5	54.48	31.0	31.0	29.4	25.8					
35.0	50.83	28.2	28.2	26.2	23.0					
37.5	46.98	25.7	25.7	23.5	20.6					
40.0	42.84	23.6	23.6	21.1	18.5					
42.5	38.34	21.7	21.7	19.1	16.7					
45.0	33.30	20.0	19.7	17.3	15.3					
47.5	27.40	17.3	16.6	14.6	12.8					
50.5	17.93	14.0	13.3	11.7	10.2					

OPERASJONSBEGRENSNINGER / OPERATIONAL LIMITS:

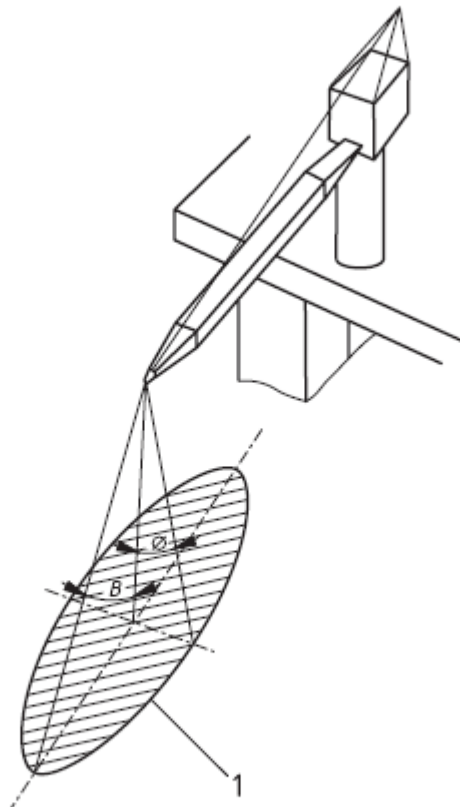
- Vindhastighet / Wind velocity: 25 m/s
- Is og snø på bom / Ice and snow on boom: Løfting ikke tillatt / Lifting not allowed
- Krenning / Trim: 0.5°
- AOPS: Kranen er ikke beskyttet i det svarte området / The crane is not protected in the black area

Tabell 2-3 Lastkart for tungløft (3-fall). Tabell hentet fra G5-manualen.

Lastkartet for tungløft (3-fall) fungerer også på samme måte som de to foregående lastkartene. Forskjellen her er at kroken er koblet i et trippelpunkt. Resultatet er at det kan utføres løft helt opp til 50 tonn. Siden vaieren i dette tilfellet er tredd slik at det er tre fester mot kroken reduseres farten som løftet kan utføres med. Se figur 2.10 for et inntrykk av dette festet. Det svarte feltet i tabellen betyr at kranen ikke er beskyttet av sikkerhetssystemet AOPS, og løft som inngår i disse posisjonene er strengt forbudt.

En annen viktig detalj i forbindelse med en løfteoperasjon er krokens plassering i forhold til lasten. Det beste løftet skjer når bomtuppen står nøyaktig over festet på lasten. Når vaieren sveives inn vil lasten bli løftet i en vertikallinje. De eneste kreftene en trenger å ta hensyn til da er hvordan vinden vil påvirke lasten. Det er ikke lett å få til dette, og vaieren ligger ofte i en "offlead-" eller "sidelead-" stilling. Fra NS-EN 13852-1 vedlegg M finnes en figur som forklarer de to stillingene:

Excursion envelope for offlead and sidelead



Key

1 – Exclusion envelope

Ø – Sidelead angle

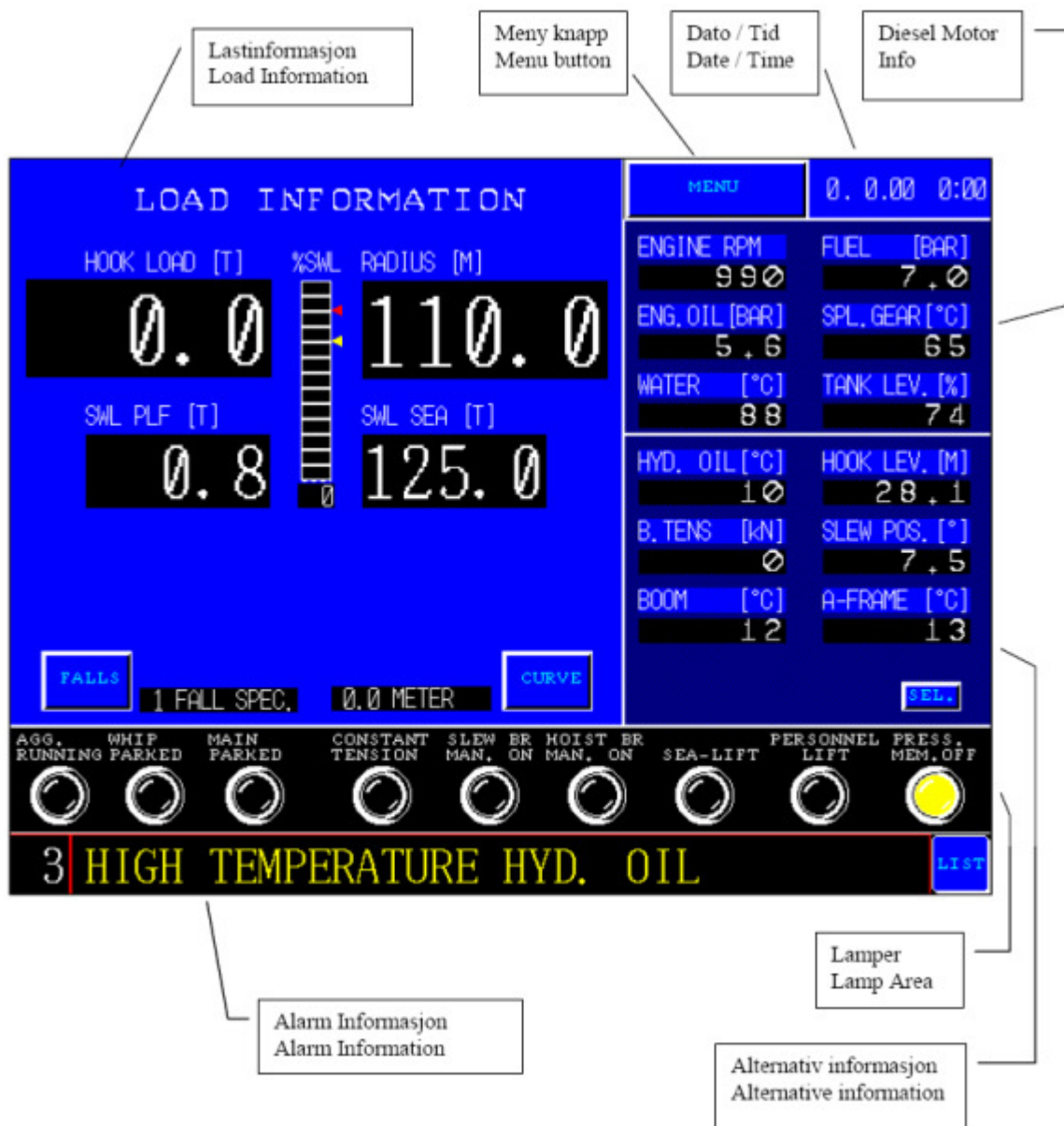
B – Offlead angle

2.17 NS-EN 13852-1 vedlegg M. Oversiktsbilde av "offlead-" og "sidelead-" stillinger.

Her ser vi at ”offlead” er når vaieren går litt ut fra bomtuppen i retning rett frem, mens ”sidelead” er når vaieren går litt ut fra bomtuppen i sideveis retning. Det finnes tabeller som viser oversikt over tillatte ”offlead” vinkler og ”sidelead” vinkler i både lettluft og tungluft.

I tillegg til at det er påkrevd med lastkart i førerkabinen krever NS-EN 13852-1 Kap. 5.2.6 at førerkabinen også er utstyrt med kran kontroll display (CCD). Dette for å sikre at det ikke forekommer overlast uten at kranfører blir varslet med lyd og bilde når grenseverdien for maks last nærmer seg. Første advarsel gis ved 95 % av maks kapasitet, og alarm gis ved 110 %. Dette vil ikke kunne resettes før løftekapasiteten er under alarmgrensene igjen. Instrumentering styres ved hjelp av kranens PLS (Programmerbar Logisk Styringsystem). PLS er et elektronisk system som kranens systemer er koblet opp mot. Dette vil si at alle sensorer og indikatorer som kranen bruker for å operere, går inn til denne enheten som er plassert i kontrollskapet i førerkabinen. Eksempler på slike systemer er, lastovervåking, kommunikasjon, brann og gass og kranalarm.

Nedenfor er eksempel på hvordan CCD kan se ut, og hvilke lastindikatorer og lignende som vises på displayet.



2.18 Eksempel på Kran Kontroll Displayet (CCD) som er tilgjengelig for kranfører i kabinen. Bildet er hentet fra Operasjonsinstruksjoner.

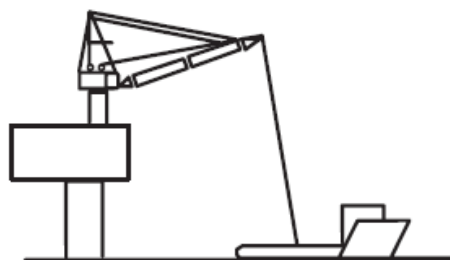
I tillegg til at NS-EN 13852-1 krever CCD, er det også mulighet for å installere CCTV, men det er ikke påkrevd. De fleste nye kraner har dette installert. CCTV gir et visuelt bilde fra bomtuppens vinkel gjennom videooverføring til førerkabin.

2.2.2 Sikkerhetssystemer

I henhold til NS-EN 13852-1 Kap.5.7 (Protection systems) skal en kran sikres mot vertikale og horisontale bevegelser som vist i figuren under.



a) Vertical motion, hook tangled ↓



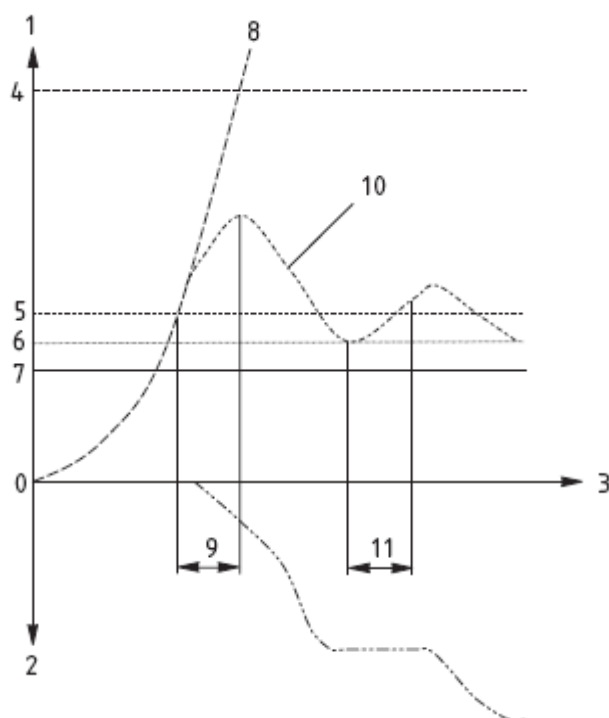
b) Horizontal motion, hook tangled ⇒

2.19 NS-EN 13852-1 figur 3. Her vises krokens bevegelse hvis den fester seg fast i båten ved sjøløft.

Punkt a) i figuren over viser en situasjon hvor kroken henger seg fast i forsyningskipet og får en vertikal bevegelse i tauet. Dette er et av de største skrekksenarioene som kan skje under et sjøløft. Når forsyningskipet følger med bølgen på vei ned i en bølgedal vil den komme opp av bølgedalen med stor fart. Resultatet er at tauet strammes og vil gi et rykk i kranen. Dette rykket kan bli så kraftig at kranfestet kan ryke og hele kranen kan ende på sjøen. I punkt b) i figuren over vises en situasjon hvor kroken henger fast i forsyningskipet og får en horisontal bevegelse i tauet. Dette kan skje hvis båten for eksempel ikke klarer å ligge i ro (beveger seg vekk fra plattformen) eller tar videre til neste plattform eller land uten å oppdage at kroken har hengt seg fast. Begge disse situasjonene kan skade kranen kritisk. Basert på mulighet for disse to scenarioene er derfor alle offshorekraner som er konstruert i henhold til NS-EN 13852-1 utstyrt med et automatisk overlastbeskyttelses system (AOPS) og et manuelt overlastbeskyttelses system (MOPS).

AOPS: Ved oppheking i båten skal funksjonen til AOPS være at kranen gir ut nok tau slik at det ikke strammes og dermed hindre at det rykker til i kranen. Utslipp av tau skjer, på dieselhydrauliske og elektro-hydrauliske kraner, ved hjelp av en hydraulisk overtrykksventil montert på vinsjmotoren. Programvare databasen til kranen inneholder belastningsindikatorer som kontinuerlig blir overvåket. Disse signalene sendes elektronisk til hydraulisk ventil

ved indikasjon på overbelastning og vinsjene vil som resultat gi ut nok tau. For at AOPS skal aktiveres må bremsene på vinsjen være av. Dette skjer automatisk ved sjøløft og når lasten befinner seg under en gitt dekkshøyde. Når bremsene ikke er på, henger lasten kun på oljetrykket. I en slik situasjon vil den hydrauliske overtrykksventilen automatisk kobles inn når lastindikatorerne gir signal om at de forhåndsbestemte lastverdiene overskrides. Når systemet indikerer at overbelastningen er redusert vil systemet automatisk koble ut (Teknisk beskrivelse, Seatrax (2009), NS-EN 13852-1 Kap. 5.7.1.2 Automatic Overload Protection System (AOPS) og Talbergs Master- og Prosjektoppgave). Figuren nedenfor er hentet fra NS-EN 13852-1 Kap. 5.7.1.2. Den viser et diagram over ulike situasjoner som kan oppstå med og uten aktivert AOPS.



Key

0	Origo
1	Actual Hook Load
2	Rope pay out length
3	Time
4	Significant Damage Load
5	AOPS Activation
6	AOPS deactivation
7	Rated Capacity
8	Response without AOPS
9	Response Time
10	Response with AOPS
11	No rope pay out

2.20 NS-EN 13852-1 figur 4. Faktisk kroklast og vaierens utslippslengde som en funksjon av tiden når AOPS (Automatic Overload Protection System) blir aktivert.

Kurve 4 viser den lasten som kan gi betydelig skade på kranen, mens kurve 8 viser hvordan det vil gå hvis ikke AOPS blir aktivert. Ved kurve 5 blir AOPS aktivert når lasten overskrider den sikre arbeidslasten. Lengde 9 viser reaksjonstiden fra systemet blir aktivert til tau blir sluppet ut, slik at overbelastning unngås. Kurve 7 viser den nominelle kapasiteten som betyr: ”faktisk kroklast som kranen er beregnet for å løfte i en gitt operasjonstilstand” (G5-manualen). Når man løfter en last av båtdekket vil kreftene som brukes føre til at lasten vil få et lite nykk. En kan da se for seg at lasten ”dabber” litt i tauet som vil gi en indikasjon på at lasten er både tyngre og lettere enn det faktiske tilfellet. Hvis kranen er i en posisjon hvor den tillatte arbeidslasten er 10 tonn og en skal løfte en container på 10 tonn, må det være lagt inn en sikkerhetsmargin for ”dabbingen”. Hvis ikke vil denne bevegelsen resultere i at AOPS blir aktivert. Kurve 6 indikerer denne sikkerhetsgrensen og det er derfor ikke AOPS blir aktivert før belastningen når kurve 5. Diagrammet viser også at når tauet er blitt sluppet ut og belastningen redusert blir AOPS deaktivert når belastningen underskrider kurve 6.

MOPS: Hvis kranfører oppdager faren før AOPS blir aktivert kan han sette i gang systemet manuelt ved hjelp av en gul knapp (NS-EN 13852-1 Kap 5.7.1.3) som er tilgjengelig i førerkabinen. I stedet for å vente på at systemet automatisk skal slå seg på kan en begrense påkjenningene utstyret blir utsatt for på grunn av overbelastning, ved å igangsette denne operasjonen raskere. MOPS blir deaktivert igjen ved å trykke på den samme knappen. Det er i følge NS-EN 13852-1 Kap. 5.7.1.3 krav om at MOPS skal kunne aktiveres ved normale operasjonstilstander, under normal stopp, ved nødstop og i de tilfellene det er svikt i krafttilførsel (dieselmotor stopper) eller ved strømbrydd på plattformen. På diesel-hydrauliske og elektro-hydrauliske kraner er dette er mulig å realisere på grunn av at systemet er hydraulisk slik at en akkumulator vil kunne tilføre olje etter motorstans. MOPS kan på lik linje med AOPS kun aktiviseres ved et sjøløft, når maskineriet har stoppet og/eller det oppstår strømbrydd. Grunnen til dette er i følge NS-EN 13852-1 Kap. 5.7.1.5 at kranen skal kunne utføre ulike nødoperasjoner i de tilfellene hvor det er svikt på krafttilførselen til kranen. Nødoperasjonene er kontrollerte sving/låring bevegelser og senking av bommen. Dette er nødvendig for å kunne parkere lasten og kranen.

Nødlåring: Når maskineriet til en kran av en eller annen grunn stopper er det behov for å sikre en eventuell last som henger i tauet. Ved nødlåring er det mulig å fire ned lasten fra den posisjonen den befinner og til en sikker posisjon. Det er akkumulatoren som sørger for at

systemet får tilgang til den hydraulikkoljen den trenger for å sikre lasten (Teknisk beskrivelse og Operasjonsinstruksjoner).

Nødkjøring: Operasjonen kan utføres på grunn av at kranen er utført med et nødkjøringsaggregat som er elektrisk styrt fra kabinen og er avhengig av plattformens hovedstrømforsyning. Det er viktig at dette aggregatet sjekkes årlig slik at en er sikker på at det fungerer hvis det skulle oppstå en situasjon som tilsier at det er behov for systemet (Teknisk beskrivelse og Operasjonsinstruksjoner). Med funksjonen for nødkjøring har en mulighet til å parkere kranen i nødssituasjoner. For en diesel-hydraulisk kran kan en nødsituasjon for eksempel oppstå på grunn av motorstans.

Nødstop: Knappen for NØDSTOPP befinner seg i førerkabinen. Ofte finnes det også en knapp for NØDSTOPP i maskinrommet. Når denne aktiveres vil all bevegelse i kranen stoppes umiddelbart. Dette skjer med en myk bevegelse før bremsene går på. Viktigheten med å ha en nødstop funksjon er å stoppe kranen så fort som mulig i situasjoner hvor lasten er ute av kontroll. Henviser til NS-EN 13852-1 vedlegg J som viser en rangering av sikkerhetssystemene til kranen i tabell J.1, se under.

Annex J (normative)

Ranking of safety systems

The order of precedence of the safety measures described in clause 5 shall comply with Table J.1 and J.2. In case of conflicting functions the measures at a higher level shall have priority. Emergency stop/MOPS shall have equal priority.

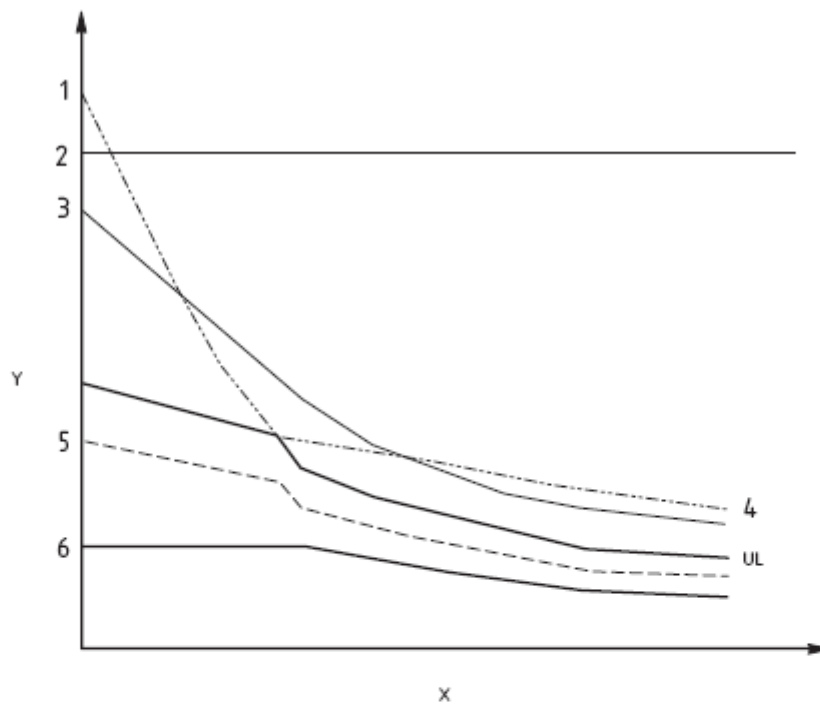
Table J.1 – Normal ranking of safety measures

Order of precedence	Safety measure	Safety measure
1 st priority	Emergency stop	Manual overload protection system (MOPS)
2 nd priority	Automatic overload protection system (AOPS)	
3 rd priority	Other limiters	
4 th priority	Indicators	

Tabell 2-4 NS-EN 13852-1 vedlegg J. Rangering av sikkerhetssystemene til kranen.

Sammenbruddsrekkefølgen:

Hvis ikke sikkerhetssystemene slår inn og fungerer som de skal må andre forhåndsregler tas. Dette kan gjøres i forbindelse med konstruksjonen til kranen ved at det legges inn svake punkter. Hvis det skjer en overbelastning på kranen, vil de svake leddene medvirke til et sammenbrudd. De svake punktene vil da ryke ett av gangen. Hvilken del som ryker først kommer helt an på hvilken overbelastning kranen blir utsatt for. Rekkefølgen i et sammenbrudd vil uansett føre til at førerkabinen er det siste leddet som ryker. Poenget med sikkerhetssystemer og sammenbrudd i kranen er ikke at selve kranen skal reddes, men er etablert for å sikre kranføreren. Så hvis hele kranen bryter sammen er målet at førerkabinen fortsatt skal stå stabilt og trygt igjen på installasjonen slik at sikkerheten til kranfører er ivaretatt. Dvs. at svingkranen og pidestallen må være de elementene som ryker sist. Dette er nevnt i NS-EN 13852-1 vedlegg H. Tau, bomtupp og bommen vil være de elementene som ryker først (Teknisk beskrivelse og NS-EN 13852-1). I følge NS-EN 13852-1 vedlegg D.2 skal det kalkuleres bruddlast for alle operasjonelle tilstander. Disse skal fremstilles i et sammenbrudds diagram. Bruddlasten for hver komponent blir fremstilt i diagrammet og fig. D.1 i NS-EN 13852-1 viser et eksempel på et sammenbruddsdiagram:

**Key**

X	radius
Y	failure load
UL	failure load = minimum (A, B, C, D)
1	failure load of the A-frame/luffing system
2	failure load of the hoisting system
3	failure load of the components supporting the crane cabin
4	failure load of the boom
5	80 % failure load (significant damage)
6	rated capacity R_0

2.21 NS-EN 13852-1 figur D.1. Eksempel på hvordan et sammenbruddsdiagram ser ut. De forskjellige komponentene til kranen fremstilles grafisk ved overbelastning.

2.2.3 Teknisk sikkerhet

Eksplisjonsfaren på en offshoreinstallasjon er stor. Dette på grunn av boreaktiviteter, oljeproduksjon og prosessering av olje og gass. Enkelte plattformer har også lagring av olje (gjelder ikke for Ekofisk feltet som transporterer oljen til Teesside i UK og gassen til Emden i Tyskland). Skulle det oppstå en lekkasje kan lufta bli blandet med brennbare gasser eller damp. Det er derfor viktig at varme flater og elektrisk utstyr blir beskyttet slik at den eksplosive blandingen ikke blir antent. Elektrisk utstyr som er beskyttet kalles Ex utstyr.

En offshoreinstallasjon deles også inn i soner som klassifiseres etter eksplosjonsfaren. Det utarbeides også sonekart som bistår med å holde orden på soneinndelingen. Det opereres med 3 sonetyper (Trainor Kursmanual, *Ex oppdatering*):

Sone 0:

- Prosessutstyr som utvikler brennbar gass/damp
- Lukkede trykkbeholdere og lagertanker
- Direkte over væskeoverflate med brennbare væsker

Dette er områder hvor det alltid eller i lange perioder dannes en eksplosiv atmosfære (Gjerde).

Sone 1:

- Over tak og utenfor vegger hvor lagertanker oppbevares
- Rundt pakninger for pumper og kompressorer o.l. innendørs
- Rundt fleksible rør og slanger
- I en viss radius rundt ventilasjonsåpninger fra sone 1.

I dette området er det ved vanlig drift sannsynlig at det til tider dannes en eksplosiv atmosfære (Gjerde).

Sone 2:

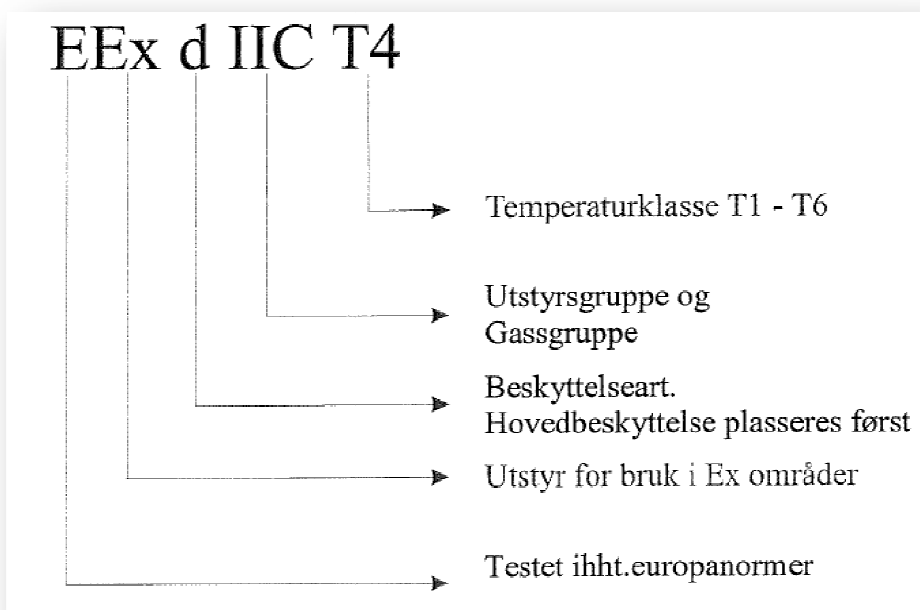
- Rundt flenser, koblinger, ventiler o.l.
- I en viss radius rundt ventilasjonsåpninger fra sone 2

Her dannes det, ved vanlig drift, sannsynligvis ikke en eksplosiv atmosfære. En kran er som regel plassert i sone 2, men bommen kan bevege seg inn i andre soner (Gjerde).

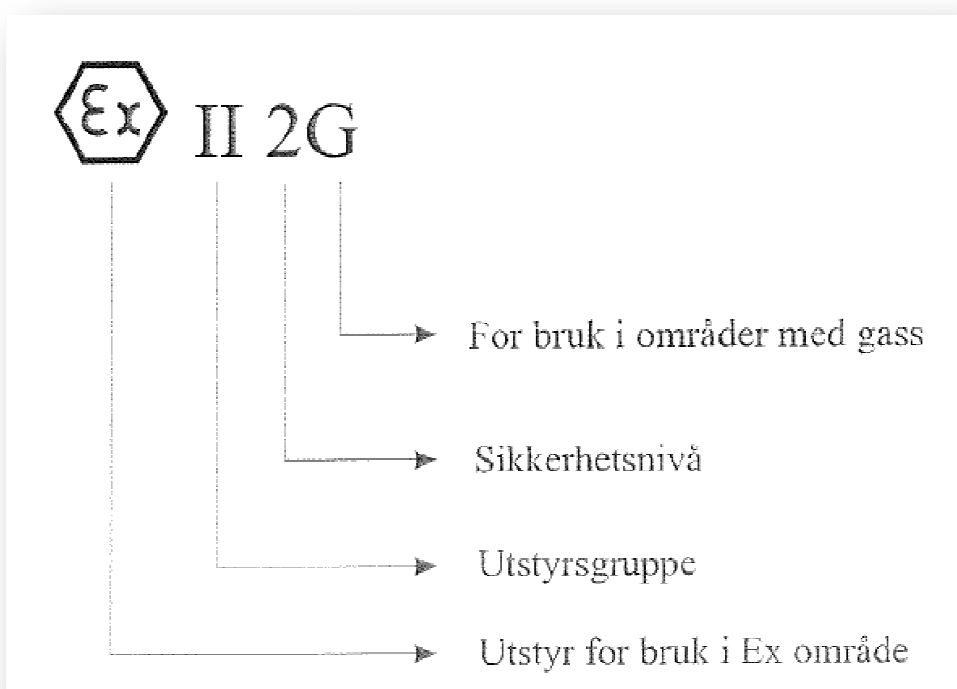
Soneklassifiseringen på en offshoreinstallasjon utarbeides på bakgrunn av IEC 61892-7 som igjen referer til IEC 60079-10 (brukes på landanlegg). Ptil godkjenner inndelingen på bakgrunn av IEC 61892-7. Sonekartene utarbeides av kvalifisert personell. Det er flere momenter enn lekkasjeraten til utstyret og varmeoverflate som inngår når sonene defineres. Ett av disse momentene er ventilasjon. Ved god ventilasjon kan en i noen tilfeller omklassifisere fra sone 1 til sone 2, da god ventilasjon blant annet kan bidra til at den eksplosjonsfarlige gassen mye raskere tynnes ut (Trainor Kursmanual, *Ex oppdatering*).

Det er ikke bare nødvendig å dele installasjonen inn i soner etter eksplosjonsfare, men det er også nødvendig å påse at det elektriske utstyret er konstruert slik at medvirker til at eksplosjons- og brannfarlige situasjoner reduseres. Elektrisk utstyr i Sone 0 og Sone 1 skal ha et godkjent sertifikat fra et kontrollorgan som NEMKO eller DNV. Testingen skal være utført i henhold til IEC som er en internasjonal norm, eller CENELEC. CENELEC er en utbedring av IEC tilrettelagt for Europeiske forhold. I tillegg til godkjent sertifikat skal alt utstyr merkes. Når det gjelder elektrisk utstyr skal det merkes både etter CENELEC og ATEX normene. Mekanisk utstyr som er omfattet av ATEX/Fusex forskriften merkes med ATEX merking. ATEX/Fusex forskriften, § 1 Virkeområde, sier at forskriften gjelder utstyr og sikkerhetssystemer for bruk i Ex områder (Trainor Kursmanual, *Ex oppdatering*).

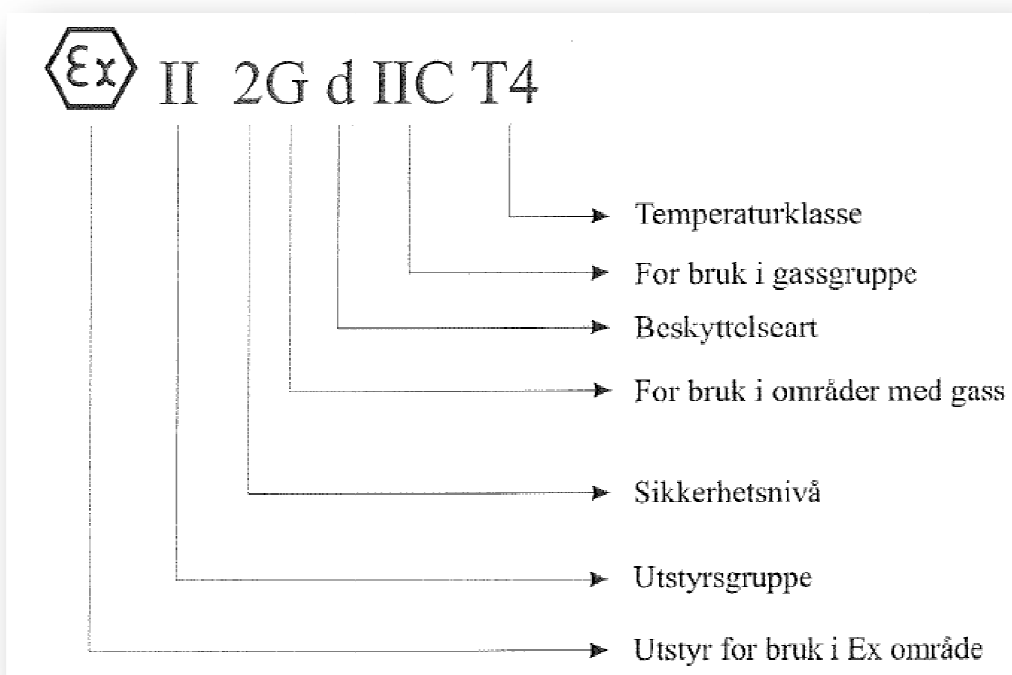
Under vises eksempler på forskjellig koding av utstyr:



2.22 Eksempel på CENELEC merking av elektrisk utstyr som er plassert i eksplosjonsfarlige områder, figuren er hentet fra Trainor Kursmanual, *Ex oppdatering*.



2.23 Eksempel på ATEX merking av elektrisk utstyr som er plassert i eksplosjonsfarlige områder, figuren er hentet fra Trainor Kursmanual, *Ex oppdatering*.



2.24 Eksempel på ATEX merking av mekanisk utstyr som er plassert i eksplosjonsfarlige områder, figuren er hentet fra Trainor Kursmanual, *Ex oppdatering*.

I tillegg til at elektrisk utstyr skal Ex godkjennes kreves det ifølge NORSOK S-001 Kap. 10 Emergency Shut Down (ESD) at utstyret ved større kritiske hendelser skal kunne stenges ned ved hjelp av nødnedstenging for å forebygge eskalering av farenmomentene. ESD systemet har tilknytning til ulike systemer (NORSOK S-001):

- PSD (Process Shutdown Detection) – Stenger ned prosessutstyr for å hindre hydrokarbonlekkasjer
- Gassdeteksjon – Kontinuerlig overvåking av brannfarlige og giftige gasser. Gir alarm ved oppdagelse
- Branndeteksjon – Kontinuerlig brannovervåking. Gir alarm hvis det forekommer brann

Disse systemene er noen av de systemene som er med og oppdager kritiske situasjoner som fører til at det kan bli behov for nedstenging av en installasjon.

Når det gjelder kranen, er den utstyrt med (Teknisk beskrivelse), dette i henhold til NS-EN 13852-1 kap.5.5.2.5:

- 1 flammedetektor i maskinrom
- 1 røykdetektor i førerkabin
- Gassdetektorer er montert i luftinntak for kabin, maskinrom og dieselmotor
- 1 gassdetektor inne i maskinrom

Alarmer for brann og gass fremkommer ved alarmlamper i førerkabinen, og de blir gitt og kontrollert av plattformens brannsentral. Hvis en brann eller gasslekkasje skjer kan det føre til nedstenging av plattformen. Når kranen ikke er i bruk vil den bli nedstengt sammen med resten av plattformen. Er kranen derimot i bruk vil den fortsatt kunne opereres og den kan også startes opp etter at plattformen er stengt ned om det skulle bli nødvendig. Dette gjelder kun for dieselhydrauliske kraner. Elektrisk drevne kraner vil ikke kunne startes opp igjen før plattformen har fått strømmen tilbake.

2.2.4 Personelløft

I følge NS-EN 13852-1 Kap. 5.8.1 er håndtering av redningsbåt, transport av personell mellom installasjoner eller fartøy og tilgang til arbeidsstasjoner definert som personelløft. Videre forteller Kap 5.8 i NS-EN 13852-1 hvordan kranen opererer når den løfter personell. En kran er utstyrt med en manuell bryter som kan slås på ved behov for personelløft. Når bryteren skrues på aktiveres et lys i førerkabinen som indikerer at kranen er satt i posisjon for personelløft. Lyset slukkes ikke før operasjonen er ferdig og kranen settes tilbake til normal driftsposisjon. Så lenge en kran står i posisjon for personelløft er det ikke mulig å skru av bryteren så lenge det er last i kroken, men når lasten er satt ned kan bryter for personelløft deaktiveres. Når kranen er satt i posisjon for personelløft påvirkes følgende funksjoner:

- Bremsene blir automatisk aktivert når spakene er i nøytral posisjon, i de tilfeller når nødstopper blir aktivert og i situasjoner der krafttilførselen uteblir.
- AOPS og MOPS blir overstyrt, det er umulig at disse blir aktivert.
- Den tillatte arbeidslasten blir halvert under kjøring av personell i forhold til hva som er tillatt under normal drift.

For alle kraner som skal benyttes til personelløft skal det etableres en driftsprosedyre for personelløft, ref. NS-EN 13852-1 Kap. 7.2.5. Denne prosedyren må beskrive hvordan kranføreren til en hver tid skal ha kontakt med personene som løftes, enten direkte eller gjennom en flaggmenn. Prosedyren bør også inneholde en beskrivelse av utstyret som benyttes. Dette utstyret må være designet på en slik måte at det er sikkert for løft av personell. Hvis løft av personell er planlagt må følgende betingelser være oppfylt:

- Gjennomsnittshastighet på vinden bør ikke overstige 10 m/s
- $H_s < 2m$
- Løft utføres i dagslys

I Operasjonsinstruksjonen til NOV angis det hvilke kriterier som er satt på de kranene ConocoPhillips har på feltet i dag:

Ved behov for løft av personell bør kranen benytte lettøft vinsjen. Det er også mulig å utføre personelløft når lastindikatoren er innstilt på tungløft vinsj, men det anbefales kun at dette skjer i nødstilfelle. Siden lasten reduseres ved personelløft er det utarbeidet egne lastkart for

denne type kjøring. Det er også flere sikkerhetsrutiner som er etablert for personelløft. Disse er:

- Det kan kun benyttes godkjent løfteredskap som MOB båt eller personellkurv.
- Kranføreren skal til enhver tid ha kontakt med personer som løftes, enten direkte eller gjennom flaggmann.
- Tilstrekkelig opplæring er et krav når personell skal løftes.
- Det skal alltid utføres en operasjonell risikovurdering ved et personelløft.
- PLS må være operativ slik at kranfører mottar riktige opplysninger blant annet om lastradius og signifikant bølgehøyde under løftet.

Følgende funksjoner blir aktivert, eller deaktivert når kranen er satt i posisjon for personelløft:

- Konstanttrekk (CT) i tauet er deaktivert.
- AOPS og MOPS er deaktivert.
- Lampe som indikerer at kranen er i posisjon for personelløft er aktivert (lyser).
- Den automatiske bremsefunksjonen er på når joystickken står i nøytral.
- Posisjon for personelløft kan ikke aktiveres eller deaktiveres når det er last i kroken.

Personelløft er en høy risiko operasjon og NORSOK R-003N sier at slike operasjoner skal kun utføres når annen forflytning eller arbeidsoperasjon ikke er mulig eller hensiktsmessig. Kravene for personelløft som en finner i NORSOK R-003N er utarbeidet med intensjon om at bruk av kranen for denne type arbeid reduseres til et minimum. Samtidig som at intensjonen er at ledelsen på innretningen er kjent med og følger opp personelløft.

NORSOK R-003N sier følgende om personelløft:

- Alle personelløft skal loggføres for å holde oversikt over hyppigheten.
- Alle personelløft skal være frivillige.
- Plattformsjefen skal direkte eller ved delegering godkjenne alle personelløft
- Kranfører skal ha minst ett års erfaring som operatør på tilsvarende løfteinnretninger
- Løfteutstyr skal være godkjent for bruk til løfting av personell
- Det skal benyttes sikker låsing mellom løfteredskap og krankrok
- Ved personelløft over sjø skal personen bruke redningsvest eller overlevingsdrakt
- Ved personelløft skal MOB båt være i beredskap

- Kranfører skal vurdere at værforholdene tillater sikker gjennomføring av operasjonen
- Ved blindkjøring skal kranfører ha øyekontakt med signalgiver, som igjen har øyekontakt med personen som løftes.
- Det skal være radioforbindelse mellom personen som løftes, signalgiver og kranfører
- Det skal benyttes sjekklister som sikrer at kravene til personelløft utføres

Nedenfor ser en et eksempel på lastkart for MOB båt.

Tillatt arbeidslast, SWL, ENKEL PART, MOB-BÅT LØFT UNDER ØVELSE

Last-radius / Load radius [m]	Bom- vinkel / Boom angle [°]	Tillatt arbeidslast SWL [tonn] / Permissible Safe Working Load SWL [tonnes]									
		Plattform- løft / Plattform lift	Sjøløft, signifikant bølgehøyde [m] / Sealifts, Significant Wave Heights [m]								
			0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
9.3	84.94	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.0	7.5	7.5	7.5	
12.5	81.70	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.0	7.5	7.5	7.5	
15.0	79.16	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.1	7.5	7.5	7.5	
20.0	73.98	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.1	7.5	7.5	7.5	
22.5	71.34	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.1	7.5	7.5	7.5	
25.0	68.65	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.1	7.5	7.5	7.5	
27.5	65.90	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.2	7.5	7.5	7.5	
30.0	63.09	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.2	7.5	7.5	7.5	
32.5	60.21	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.2	7.5	7.5	7.5	
35.0	57.23	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.2	7.5	7.5	7.5	
37.5	54.14	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.2	7.5	7.5	7.5	
40.0	50.92	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.3	7.5	7.5	7.5	
42.5	47.54	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.3	7.5	7.5	7.5	
45.0	43.95	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.3	7.5	7.5	7.5	
47.5	40.09	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.4	7.5	7.5	7.5	
50.0	35.87	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	6.8	7.5	7.5	7.5	
52.5	31.13	7.5	7.5	7.5	7.4	6.8	5.9	7.5	7.5	7.5	
55.0	25.57	7.5	7.5	7.1	6.4	5.9	5.1	7.5	7.5	7.5	
57.5	18.37	7.5	7.0	6.4	5.7	5.2	4.6	7.5	7.5	7.5	
58.0	16.53	7.5	6.5	6.1	5.5	5.0	4.4	7.5	7.5	7.5	

OPERASJONSBEGRENSNINGER:

- Skravert område i lastkart angir bølgehøyder hvor MOB båt kun kan brukes til reelle redningsoperasjoner. Sikkerhetsfaktorene ved disse bølgehøydene er lavere enn for ordinært personløft.
- Lastkart krever bruk av elastisk forløper med min. elastisitet svarende til følgende data:
 - Type: Nylon, flettet, 8 parter
 - Diameter: 80 mm
 - Lengde: 8 m
- Midlere vindhastighet: 10 m/s
- Lysforhold: Dagslys
- Is og snø på bom: Løfting ikke tillatt
- Krenning: 2.0°
- Kommunikasjon og sikt: Funksjonsbeskrivelse/Operasjonsmanual

Tabell 2-5 Lastkart for MOB båt. Tabell hentet fra G5-manualen.

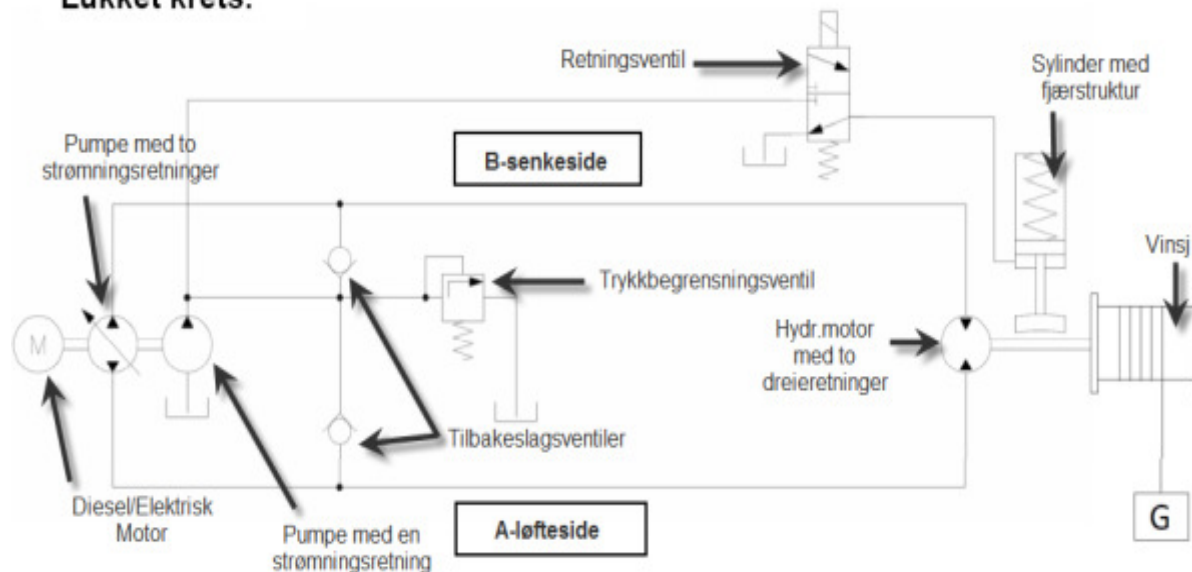
2.3 Gjennomgang av de tre krantypene

I denne oppgaven ses det på tre forskjellige kraftdrevne krantyper; diesel-hydrauliske, elektro-hydrauliske og helelektriske kraner. For å kunne sammenligne de tre forskjellige krantypene er det nødvendig å se litt på hvordan de ulike kranene fungerer. Dette kapitlet vil ta for seg virkemåten til de forskjellige krantypene. Diesel-hydraulisk og elektro-hydraulisk drevne kraner betyr at de blir styrt ved hjelp av et hydraulikksystem. Forskjellen på disse kranene er motorene som tilfører kraft til hydraulikksystemet. En diesel-hydraulisk kran får kraften sin fra en dieselmotor, mens en elektro-hydraulisk kran vil få den fra en elektromotor. Det letteste er først å forklare hva et hydraulikksystem er og deretter gi et lite innblikk i de to forskjellige motorene. En helelektrisk kran vil være forskjellig fra begge de to andre krantypene, og en liten innføring i denne krantypen vil komme til slutt i dette kapitlet.

2.3.1 Hydraulikksystem

Utviklingen av et hydraulikksystem startet allerede på slutten av 1800-tallet. Da brukte England en type hydraulikksystem som baserte seg på vann. Men utviklingen av de hydraulikksystemene som vi kjenner til og bruker i dag skjedde nok under første og andre verdenskrig. I denne perioden skjedde det mye innen teknologiutviklingen (Brautaset, 1983). Det finnes to typer hydraulikksystemer; åpne og lukkede kretser. En åpen krets vil si at hydraulikkoljen pumpes fra en tank og ut i systemet til arbeidselementene før den returneres til tanken igjen. I et lukket system, som vi bruker på kranene, holdes oljen inne i systemet i stedet for å returneres til en tank etter hver sirkulasjon.

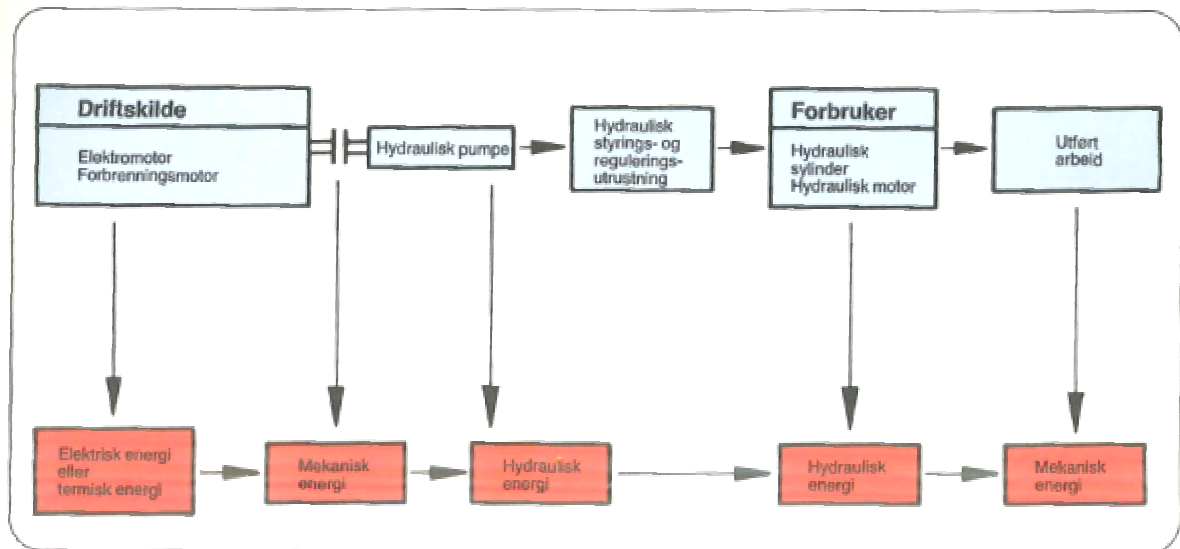
Lukket krets.



2.25 Eksempel på et lukket hydraulikksystem. Prinsippskisse hentet fra G5-manualen.

På bildet over ses en enkel skisse av et hydraulikksystem. Som nevnt tidligere overføres det kraft enten fra en elektromotor eller en dieselmotor til en hydraulikkpumpe. Det finnes flere forskjellige hydraulikkpumper; tannhjulspumper, vingepumper og stempelpumper. Disse har forskjellig oppbygging og måte å utføre arbeidsoppgavene på, men prinsippet er det samme for alle pumpetyperne. De suger oljen inn på den ene siden og presser den ut på andre siden slik at det lages et trykk i systemet. Dette gjøres gjennom en rotasjonsbevegelse hvor motoren overfører en momentkraft til pumpa som gjør at pumpa roterer. Hydraulikkoljen transporteres gjennom et rørsystem enten til en sylinder eller en hydraulikkmotor som er plassert i enden av systemet. Sylinderen eller hydraulikkmotoren utgjør en motstand for væsken, trykket i væsken stiger derfor til den har overvunnet denne motstanden og setter stempelet i sylinderen i bevegelse, eller starter rotasjonsbevegelsen i hydraulikkmotoren. Systemet består også av en trykkbegrensningsventil. Funksjon til denne ventilen er å avlaste systemet mot for høyt trykk. Det er også en retningsventil i systemet. Denne styrer fjærstrukturen til stempelet i sylinderen opp eller ned. Hydraulikkmotorens dreieretning styres av tilbakeslagsventiler, også kalt sperreventiler. Den siden som ikke blir sperret overfører trykk i systemet og påvirker vinsjens dreieretning slik at den enten løfter eller senker lasten (G5-manualen, Schmitt (1978), Brautaset (1983), Merkle, Schrader og Thomes (1988), og Talbergs Prosjektoppgave).

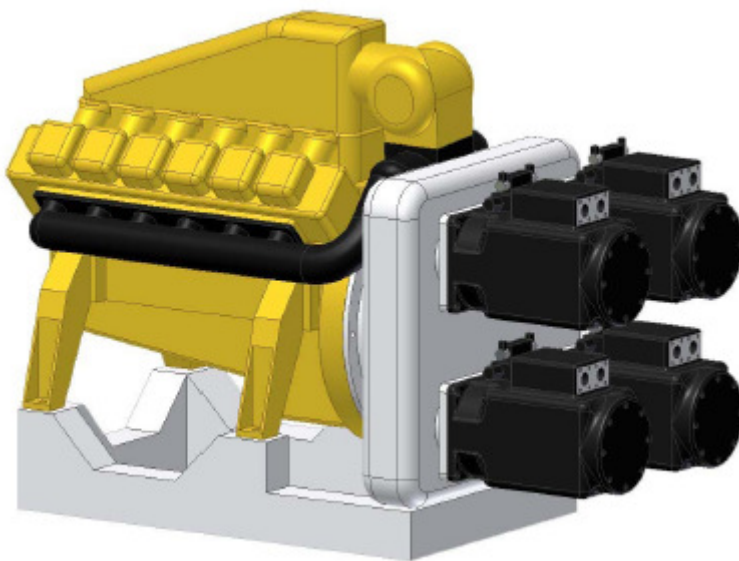
Grunnprinsippet for energioverføringen i et hydraulikksystem kan ses på bildet under.
Hydraulisk styrings- og reguleringsutrustning er vist i mer detalj på bildet over.



2.26 Energioverføringen i kranens hydraulikksystem (Schmitt, 1978).

2.3.2 Dieselmotor

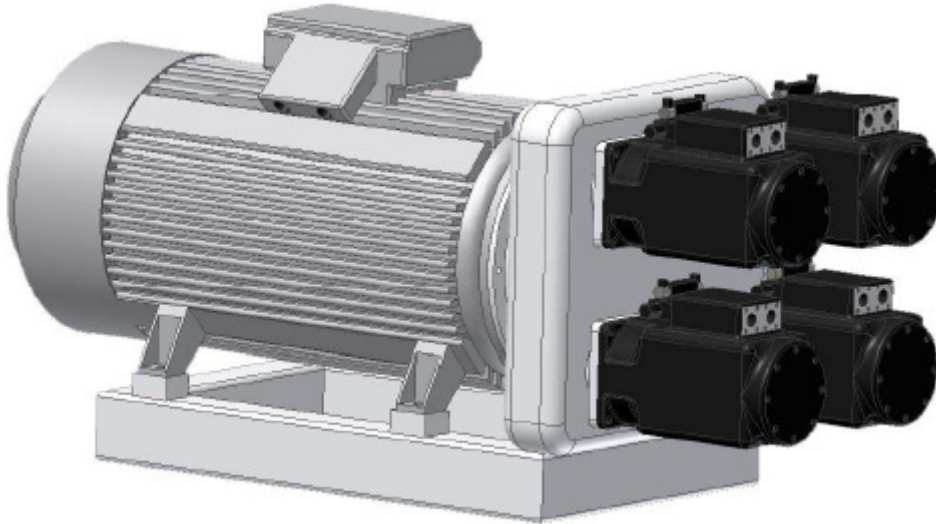
En diesel-hydraulisk kran vil si at en dieselmotor overfører mekanisk energi til hydraulikksystemet. Dette skjer gjennom et fordelingsgir som overfører moment til flere pumper. Kranen har tre hovedpumper, hvor hver pumpe driver en krets eller funksjon. De forskjellige funksjonene er sving-, heis- og bombevegelse. I tillegg drives en hjelpekrets som også får mekanisk energi overført gjennom fordelingsgiret. Hjelpekretsen består blant annet av forskjellige typer akkumulatorer som bidrar til at kranen kan utføre nødlåring og løfte av bremsene på vinsjene. Hjelpekretsen styrer også den hydraulisk drevne viften (plassert på taket til maskinrommet) som kjøler ned motorens radiator. Motor- og fordelingsgiret er plassert på en fundamenttramme som støttes opp av fire vibrasjonsdempere. Motoren er en firetakts motor, og består av 8 eller 12 sylindere (Than, Spesialist Roterende deler og CAT service manual). Grunnlaget for å velge en dieselmotor framfor en elektromotor kan være at det ikke finnes tilstrekkelig strømforsyning på installasjonen til å drive et elektro-hydraulisk maskineri. Et annet grunnlag kan være at kranen er en del av evakueringsplanen til installasjonen. Er sistnevnte tilfelle kreves det at kranen skal kunne drives uavhengig av installasjonen (Talbergs Prosjektoppgave). Ulempen til en dieselmotor kontra en elektromotor er at det til stadighet må etterfylles drivstoff. I tillegg kreves det mer vedlikehold på en dieselmotor kontra en elektromotor. Bildet under viser en dieselmotor tilkoblet et fordelingsgir med fire uttak.



2.27 Dieselmotor, figur hentet fra Talbergs Prosjektoppgave.

2.3.3 Elektromotor

En elektro-hydraulisk kran vil si at en elektromotor overfører mekanisk energi til hydraulikksystemet. Bildet under viser en elektromotor tilkoblet et fordelingsgir med fire uttak slik som vist for dieselmotoren. Av disse to bildene kan en se at disse to systemene er like med unntak av selve motoren. Elektromotoren vil på samme måte som dieselmotoren overføre mekanisk energi til de forskjellige heis-, bom-, sving- og hjelpekretsene.



2.28 Elektromotor, figur hentet fra Talbergs Prosjektoppgave.

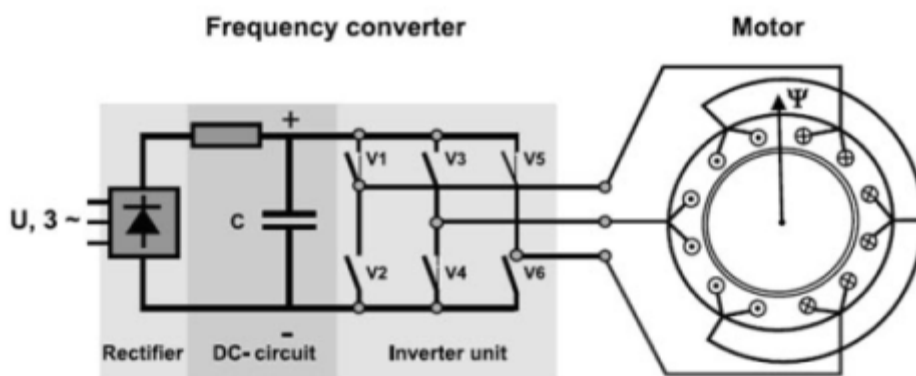
I følge NOV vil en slik motor bruke 600 kW for å operere en kran i vanlig arbeidsmodus. Det vanlige er å bruke en trefase induksjonsmotor (Teknisk beskrivelse). Fordelene med en elektromotor kontra en dieselmotor er at det er betydelig mindre vedlikehold, mindre støy og mindre vibrasjoner. Etterfylling av drivstoff er heller ikke noe tema, men motoren er til gjengjeld avhengig av strømforsyning fra installasjonen for å kunne opereres.

2.3.4 Helelektrisk kran

En helelektrisk kran er en videreutvikling av den elektro-hydrauliske kranen. Dette er fortsatt en relativt ny oppfinnelse som det ikke finnes så mye dokumentasjon på enda. Per dags dato finnes det ingen helelektriske kraner på norsk sokkel (opplysninger fra NOV), men et par av disse kranene er tatt i bruk i Mexicogulven. De helelektriske kranen som brukes i Mexicogulven er derimot ikke utarbeidet etter Europeiske og Norske Standarder. Prinsippet til en helelektrisk kran er at den ikke består av en stor motor som energikilde, men av mange små elektriske motorer som er plassert direkte på vinsjene. I stedet for en stor motor er den helelektriske kranen utstyrt med et elektrisk driverom med styreskap for elektromotorene som er plassert på vinsjene og svingmaskineriet. Hydraulikksystemet er erstattet med et elektrisk drivsystem.

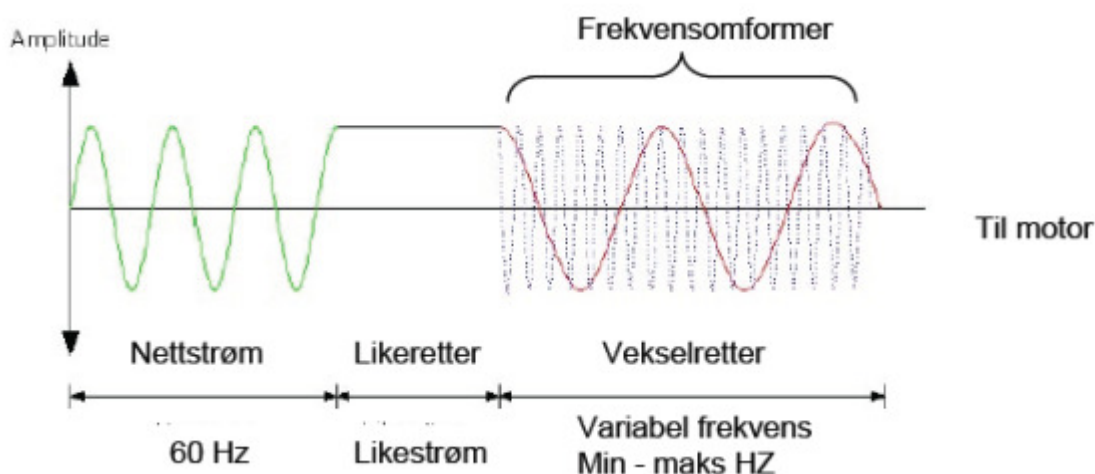
På markedet er det to alternative elektriske driftssystemer, enten regulerbare eller uregulerbare. Ved bruk av et uregulerbart system kan hastigheten ikke justeres. På en offshorekran er det ønskelig å kunne regulere farten på vinsjene for å få bedre kontroll med lasten. Basert på dette benyttes derfor et regulerbart driftssystem som består av likerettere og frekvensomformere. De hydrauliske vinsjemotorene som i dag blir brukt, blir på en helelektrisk kran byttet ut med elektromotorer som har permanentmagneter.

Figuren under viser en frekvensomformer. Den fungerer slik at likeretteren (rectifier) mottar vekselstrøm (AC) som den omformer til likestrøm (DC). I likestrømskretsen (DC-circuit) filtreres pulsene fra nettstrøm og støy vekk. I tilfeller der frekvensomformeren brukes til å kontrollere vinsjen og motoren brukes som generator for å minske farten, vil likestrømskretsen være utstyrt med en motstand som omformer energien som genereres til varme.



2.29 Frekvensomformer, figur hentet fra Talbergs Masteroppgave.

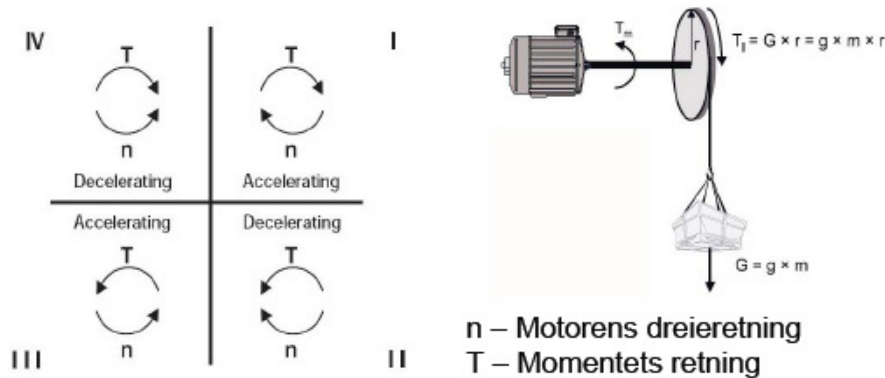
Vekselretteren (Inverter Unit) fungerer motsatt av likeretteren, den omformer likestrøm tilbake til vekselstrøm. Dette skjer ved at transistorene V1-V6 (se figuren over) åpnes og lukkes. Variasjonen i åpne og lukketiden på disse bryterne fremstiller forskjellige vekselstrømsfrekvenser som igjen påvirker motorens hastighet. Hastigheten vil øke proporsjonalt med økende frekvens. Bildet under viser forløpet i en frekvensomformer.



2.30 Forløpet ved hjelp av frekvensomformer, figur hentet fra Talbergs Prosjektoppgave.

Størrelsen på magnetfeltet i motoren påvirker løftkraften til vinsjen. Det er varierende spenning, strømstyrke og faseforskyvning som påvirker magnetfeltet. Når bryterne åpnes og lukkes i forskjellig rekkefølge vil den magnetiske fluksen endre retning og som et resultat vil motoren endre dreieretning. Dette er en forenklet forklaring på virkemåten til en frekvensomformer. Styringen påvirkes i virkeligheten av at den magnetiske fluksen generer spenninger i rotoren. Det er også viktig å nevne at eksterne faktorer som temperatur og lastendringer påvirker styringen. Magnetfeltet og vinsjens løfteevne blir derimot regulert ved å variere strømstyrken, økende strømstyrke gir økende løftekapasitet.

For at vinsjen til en kran skal kunne akselerere og retardere i begge retninger, og at hastighetsendringen skal samsvare med ønsket og virkelig hastighet, brukes det som kalles fire kvadrants styring. Figuren på neste side gir en forklaring på fire kvadrants styring. (Forklaring av helelektrisk kran baseres på Prosjekt- og Masteroppgave, Talberg)



Figur 4.18 Forskjellige tilstander og hastigheter i fire kvadrants styring, figur fra ABB (2003).

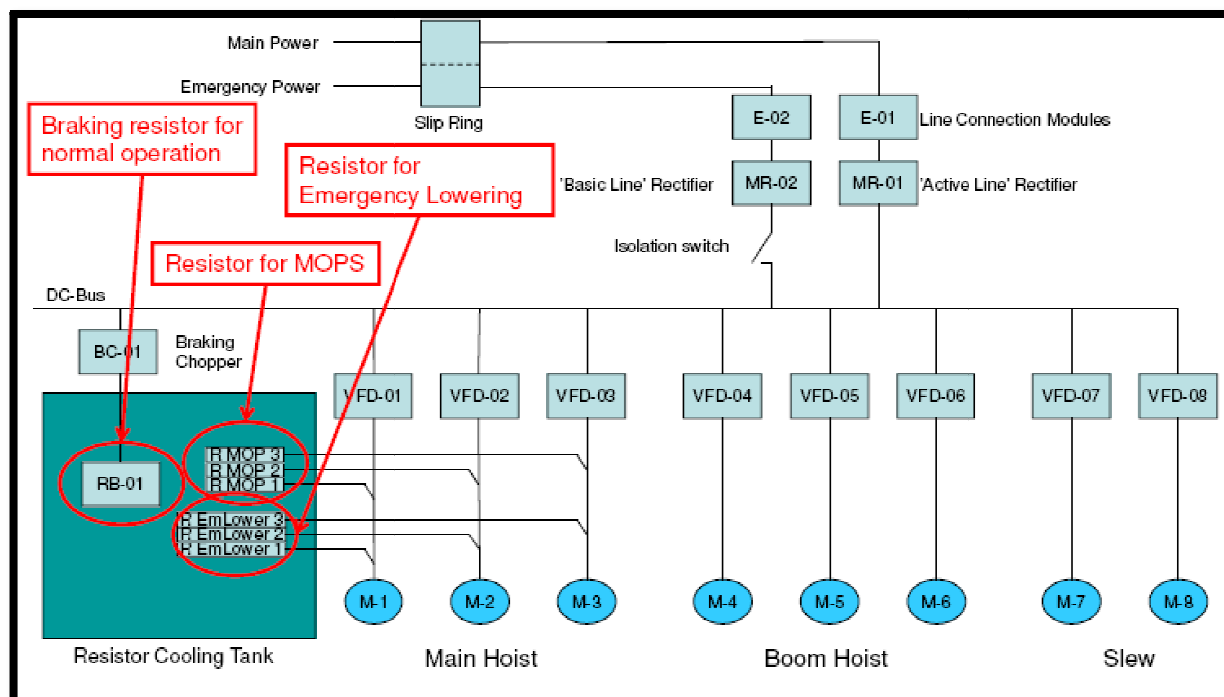
Forklaring Figur 4.18, basert på ABB (2003).

- I. Første kvadrant, motor er motor. Motoren rotere med klokken, siden momentet fra lasten virker i samme retning som hastigheten akselerer motoren.
- II. andre kvadrant, motor er generator i en kort periode frem til at vinsjen har redusert hastigheten til ønsket verdi. I den perioden må den kvitte seg med generert effekt, dette kan for eksempel skje over en motstand. Motoren rotere med klokken men momentet har motsatt retning, dermed retarderer motoren.
- III. Tredje kvadrant, motor er motor og får tilført effekt. Motoren roterer mot klokken og momentet har samme retning, dermed akselerer motoren.
- IV. Fjerde kvadrant er det samme forhold som i andre kvadrant, forskjellen er motsatt dreieretningen.

2.31 Forklaring på firekvadrantsstyring, figur hentet fra Talbergs Prosjektoppgave.

Som tidligere nevnt er det permanentmagnet motorer som brukes på vinsjene. En slik motor trenger ikke ekstern strømforsyning for å virke som en generator da den alltid er magnetisert. Fordelen er at det er mulighet for nødlåring av lasten om strømforsyningen faller bort og farten bestemmes av størrelsen på ohmsk motstand. Høyere motstand vil føre til høyere fart. Hvis fasene kortsluttes vil motoren bli låst i en fast posisjon.

Under vises en prinsippskisse for NOV sin helelektriske kran.



2.32 Prinsippskisse for sammenstilling av helelektrisk kran. Laget av NOV.

Fordelene med en helelektrisk kran er at den vil kun være i drift når vinsjene roterer og dermed gi minimum slitasje og energiforbruk, samtidig som levetiden økes og vedlikehold minskes. En helelektrisk kran består av et minimum av bevegelige deler og høyere bruk av standard komponenter, dvs. at det trengs færre komponenter på reservedelslageret. Den har heller ingen lokale utslipp og har noe lavere effektbehov enn elektro-hydrauliske kraner fordi virkningsgraden blir høyere når en slipper tap i hydraulikksystemet. Den helelektriske kranens effektbehov er 500kW og kan som tidligere nevnt utføre nødlåring ved strøbrudd. For nødkjøring av kranen brukes nødkjøringsaggregatet som trekker mellom 25-50kW.

De helelektriske kranen er også utstyrt med MOPS og AOPS ettersom de er utarbeidet etter NS-EN 13852-1. MOPS aktiveres ved en trykknapp ved kranførerens stol. Når MOPS blir aktivert løftes både primær og sekundær bremsen av vinsjen, AC-driven blir koblet ut og tillater at vaieren blir dratt ut av trommelen. Når MOPS er aktivert vil en motstand være koblet til motorviklingene (automatisk funksjon). Dette blir gjort for å oppnå minst mulig dreiemoment. Kranens UPS og lufttrykk vil tillate nødutløsning i tilfeller der kranen mister sin strømforsyning. (Arild Kleppe, NOV)

AOPS beskytter kranen for skader ved overbelastning. Overbelastningen kan forekomme hvis kroken hefter seg fast i forsyningsbåten. Når AOPS er utløst vil systemet umiddelbart stoppe løftevinsjenes oppadgående bevegelser og reduserer motorens dreiemoment til en verdi som er nær, men likevel over den aktuelle SWL. Vaieren vil bli trukket sikkert ut fra vinsjen til overbelastningen er klarert. (Arild Kleppe, NOV)

Ulempen med helelektriske kraner er at det er en relativ ny type kran i offshore sammenheng som det finnes lite dokumentasjon på. Bruken av helelektrisk kran på land har derimot NOV 15 års erfaring med, uten registrerte feil på drivsystemet. Hydraulikksystemet krever en del vedlikehold, ulempen med den helelektriske kranen er at bremsesystemet fortsatt er hydraulisk styrt. (Arild Kleppe, NOV).

I følge informasjon fra NOV har A/S Norske Shell kjøpt inn helelektriske krantyper som de venter på å få installert. Statoil vurderer helelektriske kraner for de to kranene de skal bytte på Oseberg feltcenter (OSA/OSB). Basert på dette vil det antakeligvis ikke være lenge før det finnes helelektriske kraner på norsk sokkel. (Arild Kleppe, NOV)

3 Teknisk sikkerhet

Et viktig moment som må tas hensyn til ved arbeid på en offshore installasjon er teknisk sikkerhet. Teknisk sikkerhet omfatter blant annet krav til sikkerhetssystemer som må være på plass på et tidlig tidspunkt å kunne fange opp eventuelle eksplosjonsfarer ved en eventuell gasslekkasje eller tilløp til brann.

Hovedfunksjonen til en offshoreinstallasjon er å ta opp og utvinne olje og gass fra det enkelte felt/reservoar. Gassen og oljen som utvinnes kan lede til farlige situasjoner og kan ved feil betingelser eller ugunstige forhold føre til eksplosjoner eller brann. Heldigvis forekommer dette svært sjelden. Det er derfor viktig at enhver offshoreinstallasjon er utstyrt med nødvendige sikkerhetssystemer for F&G (brann og gass).

Hvilke krav oljeselskapene skal forholde seg til her i Norge er nedfelt i etablerte prosedyrer og standarder fra myndighetene og gjerne med tilleggskrav gitt av det enkelte oljeselskap. En av de viktige prosedyrene er NORSOK S-001 Teknisk sikkerhet, se Kap. 3.1 for en detaljert gjennomgang av denne prosedyren som legges til grunn for videre diskusjoner i kapittelet.

3.1 Gjennomgang av NORSOK S-001 Teknisk sikkerhet

NORSOK S-001 beskriver følgende sikkerhetssystemer:

- Planløsning
- Avblåsning (BD) og fakkelsystem
- Passiv brann beskyttelse (PFP)
- Gassdeteksjon (GD)
- Branndeteksjon (FD)
- Tennkilde kontroll (ISC)
- Nødkraft og belysning
- Høytaleranlegg (PA), alarm og nødkommunikasjon
- Prosess sikkerhet
- Nødnedstengning (ESD)

I tillegg til systemene og funksjonene som er listet over, og som vil bli gått igjennom i mer detalj i dette kapittelet, beskriver også NORSOK S-001 følgende:

- forskjellige brannsløkkingssystemer
- rømningsveier og evakueringsfunksjoner
- rednings og sikkerhetsutstyr
- hindring av skipskollisjon med installasjonen
- menneskets mulighet til å overstyre maskiner i CCR
- hvordan naturlig ventilasjon og HVAC kan være med og bidra til at konsentrasjonen av gass kan tynnes ut eller hindre at røyk og gass trenger inn i områder og utstyr det ikke skal befinne seg i

3.1.1 Planløsning

Hvordan utformingen av en plattform planlegges er viktig med hensyn på sikkerheten. For å redusere sannsynligheten for og konsekvensene ved en eventuell brann og eksplosjon bør beliggenhet, atskillelse og orientering av områder, utstyr og funksjoner være vurdert. God planløsning kan bidra til at opphoping og spredning av brannfarlige væsker og hydrokarboner i gasstilstand kan minimaliseres. Det er et krav at det legges opp til at kritiske og ikke-kritiske områder skilles med vegger/dører i rett brann/eksplosjonsklasse. Hvor rømningsveier skal plasseres og hvordan evakuering skal foregå må også legges til grunn i planløsningen.

Hvor kranen eller kranene på en plattform plasseres er også en viktig del av planløsningen. Kranen(e) på en plattform har stor rekkevidde og det må planlegges for at det tilrettelegges med lasteområder som er oversiktlige fra førerkabinen. Det er ønskelig at alle lastedekk er oversiktlige fra førerkabin og at det er tatt hensyn til sideveis bevegelse i lasten. I definerte løftesoner, som kommer fram av et løftekart som er tilgjengelig i førerkabinen, skal utstyr og rørledninger som inneholder hydrokarboner, brennbare og/eller giftige gasser eller giftige væsker være beskyttet mot fallende objekter. Med tanke på kranens lovligheit til å løfte i helikoptersonen sier NORSOK R-003N "Sikker bruk av løfteutstyr" i vedlegg C at for hver enkelt innretning skal det utarbeides spesifikke prosedyrer som dekker kranoperasjoner ved helikopterdekk.

ConocoPhillips har laget en prosedyre "Dok.nr: 6294 Lokalt regelverk Ekofisk HFIS" som dekker dette punktet sammen med vedlegg "SPE-02 – Prosedyre ved krankjøring på Ekofisk Hotel". Prosedyren sier at kranfører skal få beskjed om innkommende trafikk og parkere kranen i krybba før helikopteret ankommer. Helikopteret får deretter beskjed fra HLO om at

det er klart for innflygning. Ved en eventuell situasjon der kranen ikke kan vike for helikopteret må helikopteret gå i venteposisjon til det er klart for landing.

3.1.2 Avblåsning (BD) og fakkelsystem

BD utløses ved en nødssituasjon som brann i et risikofylt område til å redusere trykket i prosess-segmentene slik at risikoen for brudd i hydrokarbonførende linjer minskes og at en eventuell brann ikke eskalerer. Systemet reduserer også lekkasjeraten og lekkasjens varighet slik at sannsynligheten for antennelse reduseres. Gasser kan også bli ledet fra atmosfæriske lufterledninger til sikre lokasjoner. BD skal være primærvalget for beskyttelse, og BD-tiden bør reduseres så mye som mulig for å begrense behovet for passiv brannbeskyttelse. Passiv brannbeskyttelse er et supplement til BD. Spesifikke krav for beskyttelse av trykkisolerte systemer, som er utsatt for brann, bestemmer BD-tiden. BD ventiler skal behandles som ESD ventiler og være utstyrt med både fjerntliggende og lokalliggende indikatorer. BD blir automatisk aktivert ved bekreftet brann i et risikofylt område. Full trykkavlastning av plattformen til fakkelsystemet skal være mulig å utføre fra CCR, som er hovedkontrollrommet til plattformen.

3.1.3 Passiv brann beskyttelse (PFP)

PFP skal sikre at relevante strukturer, rørledninger og utstyrskomponenter er tilstrekkelig beskyttet mot brann med hensyn på belastningsegenskaper, inntakthet og isoleringsegenskaper under en brann. Brannskillevegger og branndører skal sikre at betydelige branner og eksplosjoner ikke eskalerer til omkringliggende områder.

3.1.4 Gassdeteksjon

Funksjonen til dette systemet er kontinuerlig overvåking av brannfarlige og giftige gasser. Når systemet detekterer gass i et område gis det en alarm på PA- systemet som informerer personell på plattformen om en mulig fare. Ved oppdagelse av mulig fare er det mulighet for å ta aksjon slik at en kan minimisere eller unngå at personell blir utsatt for eksplosjoner og brann. Alle alarmer vil komme opp på skjermer i CCR (Central Control Room). F&G (brann og gass) alarmer vil også bli annonsert på andre strategiske plasser, som kranens kabin og på borerens lokasjon.

NORSOK S-001 sier også noe om % -grensen for gassoppdagelse i forhold til hvilken type gass det gjelder, og hvor gassdetektorene er plassert. Hvor gassdetektoren er plassert har også innvirkning på responstiden. Gassdeteksjon systemet skal aktivere alarmer i samsvar med hva

FES (Fire & Explosion Strategy) angir. Følgende er de viktigste punktene i følge NORSOK S-001:

- Ved gassdeteksjon skal ESD systemet automatisk aktiveres.
- ISC blir automatisk aktivert gjennom handlinger fra ESD systemet.
- Hvis det trengs blir FW pumper aktivert.
- Ventilasjonssystemet blir automatisk stengt ned hvis det oppdages gass i luftinntaket til HVAC.

I NORSOK S-001 er det angitt i mer detalj hvordan gassdeteksjonssystemet fungerer. Under vises et utsnitt av tabell 2 i standarden hvor kranen er angitt.

Table 2 - Gas detection main principles

Area/room	Detector location	Gas detection (NOTE 1)	Alarm type (NOTE 2)	Automatic shut down	HVAC action	Comments
Crane (engine and cabin)	Inlet	Alarm	CCR + Crane cabin	Group 1 ignition sources ^{(A)(B)}	Close damper and fans	(A) When crane not in use potential ignition sources shall be isolated automatically upon gas detection anywhere on the installation. (B) Reference is made to clause 14. (C) ESD1 + crane shut down, or ESD2 + selective isolation of affected area (e.g. Group 1 and 2) can be evaluated. (D) Particular modes of crane operation, i.e. emergency use may enforce specific requirements.
		Confirmed	CCR + Crane cabin + GA	ESD1 ^{(C)(D)}	Close damper and fans	

NOTE 1 Number of detectors above alarm limit to initiate actions depend on voting principle. If two alarm levels are used "Alarm" shall be initiated upon single low detection.
NOTE 2 Alarms presented in CCR shall also be presented as a not area specific general gas alarm in other strategic location such as crane cabin and drillers cabin.

Tabell 3-1 NORSOK S-001 tabell 2. Oversikt over kranens nedstengning ved gassdeteksjon.

3.1.5 Branneteksjon

Systemet overvåker kontinuerlig og gir alarm over PA systemet hvis det oppstår brann, slik at tiltak kan tas for å hindre at brannen eskalerer. En vil også prøve å minimalisere faren for at personell blir utsatt for brann. Alle alarmer vil framkomme på skjermer i CCR (Central Control Room). F&G (brann og gass) alarmer vil også bli annonsert på andre strategiske plasser, som kranens kabin og på borerens lokasjon. NORSOK S-001 sier også her at branneteksjonssystemet skal aktivere alarmer i samsvar med hva FES (Fire & Explosion Strategy) angir. Følgende er de viktigste punktene i følge NORSOK S-001:

- Ved branneteksjon blir ESD2 og BD automatisk aktivert ved bekreftet brann i risikofylte områder.
- HVAC og brannspjeld blir stengt ved bekreftet brann, unntatt i områder som er underlagt røykkontroll og brannslukkingsutstyr.
- FW pumper blir aktivert ved bekreftet brann.

I NORSOK S-001 er det angitt i mer detalj hvordan branneteksjonssystemet fungerer. Under vises et utsnitt av tabell 3 i standarden hvor kranen er angitt.

Table 3 – Fire detection principles

Area/room	Type of detection (NOTE 1)	Alarm type (NOTE 2)	Automatic shut down/BD	Automatic AFP	HVAC interface	Comments
Crane engine room	Flame or heat	CCR + Crane cabin	None	Release AFP ^(A)	Close damper and fans	(A) Applies to diesel driven engines.

NOTE 1 Number of detectors above alarm limit to initiate actions may depend of voting principle.

NOTE 2 Alarms presented in CCR shall also be presented as a not area specific general fire alarm in other strategic location such as crane cabin and drillers cabin.

Tabell 3-2 NORSOK S-001 tabell 3. Oversikt over kranens nedstengning ved branndeteksjon.

3.1.6 Tennkilde kontroll (ISC)

ISC sin funksjon er og minimisere sannsynligheten for at brennbare væsker og gasser antennes. Dette gjøres ved at elektrisiteten som er tilgjengelig på plattformen blir stengt ned. Her bestemmer Ex-kodene når utstyret stenges ned. Dieselmotorer skal være utstyrt med gnistfanger i eksosrøret. Hvis det går en gassalarm på installasjonen og kranen er i bruk skal kranfører stenge ned kranen så fort den er satt i en sikker posisjon. Kommer det gass inn i kranens ventilasjonssystem eller i forbrenningsinnløpet vil kranen automatisk stenge ned uten forvarsel. Er kranen derimot ikke i bruk vil potensielle antennelseskilder bli isolert med en gang det går en gass alarm på installasjonen. Kranens utstyr er klassifisert som sone 2 utstyr, men bommen er ofte klassifisert som sone 1 utstyr da den beveger seg over farligere soner enn det den står i.

3.1.7 Nødkraft og belysning

Systemet for nødkraft skal forsyne viktig utstyr/forbrukere med elektrisk kraft etter at hovedgeneratorene er nedstengt. Det skal også, i en gitt periode, forsyne de systemer som krever elektrisk kraft under eller etter en stor risikofull hendelse. Nødllys er nødvendig for å gi tilstrekkelig belysning for evakuering og rømning i en nødsituasjon. Utstyr for beredskap og systemer som kreves i en nødsituasjon skal være knyttet mot UPS (Uninterruptible Power Supply). UPS gir kontinuerlig strømforsyning der hvor hovedkraft og nødkraftgeneratorene ikke er tilgjengelige. UPS skal ha kapasitet til å forsyne det som kreves av nødkraft i minimum 30min, eller lenger hvis det kreves av FES/EERS.

I tillegg til UPS skal selvstendig og pålitelig nødkraftforsyning være tilgjengelig i minimum 18 timer ved full belastning. På NNMI kan nødkraftforsyningen kun tilføres fra en batteribank og der skal kapasiteten være på minimum 4 timer. Bruk av nødkraft skal være planlagt slik at det er mulig å drive vedlikehold på systemet uten at det er nødvendig å stenge produksjonen i den gitte perioden.

UPS og nødgenerator skal være plassert i områder som gir utstyret sikker beskyttelse. Disse områdene er typisk bolig og hjelpesystem (utility) modulene. CCR skal være lokalisert så sikkert som mulig, dette er normalt i boligkvarteret.

3.1.8 Høytaleranlegg (PA), alarm og nødkommunikasjon

Systemet skal varsle personell så fort som mulig når det oppstår kritiske og uforutsette hendelser. Systemet er avhengig av nødkraftsystemer som nødgenerator og UPS (Uninterruptible Power Supply). Alarmer som sendes ut i forbindelse med en kritisk hendelse har forskjellige lyd- og lyssignaler avhengig av hendelsen. Grunnen til at det også varsles med lys er at det i noen områder er så høyt støynivå at lydsignalene blir overdøvt. Poenget med forskjellig lyd- og lyssignaler er at personell lett skal gjenkjenne signalene og forstå hvilken fare som blir varslet.

En offshoreinstallasjon skal være utstyrt med både intern og ekstern nødkommunikasjon. Den interne kommunikasjonen skal hjelpe beredskapslagene i å samhandle med hverandre og med CCR. CCR er installasjonens hovedkontrollrom og har oversikt over hele plattformen. Den eksterne kommunikasjonen skal gjøre det mulig å kommunisere med andre installasjoner, helikopter, livbåter, MOB båter, redningsflåter, forsyningskip, stand-by fartøy og med land. Kranen skal kunne kommunisere med CCR, forsyningskip og operatørene på dekk. Kommunikasjonen skjer ved hjelp av Maritime VHF, UHF radio, PA høyttaler og telefon i førerkabinen til kranen.

3.1.9 Prosess sikkerhet

Prosess sikkerhet er systemer og utstyr som skal være med og kontrollere unormale operasjonstilstander for å avverge mulige hydrokarbon utslipp. Kontrollen skjer gjennom å stoppe hydrokarbon flyt, stenge ned prosess- og hjelpeutstyr og trykkavlaste disse til fakkelsystemet. Systemene og utstyret som brukes er PSD, PSV og lokale sikkerhetsfunksjoner. Prosess- og hjelpesystemene skal være modellert slik at under operasjon skal ingen feil føre til uakseptable situasjoner.

PSD systemet skal være uavhengig av prosesskontrollsystemet. PSD ventiler som er plassert på væskeutløpet til en trykkbeholder/separator skal være plassert så nær utstyret som mulig slik at antall lekkasjekilder mellom utstyr og ventil er minst mulig.

PSV sin posisjon i forholdet til trykkbeholder/separator må også vurderes. Når en unormal prosessoperasjon oppstår og høy/lav alarmgrense utløses går det en alarm til CCR som først sjekker hva som har utløst alarmen. Hvis det viser seg at alarmen er reell setter de i gang nødvendige tiltak. Det er i prinsippet da det laveste nivået av ESD på plattformen aktiveres.

3.1.10 Nødnedstengning (ESD)

Hensikten med ESD systemet er å hindre at unormale tilstander eskalerer til risikofulle hendelser, og at omfanget og varigheten på inntrådte hendelser begrenses så mye som mulig. Manuelle nødknapper er plassert på viktige områder på plattformen slik at disse er tilgjengelige for bemanningen på plattformen i en nødsituasjon. Knappene er beskyttet med et deksel slik at de ikke aktiveres ved et uhell. Hvor nødknappene er plassert er tydelig merket med skilt. Det er vanlig å finne nødknapper på følgende områder på plattformen:

- CCR (APS/ESD1/ESD2)
- Helikopterdekk (APS)
- Oppstillingsplasser/livbåtstasjoner (APS)
- Bro forbindelser (ESD2)
- Bore områder (Boredstengning/ESD2)
- Utgangene fra prosess og brønnhode områdene (ESD2)

Nedstengningsnivåene som kan utløses fra de enkelte områdene er angitt i parentes. Isolering av nødkraftutstyr som UPS utføres normalt etter 30 min når APS er utløst, men det skal være mulig å iverksette umiddelbar nedstengning fra CCR under nedtelling. ESD systemet stenger ned alt utstyr som er definert i FES. Sammenhengen mellom felt som er knyttet sammen og installasjoner må tas i betraktning, dette gjelder spesielt rørledninger og kontrollsystemer. ESD funksjonen består av 3 nivåer, APS, ESD1 og ESD2 hvor APS er det høyeste nivået. Et overordnet ESD nivå iverksetter de lavere nivåene, inkludert PSD. Ved aktivering av ESD utføres følgende:

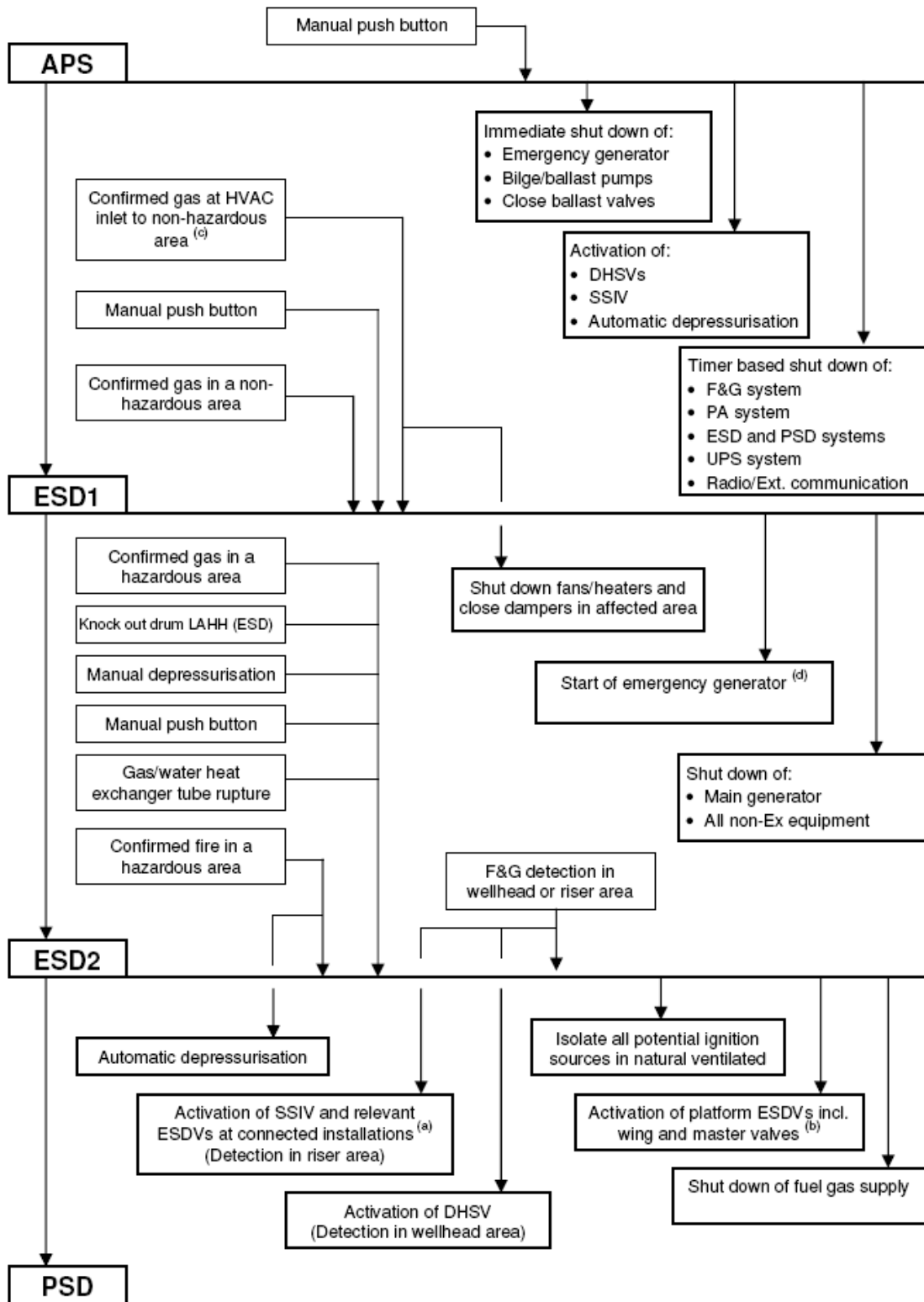
- Nedstengning av brønner og rørledninger inn til/ut fra installasjonen inkludert stopp av produksjon fra oppstrøms installasjoner.
- Nedstengning og seksjonering av hydrokarbon prosess anlegg.
- Oppstart av BD.
- Isolering av antenneskilder.

- Nedstengning av hovedkraft generatorene.
- Start/stopp av nødkraft generatorene.
- Nedstengning av boring, innblandings og overhalings utstyr som ikke er nødvendig for brønnkontroll.

Det skal være mulig å stenge DHSV og hovedventiler under brønnintervensjon fra en posisjon utenfor brønnhodeområdet og fra brønnhode/bore området. Tap av ESD signaler mellom en NNMI og kontrollsenteret som fjernstyrer plattformen skal føre til nedstengning av NNMI. En mulig tidsforsinkelse skal ikke overskride 10 min ved en nedstengning. Hvis kontrollsenteret som styrer NNMI får en nedstengning skal det resultere i at NNMI får en driftsmessig nedstengning. APS oppstillingsalarm kan bare bli aktivert manuelt. Når ESD1 og ESD2 aktiveres manuelt skal en generell alarm utløses på den rammede plattformen. I tillegg vil F&G systemet utløse en generell alarm. Ved en ESD vil det i tillegg til CCR være visuell visning av alarm i borebua, i brønnoverhalingens kontrollstasjon og i krankabinen. Status til ESD systemet skal til enhver tid være tilgjengelig i CCR. Operatørene i CCR registrerer alarmer som kommer fram på skjermene og tar aksjon basert på alarmens karakter.

Reaksjonstiden til alle komponenter og alt utstyr som er inkludert ESD systemet skal være definert og dokumentert. Til dette brukes logikkdiagram og C&E diagrammer vedlegg B.1 viser logikkdiagrammet til Eldfisk 2/7 A, vedlegg B.2 viser logikkdiagrammene til begge kranene på Eldfisk 2/7 A og vedlegg B.3 viser C&E- diagrammet til østkranen på Eldfisk 2/7 A.

ESD systemet skal opereres som et selvstendig system og skal ikke opereres fra lokale instrument rom som er plassert i et mindre sikkert miljø enn der hvor CCR er plassert. På neste side vises et utklipp fra NORSOK S-001 hvor de forskjellige ESD nivåene er definert. Her ser en hva som utløser de forskjellige nivåene og hvilke aksjoner som blir utført på hvert nivå.



(a) Can be sub-sea well template, wellhead platform, compressor platform, onshore plant.
 (b) Local shut down of flow from subsea templates and upstream platforms by ESD or PSD.
 (c) Alternative to ESD1 can be ESD2 and selective electrical isolation depending on location, see Table 2.
 (d) Alternatively inhibit start of emergency generator may be considered due to ISC.

Tabell 3-3 Oversikt over de ulike ESD nivåene. Årsakene til av hvert nivå blir utløst og hvilke aktiviteter som utføres i hvert nivå.

3.2 ConocoPhillips tilleggsprosedyre til NORSOK S-001

ConocoPhillips har, som et tillegg til NORSOK S-001, utarbeidet en egen prosedyre som heter ”Dok. nr. 6307: Safety Shutdown Systems” som ser på hva som utløser det enkelte ESD nivå og hvilke funksjoner som vil bli stengt ned i forbindelse med det enkelte nivå.

Prosedyren angir at ESD og PSD systemet skal være to separate systemer slik at en unngår at en systemfeil i det ene systemet kan påvirke systemfeil i det andre systemet. Ved utløst ESD aktiveres likevel PSD systemet som er det laveste nivået ved en nedstengning.

ESD systemet forhindrer og begrenser konsekvensene for menneske, miljø og materiell ved en hydrokarbonlekkasje. ESD systemet aktiveres av brann og gass detektorer og utløses ved manuell betjening.

PSD systemet utløses ved unormale prosess tilstander og forebygger at disse utvikler seg til risikofulle situasjoner. Unormale prosess tilstander oppdages av sensorer som er plassert i prosessutstyret. I tillegg til PSD systemet er det også et prosesskontrollsystem. Dette systemet har som oppgave å kontrollere og regulere hjelpe- og prosesseringssystemene.

3.2.1 Nedstengningsnivå på en bemannet plattform

Gul ESD = APS

Gul ESD er det høyeste nedstengningsnivået og kan sammenlignes med nedstengningsnivået NORSOK S-001 kaller APS. I Dok.nr. 6307 er det definert to kategorier av Gul ESD:

- Umiddelbar Gul ESD blir aktivert manuelt fra et panel som kun finnes i CCR. Alt utstyr blir stengt ned umiddelbart og all elektrisk kraft til plattformen blir brutt, inkludert nødgenerator og isolering av hovedbatteri systemene.
- Forsinket Gul ESD aktiveres manuelt fra paneler plassert på følgende områder på plattformen:
 - ◆ CCR
 - ◆ Helikopterdekk
 - ◆ Livbåtstasjoner
 - ◆ MOB båt-stasjoner
 - ◆ Broer

Alt utstyr som ikke er nødvendig blir stengt ned umiddelbart. Etter 3 min forsvinner all elektrisk kraft som plattformen blir forsynt med.

Begge de Gule ESD nivåene vil utløse de lavere ESD nivåene og PSD momentant. Det er også listet opp hvilke systemer som skal få nødkraft, enten fra nødgeneratoren eller/og fra batterier. I denne tilleggsprosedyren står det at kranene kun vil få nødkraft fra nødgeneratoren som stenges ned på Gul ESD. Følgende systemer vil av sikkerhetsgrunner ikke bli påvirket av Gul ESD:

- Navaid systemet (Navigeringslys på plattformen)
- Nødlis
- Brannvannspumper
- APRS på bruene

Blå ESD = ESD1

Blå ESD er det nest høyeste nedstengningsnivået og kan sammenlignes med det NORSOK S-001 kaller ESD1. Dette nedstengningsnivået aktiveres blant annet ved følgende situasjoner:

- Når Gul ESD er aktivert.
- Manuell aktivering i CCR.
- Ved manuelle stasjoner plassert ved inngangen til generator rom og tavle rom.
- Gas 60 % L.E.L. i luftinntak for generator rom, turbin/generator rom, CCR, tavle rom.
- Gas 60 % L.E.L. i brønnhode området og i luftkompressor inntaket.
- Brann i generator/tavle rom.

Blå ESD stenger ned hovedstrømforsyningen, inkludert turbiner, generatorer og tilhørende forsyningskretser. Nødgeneratoren startes opp og gir strøm til utstyr som er knyttet opp mot dette utstyret. Blå ESD utløser de lavere ESD nivåene og PSD. Blå ESD har to moduser, DRILLERS og PRODUCTION. Når koblingsbryteren står i DRILLERS modus påvirkes ikke boreriggen av ESD systemet. Da må den utløses manuelt fra boredekk eller fra boreformannens kontor.

Rød ESD = ESD2

NORSOK S-001 kaller dette nivået for ESD2. Rød ESD er det laveste nivået i ESD systemet. PSD er et lavere nivå, men det betegnes som et eget system. Rød ESD stenger ned alle prosessoperasjonene og unødvendig elektrisk utstyr i klassifiserte områder. Eksport og import rørledningene til plattformene blir også stengt. Rød ESD aktiveres manuelt fra følgende områder:

- CCR
- Helikopterdekk
- Livbåt
- Brønnhode
- Brønnhode hydraulikk rom
- Prosess området
- Lagringsområder
- MOB båt-stasjoner
- Rørstativ områder
- Alle broer

Rød ESD blir også utløst hvis følgende situasjoner oppstår:

- Brann i risikofulle områder
- Gas 60 % L.E.L. i prosess området
- Høyere nivå av ESD inkludert DRILLERS Blå ESD

PSD = PSD

Her har NORSOK S-001 og ConocoPhillips ”Dok.nr. 6307: Safety Shutdown Systems” definert dette nivået med likt navn. PSD aktiveres som følger:

- Manuell aktivering fra CCR eller fra hydraulikkrommet i brønnhodeområdet
- Telemetri signal fra plattformer som mottar
- Hydrokarboner
- Lav-luft trykknivå i forbindelse med instrumentluft
- Unormale prosess parametere

- Alle ESD nivåene
- Eventuelt manuelt gass utslipp

Ved PSD stopper all produksjon og alle brønner blir stengt ned av AFV (Automatic Flow Valve). Det enkelte utstyr og prosessmodulene er beskyttet på et individuelt grunnlag og utstyret overvåkes basert på trykk, volum, temperatur, nivå, etc. Når kontrollsystemet registrer at de forutbestemte begrensningene overstiges vil nedstengning automatisk bli igangsett slik at utstyr og prosessmoduler kommer i en sikker tilstand.

På vanninjeksjonsplattformer finnes det et nedstengningsnivå for injeksjon av vann. Dette aktiveres ved det laveste ESD nivået. Da stenges det ned ved manuell aktivering eller automatisk når sikkerhetsinstrumenter, plassert på vanninjeksjonssystemet, registrerer unormale tilstander.

3.2.2 Nedstengningsnivå på en ubemannet plattform

På en ubemannet plattform er det kun tre nedstengningsnivå; UPS-Gul ESD, Gul ESD og PSD.

UPS-Gul ESD

UPS-Gul ESD blir aktivert ved manuell nedstengning av UPS batterier, eller automatisk når 60 % L.E.L. gas blir oppdaget i UPS rommet eller i kontrollsenteret.

Gul ESD

Gul ESD blir utløst ved følgende funksjoner:

- UPS-Gul ESD
- Manuelt fra CCR på plattformen som overvåker den ubemannede plattformen, fra kontroll/utstyrs rom, helikopterdekk, livbåtstasjon, eventuell tilkoblet rigg (for eksempel jack-up drilling rigg).
- 60 % L.E.L. gass oppdagelse
- Brann oppdagelse
- Manuell aktivering av system for gass utslipp
- Tap av telemetrisignal

PSD

PSD blir utløst ved følgende funksjoner:

- Gul ESD
- Manuell aktivering fra nedstengningsstasjoner i brønnhode- og prosessområdene og andre strategiske områder
- Unormale prosessparametere
- Svikt i hydrauliske kraftenheter og instrument luftesystemer
- Signal fra den overvåkende plattformen eller plattformen som mottar hydrokarboner fra den ubemannede plattformen

3.3 Oppsummering av hvordan kranen blir påvirket ved nedstengning av en plattform

3.3.1 Kranen er i drift

Når PSD utløses påvirkes ikke kranen. Dette systemet fokuserer kun på å stoppe prosessoperasjonene i prosessområdet slik at resten av installasjonen ikke påvirkes.

Hvis situasjonen eskalerer vil Rød ESD være neste skritt i å prøve å minske den mulige faren. Kranen har fortsatt strømforsyning fra hovedgeneratorene under Rød ESD, men siden en gassalarm er utløst skal kranfører avslutte løfteoperasjonen, parkere kranen for så å stenge den ned.

Skulle hendelsen eskalere til neste ESD nivå (Blå ESD) har elektro-hydrauliske og helelektriske kraner mulighet for nødkjøring. Dette gjøres ved hjelp av et nødkjøringsaggregat som kranene er utstyrt med. Diesel-hydrauliske kraner er også utstyrt med et nødkjøringsaggregat, men dette brukes kun hvis dieselmotoren har havarert. En kran skal alltid stenges ned når det oppdages gass på installasjonen, så hvis den ikke allerede er stengt ned på Rød ESD er det kun sikring av last og parkering av kranen som skal utføres på Blå ESD.

Når installasjonen når nedstengningsnivå Gul ESD er kranen allerede parkert. På Gul ESD har installasjonen nådd et nivå som sier at det ikke er forsvarlig å være på plattformen lenger. Situasjonen på plattformen er da kommet så langt at fokuset nå blir å evakuere personell. En installasjon kan oppleve at den går ned på Gul ESD uten at de andre nivåene er berørt, men da er det spesielle situasjoner som er årsaken til dette. Slike situasjoner kan være at nivået blir utløst manuelt. Årsaken til manuell aktivering av Gul ESD kan være en menneskelig feil, for eksempel feilvurdering av omfanget til en hendelse er et scenario jeg ser for meg.

Hvis den manuelle utløser knappen i CCR aktiveres vil installasjonen gå på Umiddelbar Gul ESD, se forklaring under delkapittel 3.2 "ConocoPhillips tilleggsprosedyre til NORSOK S-001". Aktiveres den manuelle utløser knappen for Gul ESD på de andre strategiske lokasjonene vil plattformen gå ned på Forsinket Gul ESD, dvs. med 3 min forsinkelse før strømmen går. Se forklaring på Forsinket Gul ESD under delkapittel 3.2 "ConocoPhillips tilleggsprosedyre til NORSOK S-001".

En annen grunn til at installasjonen når Gul ESD uten at de andre nivåene blir berørt kan være på grunn av systemfeil. Type systemfeil avgjør om det blir en Umiddelbar Gul ESD eller en Forsinket Gul ESD. Systemene er robuste og godt planlagt slik at systemfeil ikke skal forekomme, men det finnes alltid en liten risiko for at en feil kan skje. Fremtiden er ikke kjent, så en vil aldri klare å planlegge noe helt nøyaktig.

Oppsummeringen over er basert på NORSOK S-001, ConocoPhillips sin tilleggsprosedyre ”Dok.nr: 6307: Safety Shutdown Systems” og samtaler med kranfolk og elektroingeniører hos ConocoPhillips i Tananger.

3.3.2 Kranen er parkert

Hvis kranen ikke er i bruk når en gasslekkasje oppdages på plattformen vil den automatisk bli stengt ned. Da isoleres mulige antenneskilder og man vil ikke kunne starte opp kranen før faren er over. Dette er fordi kranen ikke skal kjøres når det er mulige farer på plattformen. Fokus skal da være å unngå at farlige situasjoner eskalerer til faretruende situasjoner. Så kranen vil ikke være et problem hvis den er parkert før en eventuell faretruende situasjon oppstår. Oppsummeringen her er basert på NORSOK S-001, ConocoPhillips sin tilleggsprosedyre ”Dok.nr. 6307: Safety Shutdown Systems” og samtaler med kranfolk og elektroingeniører hos ConocoPhillips i Tananger.

3.4 Hvorfor liker ConocoPhillips diesel-hydrauliske kraner så godt?

Når en skal se på muligheten for at ConocoPhillips kan benytte helelektriske eller elektro-hydrauliske kraner på sine installasjoner er det naturlig å starte prosessen med å se på hva de har av kraner i dag. I dag opererer ConocoPhillips kun med diesel-hydrauliske kraner. Det neste man undrer på da er årsaken til dette? På dette spørsmålet fant jeg to svar:

- Det finnes ikke nok strøm på Ekofisk-området i dag. Dette blir sett nærmere på i neste delkapittel.
- ConocoPhillips har en "Sikkerhetsfilosofi for kraner" som sier at kranene skal kunne kjøre etter at Gul ESD nivå er utløst. Ved bruk av både elektro-hydrauliske og helelektriske kraner vil disse kranstypene stoppe umiddelbart når Gul ESD aktiveres. Ved Gul ESD kuttes all strømforsyning til kranen slik at også nødaggregatet som brukes til nødkjøring stopper. En dieselmotor derimot vil kunne gå uavhengig av plattformens strømforsyning. Diesel-hydrauliske kraner vil strengt tatt ikke stenge ned før de får gass inn i forbrenningsinnløpet eller ventilasjonssystemet, eller det oppstår brann i maskinrommet.

3.4.1 Sjekk av bakgrunnsstoffet til "Sikkerhetsfilosofi for kraner"

I dette avsnittet ser jeg litt nærmere på sikkerhetsfilosofien til ConocoPhillips.

"Sikkerhetsfilosofi for kraner" finnes vedlagt, se vedlegg C. Denne filosofien ble utarbeidet i 2002 av Erling Alf Idland (Sr. Discipline Lead, Technical Safety). Sikkerhetsfilosofien sier følgende:

- Kranen vil være planlagt med en egen brann og gass sentral og med egen batteribank som gjør det mulig å overvåke kranen ved Gul ESD på plattformen.
- Gassdetektorene bør være plassert slik at de er uavhengige av kranens posisjon og vindretning:
 - ◆ 1 detektor i inntaket til forbrenningsluften til dieselmotoren
 - ◆ 1 detektor i luftinntaket til maskinrom/kabin
 - ◆ 1 detektor i maskinrommet
- Branndeteksjon: 1 flammedetektor i maskinrommet
- Røykdetektor: 1 røykdetektor i kabinen

- Gassdetektorene gir alarm i førerkabinen og CCR ved 20 % L.E.L. gass deteksjon og alarmen blir bekreftet ved 60 % L.E.L. gass deteksjon hvor PA alarm også blir aktivert og kranen stenges ned.
- Branndeteksjon fører til alarm på PA og nedstengning av kranen.
- Røykdeteksjon fører til alarm i førerkabinen og i CCR.
- Nødnedstengning av kranen sier at ved Gul ESD stenger kranen ned når den ikke er i drift med mulighet for oppstart. Den vil fortsette å være operativ når Gul ESD aktiveres. Dette for å sikre last og kranbom før kranen forlates, samtidig som det er mulighet for eventuelt å fjerne kranbom fra helikopterdekk.
- Grunnlaget for å ha mulighet for å holde kranen i drift når Gul ESD er inntruffet er at det kan forårsake risiko med stans i følgende kranoperasjoner:
 - ◆ Frakting av personell.
 - ◆ Kjøring/operasjon av last fra båt ved høy sjø.
 - ◆ Operasjon av rør i basket.
 - ◆ Ved boring Blå ESD.
 - ◆ Operasjon over helikopterdekk, som kan forhindre helikoptertrafikk.
 - ◆ Operasjon ved aktivering av Gul ESD (skal normalt ikke forekomme).
- Evakuering ved hjelp av personellkurv skal normalt foregå før Gul ESD er aktivert.

Sikkerhetsfilosofien er etablert på bakgrunn av Oljedirektoratets innretningsforskrift § 31 Brann og Gassdeteksjonssystem med veiledning, ISO 13702 vedlegg B.6 og NORSOK S-001 kapittel 9.2. Etter at filosofien ble utarbeidet i 2002 har NORSOK S-001 blitt revidert og dagens gjeldende standard er NORSOK S-001 rev. 4, Februar 2008. Dagens sikkerhetsfilosofi baserer seg derimot på NORSOK S-001 rev. 3, Januar 2000. Oljedirektoratets innretningsforskrift er også blitt oppdatert siden 2002, og Brann og Gassdeteksjonssystem finner man nå under § 32. Dette har ikke så mye å si for denne oppgaven da veiledningen her viser til bruk av NORSOK S-001 og ISO 13702 slik som den mest sannsynlig også gjorde i 2002.

ISO 13702 vedlegg B.6 forteller kort om hvilke detektorer en bør ha og plassering av disse. Den gjeldende ISO 13702 standarden i dag er en revisjon fra 1999. Denne har med andre ord ikke forandret seg siden sikkerhetsfilosofien ble laget. NORSOK S-001 rev. 3, Januar 2000

kapittel 9.2 forteller bare generelt hva som kreves av brann og gassdeteksjonssystemet og henviser til vedlegg F for en detaljert forklaring. Bildet under viser et utklipp fra standarden og er det eneste som blir nevnt om kranene i hele vedlegg F.

Brann- og gassdeteksjon og avstengning					
Område/rom	Automatisk branneteksjon	Av- stengning	Automatisk gassdeteksjon	Av- stengning	Merknader
Kranmotorrom	Varme eller røyk*	Manuell	Inntak for forbrennings- luft**	NAS** Av-stengning av enhet med 30 sek. tids- forsinkelse	*) Røyk fra elektrisk drevne kraner **) Avhengig av kranplassering

Tabell 3-4 NORSOK S-001, rev. 3, Januar 2000, vedlegg F. Oversikt over kranens nedstengning ved brann- og gassdeteksjon.

Rev. 3, Januar 2000 sier ingenting om hvordan kranen skal håndteres når den er parkert og når den er operativ. Rev. 4, Februar 2008 har kartlagt kranen mer i detalj i forhold til teknisk sikkerhet. Min personlige mening er dermed at ConocoPhillips sin sikkerhetsfilosofi ikke er utarbeidet etter dagens gjeldende standard og muligens er foreldet. Jeg kontaktet Erling Alf Idland som har utarbeidet filosofien og spurte hva som lå til grunn for filosofien og om den ikke var litt gammel. Beskjeden jeg fikk var at det for 10 år siden oftere skjedde systemfeil enn det som er tilfelle i dag og at Avdeling for Teknisk Sikkerhet har fått i oppgave å se på filosofien på nytt. Ved kontakt med avdelingen viste det seg at oppdatering av Sikkerhetsfilosofien ikke var påbegynt.

3.4.2 Diskusjon rundt realiteten for at kranen kjører etter Gul ESD

Har undersøkt og diskutert med både kranoperatører og ingeniører fra sikkerhet- og elektroavdelingene, om det er reelt at kranen kommer til å kjøre på Gul ESD og nødvendigheten for at den skal kunne gjøre det. I min søken har jeg funnet ut at det er mange momenter som skal inntreffe på likt for at denne problemstillingen skal være reel. Hvis plattformen stenges ned automatisk er det flere nedstengningsnivå som inntreffer før Gul ESD.

Kranen skal som tidligere nevnt parkeres med en gang det oppdages gasslekkasje på plattformen, så den vil være parkert lenge før Gul ESD er nådd. Antakeligvis er kranen allerede parkert på Rød ESD. Problemet oppstår når nedstengningen går direkte på Gul ESD. Hvis systemet stenger ned automatisk på Gul ESD, er det tidligere kartlagt at det vil være systemfeil eller menneskelig feil som er årsaken til dette og at det kan føre til både Forsinket og Umiddelbar Gul ESD.

Ved Forsinket Gul ESD er det strøm tilgjengelig i 3 min. Dvs. at elektriske kraner har mulighet til å svinge kranen i en sikker posisjon for nødlåring noe som vil være mulig å utføre selv etter tap av strømforsyningen. Dette kan være kort tid for uerfarne kranførere, men ved løft av personell skal kranføreren i følge NORSOK R-003N ha tilstrekkelig opplæring og minst ett års erfaring som operatør av tilsvarende løfteinnretninger.

Ved løft av materielt utstyr er det ikke utstyret det tenkes mest på dersom plattformen har nådd Gul ESD, så om beste mulighet for å sikre lasten er å dumpe den på sjøen så vil jeg anta at det blir alternativet.

Ved Umiddelbar Gul ESD vil strømforsyningen bli brutt umiddelbart (på sekundet). Det er dermed denne situasjonen som gir de største utfordringene for å få gjennomslagskraft for elektriske krantyper i dag. Enten må gjeldende sikkerhetsfilosofi endres, eller så må det finnes alternative løsninger for å svinge elektriske kraner etter at Umiddelbar Gul ESD inntreffer.

Det finnes alternative løsninger for elektriske kraner. For eksempel kan et manuelt nødkjøringsaggregat som betjenes ved hjelp av en håndpumpe benyttes. Et slikt system vil det selvfølgelig ta litt tid å håndtere, noe som det sannsynligvis ikke er for mye av i en kritisk situasjon. Et annet alternativ kan være en batteribank som kan gi nok kraft til nødkjøring av kranen etter at Umiddelbar Gul ESD er inntruffet. En slik batteribank vil kreve et stort areal noe som det kan være en utfordring å finne plass til på en plattform. Dette er bare et par eksempler på at det finnes alternative løsninger for å kunne svinge elektriske kraner også når all strømforsyning er forsvunnet. Alternative løsninger for nødkjøring av elektriske kraner er noe som kan ses på i et videre studie hvis ikke Avdeling for Teknisk Sikkerhet endrer sikkerhetsfilosofien for kraner som gjelder i dag.

Etter gode diskusjoner internt i ConocoPhillips har jeg forstått det slik at hvis man skal redegjøre for eller forsikre seg om at to eller flere hendelser inntreffer samtidig kan man se bort i fra situasjonen da det ikke vil være relevant at dette kommer til å skje i praksis. Mitt argument er derfor at sikkerhetsfilosofien til ConocoPhillips er i strengeste laget da denne baserer seg på at flere hendelser inntreffer på likt. Først må Umiddelbar Gul ESD inntreffe, deretter må kranoperasjon over helikopterdekk eller MOB båt/løft av personell inntreffe. I utgangspunktet antar jeg at det er liten mulighet for at Umiddelbar Gul ESD inntreffer. Når Umiddelbar Gul ESD inntreffer er dette nedstengningsnivået, som tidligere nevnt, enten utløst manuelt fra CCR eller på grunn av en systemfeil. Hvis det utløses manuelt fra CCR er det

snakk om en alvorlig hendelse, men i de aller fleste tilfellene blir det på et tidligere tidspunkt fanget opp av sikkerhetssystemene til plattformen. Dersom en systemfeil forårsaker Umiddelbar Gul ESD, bør en studie iverksettes for å avgjøre om integriteten til anlegget er tilfredsstillende. Basert på resonnetet over forutsetter jeg at det er lav risiko for at plattformen vil gå på Umiddelbar Gul ESD.

Utgangspunktet med lav risiko for at Umiddelbar Gul ESD inntreffer vil reduseres ytterligere dersom dette til eksempel skjer samtidig med løft av personell og at kranen stopper i en ugunstig posisjon som ikke tillater nødlåring. En forutsetning for bruk av personalløfter at vær, sikt og bevegelse er akseptable i henhold til beskrivelser i både NS-EN 13852-1 og NORSOK R-003N. Videre kommer det frem i NORSOK R-003N at løft av personell i tillegg skal godkjennes av Plattformsjefen, og vedkommende som skal løftes må også gi aksept for dette.

MOB båt går også under betegnelsen løft av personell, men muligheten for at MOB båten henger i kroken på Umiddelbar Gul ESD er liten. MOB båten brukes til å hente opp personell som faller i sjøen. For at det skal skje vil arbeid over åpen sjø være den mest sannsynlige årsaken. Et slikt arbeid skal godkjennes før oppstart. Hvis det utføres arbeid over åpen sjø er sannsynligheten for at en person faller i sjøen og det blir behov for bruk av MOB båt svært liten. Mens alt dette pågår skal plattformen gå ned på Umiddelbar Gul ESD og i tillegg skal kranen stå i en stilling som gjør det umulig og nødlåre.

Noen plattformer er utstyrt med et eget utsetningsarrangement for MOB båtene, en Davit. Båtene er da kun avhengig av at kranen løfter båtene om bord igjen på plattformen. Problemstillingen med at posisjonen til elektriske kraner ikke kan endres forsvinner i dette tilfellet fordi det ved Umiddelbar Gul ESD ikke vil være et alternativ å løfte MOB båten ombord igjen på en plattform som er totalt nedstengt. Det er igjen snakk om dette med flere hendelser som kan inntreffe samtidig.

Ved løfting over helikopterdekk, eller i innflyvningssonen, vil det kunne bli et problem hvis Umiddelbar Gul ESD blir utløst når det brukes elektriske krantyper. Hvis ikke kranen er utstyrt med alternative svingløsninger vil det kunne forhindre bruk av helikopter som et evakueringsmiddel. Forutsetter fortsatt at det er lav risiko for at plattformen blir stengt ned på Umiddelbar Gul ESD. Hvis situasjonen likevel er slik at kranen forhindrer helikopter fra å lande, kan situasjonen tillate bruk av andre evakueringsmidler.

Prioriteringen av evakueringsmidler er i følge NORSOK S-001:

1. Bruforbindelse til andre installasjoner
2. Helikopter
3. Livbåt
4. Redningsstrømpe med redningsflåte

Er plattformen frittstående, altså uten broforbindelse, er det helikopteret som er evakueringsmiddel nummer 1. Etter samtale med Sikkerhetsavdelingen lærte jeg at det til en hver tid er to helikoptre på feltet som reiser mellom plattformene på Ekofisk. Disse to helikoptrene deler i tillegg BP Norge AS og ConocoPhillips på. Det vil ta 5-15 minutter, og maksimalt 30 minutter, å få på plass et helikopter i en evakueringssituasjon. Tiden er avhengig av hvor helikoptrene befinner seg, hvilken plattform som skal evakueres og når på døgnet hendelsen inntreffer. Disse helikoptrene brukes også til syketransport og det har hendt at begge helikoptrene har vært på vei til land samtidig med syketransport. Dette er imidlertid en svært sjelden hendelse.

I hovedevakueringsområdet skal det være nok livbåter til alt personell om bord på plattformen, inkludert dagsbesøkende. I tillegg er det en ekstra livbåt på hver plattform. Det er også installert et tilleggsevakueringssystem i enden av installasjonen i tilfelle en ikke kommer seg til hovedevakueringsområdet (NORSOK S-001). Med andre ord finnes det alltid en alternativ rømningsvei.

3.4.3 Kartlegging av hvilke plattformer som egner seg best for elektriske krantyper

I dag er situasjonen følgende på hver plattform:

Plattform	Broforbindelse	Utsetningsarrangement til MOB båt	Helikopter tilgang	Kran brukes til personelløft
Ekofisk 2/4 J	x	x	-	x ²⁾
Ekofisk 2/4 X	x	-	-	x ²⁾
Ekofisk 2/4 M	x	-	-	x
Ekofisk 2/4 H	x ¹⁾	-	x	x
Ekofisk 2/4 C	x	-	-	x ²⁾
Ekofisk 2/4 Q	Ingen kran på denne plattformen			
Ekofisk 2/4 FTP	Ingen kran på denne plattformen			
Haven	Plattformen er ikke ConocoPhillips sitt ansvar			
Ekofisk 2/4 L	x ¹⁾	-	x	x
Ekofisk 2/4 Z	x	-	-	?
Ekofisk 2/4 K	x ¹⁾	x	x	x
Ekofisk 2/4 B	x	-	-	-
Ekofisk 2/4 A	-	x	x	x
Eldfisk 2/7 A	x ¹⁾	x	x	x
Eldfisk 2/7 FTP	x	-	-	-
Eldfisk 2/7 E	x	-	-	-
Eldfisk 2/7 B	-	-	x	x
Eldfisk 2/7 S	x ¹⁾	-	x	x
Embla 2/7 D	-	x	x	x
Tor 2/4 E	-	-	x	x

x: betyr utstyrt med.

- : betyr ikke utstyrt med.

? : betyr usikkert

1) Boligkvarter er hovedevakueringsområdet, broforbindelsen brukes kun inn til plattformen.

2) Kranen kan brukes til personelløft, men den er ikke prioritert til det arbeidet.

Tabell 3-5 Kartlegging av hvilke plattformer som egner seg best for elektriske krantyper.

Med basis i sikkerhetsfilosofien ConocoPhillips har i dag vil Ekofisk 2/4 J egne seg best for elektriske krantyper da denne plattformen ikke har helikoptertrafikk eller kran som benyttes for løft av personell. I tillegg har Ekofisk 2/4 J også utsettingsarrangement for MOB båt.

De plattformene på Ekofisk feltet som vil egne seg dårligst til bruk av elektriske krantyper er de som har helikopterdekk, mulighet for løft av personell og hvor MOB båten er avhengig av kranen. Dette gjelder plattformene Tor 2/4 E, Eldfisk 2/7 B, Ekofisk 2/4 H, Ekofisk 2/4 L og Eldfisk 2/7 S. På de to nye plattformene Ekofisk 2/4 L og Eldfisk 2/7 S, som er under bygging, er det fortsatt usikkert hvordan funksjonene blir. Sannsynligheten er stor for at både Ekofisk 2/4 L og Eldfisk 2/7 S ikke vil egne seg for bruk av elektriske kraner basert på at begge disse plattformene vil ha helikopterdekk og helikoptertrafikk.

3.4.4 Kartlegging av hvordan Statoil stiller seg til ConocoPhillips` intern krav

Jeg har vært i kontakt med Statoil som i dag har elektro-hydrauliske kraner og spurte hvordan de forholdt seg til sikkerhetsfilosofien ConocoPhillips har om at en kran må være mulig å operere etter at Gul ESD er aktivert. Jeg vil i dette avsnittet benevne Gul ESD for APS som er definisjonen i NORSOK S-001 og den definisjonen Statoil forholder seg til.

Jeg hadde også et møte med Jan Thore Lygren, Specialist Crane & Lifting Technology, i Statoil. Han sa at ved ubekreftet brann og gass sendes det alarm til et eget panel i førerkabinen til kranen. Når denne alarmen går skal lasten sikres og løftet skal avsluttes. Bekreftet gass og brann håndteres på samme måten. I tillegg evakuerer kranfører til boligmodul. Ved gass i luftinntaket til kranen stenges den umiddelbart ned.

Ifølge NS-EN 13852-1 kreves det at alle kraner som brukes til løft av personell har montert et sekundært kraftsystem og et uavhengig kontrollsystem for alle hovedfunksjonene, dvs.; svinging av kranen, heising av bommen og heising av vaieren som lasten henger i. Det kreves at kranen er utstyrt med et sekundært kraftsystem i tilfelle det oppstår feil eller lignende på hovedkraftsystemet til kranen. Statoil følger dette kravet og har derfor utstyrt alle kranene, som benyttes for løft av personell, med et nødkjøringssystem. Dette er levert i Ex-utførelse slik at sikring av lasten kan utføres under faretruende hendelser.

Ved APS aktivering vil UPS ikke kunne levere strøm til kranenes nødkjøringsaggregat hvor kraftbehovet er ca. 35 kW. Nødkjøring etter at APS er aktivert vil dermed bli et problem på både elektro-hydrauliske og helelektriske kraner. Statoil mener at det heller ikke vil være

forsvarlig å operere kranen etter at APS er aktivert. De tror også at sannsynligheten for at det skal bli nødvendig å operere en kran etter aktivering av APS er svært liten. Statoil ser derfor ikke på dette som en problemstilling og dermed heller ikke behovet for et slikt krav. Omtrent halvparten av kranene Statoil i dag bruker utfører løft av personell. Flere av MOB båtene er også avhengig av kranen. De mener det er helt uaktuelt at MOB båten skal brukes når plattformen stenges ned. En kranoperasjon hvor MOB båten enten skal settes ned på sjøen eller tas opp fra sjøen krever signalgiver og beredskapsmann på dekk. Bruk av MOB båt er ikke aktuelt ved nedstengning av en plattform da personell ikke skal oppholde seg på dekk.

3.4.5 Ulempen ved å ha en dieselmotor i drift på en plattform

”Sikkerhetsfilosofi for kraner” som ConocoPhillips har utarbeidet og opererer etter har sett på ulempen ved å ha elektriske kraner ved behov for nedstenging av en plattform. Jeg stiller spørsmål til sikkerheten ved å ha en dieselmotor som er i drift når risikofulle hendelser i form av gassutslipp og brann oppstår på en plattform. I denne sammenhengen har jeg sett på brann episoden som skjedde på Valhall i fjor sommer, den 13.7.2011.

Valhall er et olje og gass felt som ligger sør for Ekofisk, Eldfisk og Embla. BP Norge AS er operatør for dette feltet. Valhall Feltsenter består av plattformene Valhall QP, Valhall DP, Valhall PCP, Valhall WP og Valhall IP. I 2009 ble Valhall PH knyttet til Feltsenteret med broforbindelse til Valhall IP. Bildet under viser en oversikt av Valhall Feltsenter, men før Valhall PH ble tilknyttet.



3.1 Valhall-senteret, f.v. Valhall QP, Valhall DP, Valhall PCP, Valhall WP og Valhall IP. Foto: BP Norge AS.

Valhall feltet er knyttet til Ekofisk feltet gjennom oljerørledning som går fra Valhall PCP til Ekofisk 2/4 J. Valhall PCP er også mottaker for olje og gass som kommer fra olje og gass feltet Hod hvor også BP Norge AS er operatør. Valhall PCP sender gassen direkte i rørledning til Emden I Tyskland (Norsk Oljemuseum, 2007).

Det var på Valhall PCP, som er en produksjons- og kompresjonsplattform, at det oppstod en brann 13.07.2011. Kranmotoren var tilsynelatende årsaken til brannen. Har sett på den offentlige granskningsrapporten i forbindelse med hendelsen som finnes på Ptil sine hjemmesider på internett. Granskningsrapporten sier at det oppstod et akselbrudd i kjølevannspumpen til A-motoren i kranmaskinrommet. Dette førte til at A-motoren mistet kjølevannssirkulasjonen. Kranmaskineriet består av to dieselmotorer, kalt A- og B-motor, som opereres parallelt. I tillegg feilet temperaturfølerne som detekterer temperaturstigning når tap av kjølevann oppstår. Kranføreren mottok aldri noen lydalarm og kranen stengte heller ikke ned som en følge av at temperaturfølerne ikke oppdaget temperaturstigningen.

Temperaturstigningen førte til at motorblokken og eksosmanifolden ble overopphetet. Gjennom eksosrøret ble det blåst ut glødende partikler fra A-motorens kombinerte lydpotte og gnistfanger. Dette som en følge av økt eksostemperatur og muligens fordi eksosmengden økte på grunn av innblandet vanddamp. Det viste seg i etterkant at den kombinerte lydpotten og gnistfangeren var i svært dårlig tilstand på grunn av korrosjon. De glødende partiklene fra eksosrøret ble blåst mot et område med atmosfæriske avluftingsrør. Disse avluftingsrørene sørger for ventilering av brennbare gasser fra kompresjonsmodulene på Valhall PCP til atmosfæren. De brennbare gassene ble antent og det oppstod en brann med flammer på ca. 2 meter. CCR fikk beskjed om brannen og kompressorene ble stengt ned umiddelbart.

Fordi Valhall PCP ikke har lavtrykksfakkell ble trykkavlastningen av kompressorhuset koblet over fra fakkell til avluftingsrørene. Dette forårsaket oppblussing av brannen på grunn av den økte gassmengden i avluftingsrørene. En flammedetektor på Valhall WP detekterte brannen da den blusset opp. Dette førte til at Valhall PCP ble stengt ned på ESD2. Den normale strømforsyningen ble stengt ned og nødkraftanlegget ble automatisk startet opp.

Kranmaskineriet stoppet som en konsekvens av at den normale strømforsyningen forsvant. Det var fordi et spjeld i lufttilførselen til både A- og B-motoren ble stengt. Kranføreren prøvde å starte opp kranen igjen for å parkere den forsvarlig før han mønstret. Dette gikk ikke og han tok en kikk i maskinrommet for å se hva som var årsaken til at han ikke klarte å starte

kranen igjen. Der oppdaget han at maskinrommet var fylt med en blå svart røyk og han så en åpen flamme av lighter-størrelse på en pakning på dyse for dieselinnsprøyting til motor A. Han fikk slukket brannen med en hanske før han gikk til mønstringsstasjonen (Petroleumstilsynet 2012).

Konsekvensene av ulykken var brann i avluftingsrør og havari av kranmotor A. I tillegg var produksjonen på Valhallfeltet nedstengt i ni og en halv uke. Ingen personer ble fysisk skadet. De potensielle konsekvensene kunne vært at brannen i kranmotoren ikke hadde blitt oppdaget noe som kunne ført til en dieselbrann. Den defekte gnistfangeren har ført til at en mulig antennelseskilde har vært til stede over gasskjølerne når kranen har vært i drift. Det er ikke installert gassdetektorer over gasskjølerne på Valhall PCP, så den eneste gassdetektoren som ville fanget opp lekkasje fra gasskjølerne er den som er plassert i ventilasjonsuttaket fra kranmaskinrommet. Hadde en gasslekkasje fra gasskjølerne blitt antent ville det vært snakk om en potensiell storulykke. Ingen av avluftingsrørene var utstyrt med flammesperre. Bekymring for om flammene kunne slå tilbake i de tilkoblede tankene var også tilstede (Petroleumstilsynet, 2012).

Etter hvert som teknologien for å utvinne mer olje og gass fra eksisterende felter har blitt bedre og ved stadig bedre kontroll av brønnene har levetiden til Valhallfeltet økt. En regner i dag med at det vil kunne være produksjon på Valhallfeltet helt frem til år 2050 (Norsk Oljemuseum, 2007).

I følge granskningsrapporten til Ptil vedrørende brannen på Valhall PCP kommer det frem at prosjekter for utbedring og oppgradering har hatt lav prioritet og de beslutningene som er blitt tatt er preget av at innretningen har kort gjenværende levetid. Rapporten angir også at vedlikeholdsprogram og utførelsen av vedlikehold ikke er blitt tilpasset innretningens og utstyrets alder og tilstand. Noe som viser seg å være tilfellet ved at to barriereelementer ikke fungerte på grunn av manglende vedlikehold. De to barriereelementene var gnistfangeren og maskinbeskyttelse, hvor maskinbeskyttelsen gjelder alarmsystemet til kranen.

Det var flere årsaker som førte til at brannen oppstod. Man kan argumentere med at det var menneskelige feil som førte til at hendelsen oppsto fordi vedlikeholdet ikke var utført, selv om det var avlagt rapport på at det var feil på alarmsystemet til kranen og fordi andre komponenter ikke inngikk i vedlikeholdsprogrammet. Etter å ha lest rapporten sitter jeg igjen

med inntrykket av at det var en kombinasjon av menneskelige feilvurderinger og gammelt utstyr som var hovedårsaken til at hendelsen oppstod.

Ulykken viser at det er mulig at mange uønskete og uforutsette hendelser kan inntreffe samtidig selv om en tror at mulighetene for at noe slik skal forekomme er minimale. I denne ulykken viser det seg at det var kranmotoren som var årsaken til at ulykken skjedde kombinert med at flere hendelser inntraff samtidig. Det var branndeteksjonssystemet på naboplattformen som fanget opp brannen i tråd med øyenvitner.

Denne hendelsen på Valhall mener jeg stiller dieseldrevne kraner i et negativt lys, for det er mulig at det kan gå virkelig galt. Nå har det aldri vært et tema at denne kranen kunne vært installert med en elektromotor i stedet for en dieselmotor, og det er umulig å si hvilke konsekvenser en elektromotor kunne ha forårsaket. Denne hendelsen kunne muligens vært unngått hadde kranen vært utstyrt med en elektromotor.

3.4.6 Forslag til vurderinger Teknisk sikkerhet avdelingen kan se på ved revurdering av "Sikkerhetsfilosofi for kraner"

Når Avdeling for Teknisk Sikkerhet skal se på sikkerhetsfilosofien til ConocoPhillips på ny bør de kartlegge hvilke faretruende situasjoner som kan oppstå ved bruk av både en elektromotor og en dieselmotor og hvor ofte slike situasjoner kan oppstå. I tillegg bør nødvendigheten ved at kranen fortsatt er mulig å operere, kontra faren ved å ha en dieselmotor gående etter at Gul ESD er aktivert belyses. Sannsynligheten for at Umiddelbar Gul ESD inntreffer samtidig som flere løftekritiske kranoperasjoner pågår bør også ses nærmere på, og det bør gjerne fremlegges noen sannsynlighetsestimater på dette.

For å estimere sannsynlighetene bør risikoene med hver av de aktuelle kran typene vurderes opp mot hverandre. De forskjellige risikoene bør vurderes opp mot konsekvenser med de fordelene og ulempene den enkelte kran type representerer. Denne risikovurderingen bør også danne grunnlag for avgjørelsen om helelektriske kraner bør vurderes for fremtidige prosjekter.

I dette kapitlet har jeg prøvd å belyse hvordan nedstengningsnivåene påvirker kranen, og mulighetene for at de forskjellige nedstengningsnivåene inntreffer. Det er ikke regnet på sannsynligheter for disse tilfellene. Avdeling for Teknisk Sikkerhet vil kanskje gjøre noen beregninger på sannsynlighetene for at forskjellige hendelser vil inntreffe og gjøre noen risikovurderinger for å kartlegge hvilke hendelser som er verst.

3.5 Har ConocoPhillips tilstrekkelig kraft til elektriske krantyper?

Når kartleggingen av tilgjengeligheten på elektrisk kraft i Ekofisk-området i dag er belyst har jeg jobbet tett opp mot elektroingeniøravdelingen. Har fått opplyst at det i dag er ca 8 MW disponibel elektrisk kraft på hele Ekofisk-området utover det normale kraftforbruket. Beregningene er utført på grunnlag av historiske data og gjennomsnittsberegninger av disse. Det er ikke foretatt noen operasjonelle sensitivitetsberegninger. Etter 1.juni 2012 er det planlagt å regne på dette på ny og da skal operasjonelle sensitivitetsbetraktninger tas med, utføres for å få resultatene til å gjenspeile den operasjonelle virkeligheten med tanke på kraftforbruk.

3.5.1 Kartlegging av generatorkapasitet

Kartleggingen baseres på muntlig informasjon fra EIT avdelingen hos ConocoPhillips. Ekofisk feltet er utstyrt med følgende generatører:

- Ekofisk 2/4 J er utstyrt med 2 x 20 MW gassturbingeneratører
- Ekofisk 2/4 K er utstyrt med 3 x 3,8 MW gassturbingeneratører.

Hovedstrømforsyningen på Ekofisk feltet kombineres normalt med at begge generatørene på Ekofisk 2/4 J er i drift samtidig med én av de tre på Ekofisk 2/4 K. Ekofisk feltet deler strøm mellom plattformene ved hjelp av strømkabler som ligger i sjøen og strømkabler som ligger på bruene mellom plattformene. De resterende gassturbingeneratørene på Ekofisk 2/4 K kan brukes som reserve, dersom en av generatørene på Ekofisk 2/4 J er utilgjengelig for eksempel ved vedlikehold. Når Ekofisk 2/4 L blir installert vil den være utstyrt med 2 x 2 MW dieselgeneratører som vil fungere som reservegeneratører ved et eventuelt brudd i strømforsyningen fra Ekofisk 2/4 J

På Eldfisk-senteret er hovedgeneratørene plassert på Eldfisk 2/7 E. Følgene generatører brukes:

- 1 dampgenerator (steamgenerator), tilfører 8 MW i dag, men vil kunne tilføre 10,3 MW etter oppgradering i 2013/2014
- 1 gass/diesel (hybrid) generator, tilfører 4,5 MW i dag, men vil kunne tilføre 5,5 MW etter oppgradering i 2013/2014

Eldfisk-senteret deler strøm mellom plattformene ved hjelp av strømkabler som ligger på bruene mellom plattformene. Det finnes også 2 x 2,2 MW diesel generatorer på Eldfisk 2/7 A som kan brukes som reserve dersom en av generatorene på Eldfisk 2/7 E ikke er tilgjengelig for eksempel ved vedlikehold. Generatorene på Eldfisk 2/7 A vil imidlertid bli stengt ned når Eldfisk 2/7 S kommer i drift i 2015. Eldfisk 2/7 S er planlagt utstyrt med 2 x 2 MW dieselgeneratorer.

Eldfisk 2/7 B er utstyrt med 2 x 1,2 MW dieselgeneratorer. Ved normale driftforhold er den ene operativ, mens den andre fungerer som reserve.

Embla-feltet får strømforsyningen sin fra Eldfisk 2/7 E gjennom en strømkabel som ligger i sjøen. Embla 2/7 D er i tillegg utstyrt med en dieselgenerator med en kapasitet på 0,88 MW som brukes som reserve i tilfelle de mister hovedstrømforsyningen sin fra Eldfisk 2/7 E.

Tor-feltet er utstyrt med 1 x 1,2 MW dieselgenerator. Når denne generatoren vedlikeholdes sendes det ut en midlertidig dieselgenerator som gir strømforsyning til plattformen.

3.5.2 Kartlegging av effektbehovet til hver krantype

Tabellen under er basert på opplysninger fra NOV. Den helelektriske kranen har et lavere kraftbehov enn den elektro-hydrauliske kranen på grunn av at den har høyere virkningsgrad da man slipper tapet i hydraulikksystemet. Tilgjengelig effekt er høyere enn forbrukereffekten. Dette kommer av at det er installert flere motorer på vinsjene og på svingmaskineriet enn det som blir brukt til en hver tid. Poenget er at driften av kranen opprettholdes hvis en motor svikter.

KRANTYPE	EFFEKTBEHOV	18 kraner i Ekofisk-området. Sum effektbehov
Helelektrisk	0,5 MW	9,5 MW
Elektro-hydraulisk	0,6 MW	11,4 MW
Diesel-hydraulisk	0,024 MW	0,456 MW

Tabell 3-6 Effektbehovet til de tre forskjellige krantypene.

I skrivende stund er det 19 kraner som er operative i hele Ekofisk-området. Området er i stadig forandring, dvs. at det er planlagt installering av nye plattformer samtidig som andre skal legges ned. Kort oppsummert vil det etter dagens planer innen 2015 være installert 3 nye plattformer (Ekofisk 2/4 L, Ekofisk 2/4 Z og Eldfisk 2/7 S) og 5 skal legges ned (Ekofisk 2/4 Q, Ekofisk 2/4 FTP, Ekofisk 2/4 A, Ekofisk 2/4 H og Ekofisk 2/4 E(Tor)) (Anita Baugstø, Sr. Development Engineer).

Ved installering av de 3 nye plattformene vil det bli installert 4 nye kraner, men det forsvinner også 3 kraner som i dag befinner seg på de 5 plattformene som skal legges ned. Dvs. at antall kraner i Ekofisk-området i 2015 er 20 kraner. Etter dagens planer skal i tillegg Eldfisk 2/7 B legges ned i 2020, dvs. at ytterligere 2 kraner blir lagt ned. Den totale effekten som kranene vil kreve må dermed justeres etter hvert som planene blir realisert.

I følge de opplysningene jeg sitter med i dag finnes det 8 MW disponibel elektrisk kraft i Ekofisk-området. Fra tabellen over kan en se at selv med fratrek av kraftforsyningen de diesel-hydrauliske kranene bruker, finnes det ikke nok kraft til å få installert noen av de elektriske kranene. Det de diesel-hydrauliske kranene trenger av elektrisk kraft er i hovedsak for varme og ventilasjonsanlegg, kommunikasjonsanlegg og lignende.

Sikkerhetsfilosofien til ConocoPhillips, som ble kartlagt i forrige delkapittel, sier at det skal være mulig å operere kranene etter at plattformene er stengt ned og all kraftforsyning er stoppet. Som tidligere kartlagt må denne filosofien endres før det kan bli aktuelt med elektriske kraner og før det blir aktuelt å se nærmere på den elektriske kraftforsyningen i Ekofisk-området.

Kraftbehovet til kranene er kartlagt ut ifra hva de behøver når de er fullt operative. Ved nødkjøring brukes nødaggregatet på de elektriske kranene. De diesel-hydrauliske kranene er også, som nevnt tidligere, installert med nødkjøringsaggregat i tilfelle hovedkraftforsyning forsvinner/svikter. Nødkjøringsaggregatene vil være like store kapasitetsmessig for alle kranene og kan derfor ses vekk fra i kraftbehovet da dette behovet allerede er dekket i dag for de diesel-hydrauliske kranene.

Ved 8 MW disponibel elektrisk kraft vil det i teorien være mulig å forsyne noen elektriske kraner med kraft, men ikke alle de 19 kranene som er i drift i dag. Hvis alle 19 kranene skal være elektriske vil de være avhengige av at noen må være parkert når andre skal brukes.

Dette blir for komplisert. Det er også viktig å tenke på at 8 MW er et estimert tall og kan avvike fra virkeligheten da det ikke er tatt hensyn til sensitivitetsberegninger.

3.5.3 Fremtidige planer angående kraftforsyning til Ekofisk-området

Disponibel kraft på det enkelte felt er ikke kartlagt i dag, kun den disponible kraften i hele Ekofisk-området. Dette fordi det planlegges installert en strømkabel som vil knytte Eldfisk og Ekofisk feltene sammen. Denne strømkabelen vil komme i drift omtrent samtidig som Eldfisk 2/7 S kommer i drift i 2015. Elektroingeniørene har dermed ikke fokusert på utregninger av disponibel kraft på hvert felt da de ikke har sett hensikten med dette.

Den nye strømkabelen som vil knytte feltene sammen vil sørge for at det blir høyere fleksibilitet blant annet i forbindelse med vedlikehold, men den vil ikke tilføre mer kraft til området.

I forbindelse med at det installeres nye plattformer vil hovedgeneratorene på Eldfisk senteret oppgraderes, se under delkapittelet "Kartlegging av generatorkapasitet" for å få inntrykk av hvor stor økningen vil bli. Det kunne vært installert hovedgeneratorer på de nye plattformene, men da måtte de vært bygget større.

Hvis sikkerhetsfilosofien som ConocoPhillips opererer med i dag endres vil det kunne bli aktuelt å se på alternative løsninger for å forsyne Ekofisk-området med mer elektrisk kraft. En slik løsning kan være å legge strømkabel fra land. Dette er allerede i dag under vurdering og rapporten heter "Power from Shore to Ekofisk". Dette er et studie myndighetene har krevd gjennomført, og rapporten blir levert 1.juni 2012. Hvis dette studiet går igjennom vil det være positivt for bruk av de elektriske kranstypene, men er i skrivende stund ikke noe en kan ta stilling til. Rapporten er også "hemmelighetsstemplet" slik at jeg ikke har fått innsyn i den.

Blir det ikke gjennomslag for elektrifisering av Ekofisk-området fra land, må en i tilfelle se på andre alternativer. Det vil da være naturlig å produsere mer elektrisk kraft ved hjelp av generatorer, og problemstillingene en da må se på er valg av generatorer med tanke på miljøvennlighet, plass til generatorene og eventuelt hvilke generator typer som produserer mest elektrisk kraft, hvis det er forskjell på det. Noen generatortyper kan være diesel-, gass-, eller dampgenerator. Fordelene med gassgeneratorene er at de vil få forsyning av gass direkte fra feltet, mens dieselgeneratorene må få diesel fraktet fra land.

Dampgeneratoren som er plassert på Eldfisk 2/7 E er miljøvennlig for den bruker spillvarme fra eksos fra kompressortogene. Denne generatortypen vil være den mest miljøvennlige av de typene jeg kjenner til, men ved bruk av denne typen forutsettes det at det finnes nok spillvarme på plattformene som kan benyttes.

Ved andre generatortyper bør en måle CO₂-utslipp og sammenligne med CO₂-utslippene til kranen. Virkningsgraden til de ulike generatortypene bør også måles og sammenlignes opp mot hverandre. Det å finne plass til nye generatorer vil også bli en utfordring. I dag er det svært lite eller ingen tilgjengelig plass på eksisterende plattformer til plasskrevende utstyr.

Fremtidig strømforsyning til Ekofisk-området er noe jeg anbefaler på det sterkeste det utføres et fordypningsstudie på, hvis "Sikkerhetsfilosofi for kraner" blir forandret etter at Avdeling for Teknisk Sikkerhet sett på denne filosofien på nytt.

4 Vedlikehold

4.1 Kartlegging av hva Standardene og Opplæringsmanualene sier om vedlikehold

4.1.1 NORSOK R-003N Sikker bruk av løfteutstyr

”Tid er penger” er et velkjent uttrykk for de fleste av oss. Uttrykket vil jeg tolke på den måten at en bør utnytte tiden best mulig. Angående vedlikehold av offshorekraner så mener jeg at jo mindre tid en bruker på vedlikehold jo oftere er kranen operativ.

Vedlikeholdsoppgaver er ofte tidkrevende og i tillegg koster det en del penger både i form av kostnader for materiell og arbeidsutførelse. NORSOK R-003N definerer vedlikehold som følger: ”Vedlikehold er en kombinasjon av alle tekniske, administrative og ledelsesmessige tiltak gjennom utstyrets levetid med hensikt på å gjenopprette eller føre utstyret tilbake til en tilstand der det kan utføres tiltenkte funksjoner. Vedlikehold kan bestå av forebyggende aktiviteter, overvåking, inspeksjon, prøving, reparasjon, utskifting, orden og renhold.” Videre sier NORSOK R-003N at vedlikehold skal utføres i samsvar med produsentenes instruksjer. Det er også viktig å sjekke at alle funksjoner er tilbakestillt til normal drifttilstand etter at vedlikeholdsarbeid er utført. NORSOK R-003N anbefaler at operatør av løfteinnretningen utfører en brukssjekk.

På komplekse løfteinnretninger som offshorekraner skal det, i følge NORSOK R-003N, utføres ”før-jobb-samtale” med de involverte arbeiderne ved større vedlikeholdsaktiviteter og før kontroller utført av sakkyndig virksomhet. Utføres det i tillegg prøving utover det som er beskrevet i programmet bør det utføres en SJA (Sikker Jobb Analyse). Den sakkyndige virksomheten utfører følgende kontroller:

- Kontroll ved oppstart av ny løfteinnretning
- Periodisk kontroll
- Kontroll etter at innretningen har vært ute av drift i lengre perioder
- Kontroll etter skade eller vesentlig ombygging
- Kontroll ved forlengelse av levetid

4.1.2 NS-EN 13852-1 Cranes-Offshore cranes-Del 1: General-purpose offshore cranes

Etter å ha studert NS-EN 13852-1 står det et lite avsnitt om vedlikehold i Kap. 7.3. Dette kapitlet forteller det samme som NORSOK R-003N at produsenten skal oppgi, i instruksjonene til kranen, de nødvendige periodiske kontrollene som skal utføres og det skal særlig tas hensyn til de termiske effektene.

De termiske effektene er blant annet varme fra fakkell, avbrenningsbom og turbineksos. Spesielt vaierne er utsatt for disse varmpåkjenningene. De termiske effektene blir begrenset gjennom valg av smøremidler, og inspeksjons- og utskiftningsintervaller. NS-EN 13852-1 lister også opp aktiviteter som bør utføres med tanke på vedlikehold, men spesifiserer også at vedlikeholdet ikke skal begrense seg til kun de oppgitte aktivitetene. Eksempler på noen av disse aktivitetene er:

- Utskiftning av vaiere
- Utskiftning av bom eller forandring av bom stilling
- Utskiftning av drivmotor/kraftkilde og girkasser
- Utskiftning av vinsjer og tromler
- Inspeksjon eller utskiftning av svingkranslager
- Utskiftning eller justering av bremseklosser/bånd

4.1.3 G5 Kursmanual teoretisk del for offshorekraner

I G5-manualen står det at kranoperatøren og vedlikeholdspersonell skal ha lest, forstått og følge kravene som er satt av kranprodusenten for at de skal kunne bruke å arbeide på kranen. Kranprodusenten formidler kravene sine gjennom manualene ”Teknisk beskrivelse” og ”Operasjonsinstruksjoner”. Kravene produsenten stiller er satt for å sikre kranoperatøren og annet personells sikkerhet ved bruk av kranen. G5-manualen henviser også til vedlikeholdsmanualen til kranprodusenten når det angår beskrivelse av vedlikeholdsrutiner og kartlegging av vedlikeholdsintervallene.

4.1.4 Operasjonsinstruksjoner på kranen

Det er også nevnt i G5-manualen at det skal utføres daglig kontroll av kranen, både før og etter start. I Operasjonsinstruksjonen til kranen, som er utarbeidet av NOV, finnes følgende daglige sjekklister for dieselmotor og elektromotor:

Tabell 2.1 Daglig sjekkliste DIESELMOTOR

	Uke:	Dato						Anmerkninger:	
F Ø R S T A R T	VISUELT:								
	Struktur	OK							
	Oljelekkasjer	OK							
	Tau/skiver/krok	OK							
	Maskineri/lekkasje	OK							
	Timeteller	timer						CCD	
	OLJE NIVÅ:								
	Vinsjgear, Heis hovedløft/hjelpeløft)	OK						Nivåglass	
	Sek. brems, Heis (hovedløft/hjelpeløft)	OK						Nivåglass	
	Vinsjgear, Bomheis	OK						Nivåglass	
	Sek. brems, Bomheis	OK						Nivåglass	
	Sving gear (x2)	OK						Nivåglass	
	Fordelingsgear	OK						Peilepinne	
	Smøreolje, dieselmotor	OK						Peilepinne	
	Dieseltank nivå	%						CCD	
	Hydraulikk tank nivå	OK						Nivåglass	
	AKKU TRYKK:								
	Akk. Nød. N2 (770)	20 ± 2 bar							Dren 850.11
	Akk. Brems N2 (790)	85 ± 2 bar							Dren 420.15
	Akk. Heismotor N2 (329)	15 ± 2 bar							
TEMPERATUR:									
Kjølevæske	20 - 98 °C							CCD	
Hydraulikk tank	15 - 50 °C							CCD	
INSTRUMENT:									
Lastindikator	OK								
Grenser/overskip	OK								
Lampetest	OK								
TRYKK:									
Matetrykk, Heis	20 + 5 bar							Digital indikator	
Matetrykk, Bom	20 + 5 bar							Digital indikator	
Matetrykk, Sving	20 + 5 bar							Digital indikator	
Hjelpetrykk	200 ± 5 bar							Indikator	
Smøreolje, trykk	2,5–5,0 bar								
Brennolje, trykk	4,5–6,5 bar								
Akk. Nød. (770)	200 ± 5 bar							Indikator	
Akk. Brems (790)	200 ± 5 bar							Indikator	
Akk. Heis motor (329)	20 + 5 bar							Indikator	
FILTER:(Min30°C)									
Lekkoljefilter (714)	OK							Indikator	
Lekkoljefilter (715)	OK							Indikator	
Hjelpetrykkfilter (753)	OK							Indikator	
Matetrykkfilter, heis (306)	OK							Indikator	
Matetrykkfilter, bomheis (206)								Indikator	
Matetrykkfilter, sving (106)								Indikator	
Kjølekrets, filter (754)	OK							Indikator	
Pustefilter på tank (711)	OK							Indikator	
Retur filter (757)	OK							Indikator	
Sirkulasjonsfilter (752)	OK							Manometer	
Brennolje, forfilter								Sjekk for vann	
Fordelingsgear, filter (901)	OK							Indikator	
	Sign								

Tabell 4-1 Daglig sjekkliste på en dieselmotor. Tabell er fra Operasjonsinstruksjonen.

Tabell 2.1 Daglig sjekkliste ELEKTROMOTOR

	Uke:	Dato							Anmerkninger:	
F Ø R S T A R T	VISUELT:									
	Struktur	OK								
	Oljlekkasjer	OK								
	Tau/skiver/krok	OK								
	Maskineri/lekkasje	OK								
	Timeteller	timer							CCD	
	OLJE NIVÅ:									
	Vinsjgear, Heis (hovedløft/hjelpeløft)	OK							Nivåglass	
	Sek. brems, Heis (hovedløft/hjelpeløft)	OK							Nivåglass	
	Vinsjgear, Bomheis	OK							Nivåglass	
	Sek. brems, Bomheis	OK							Nivåglass	
	Sving gir (X2)	OK							Nivåglass	
	Fordelingsgear	OK							Peilepinne	
	Hydraulikk tank nivå	OK							Nivåglass	
	AKKU TRYKK:									
	Akk. Nød. N2 (770)	20 + 5 bar								Dren 850.11
	Akk. Brems N2 (790)	105 ± 5 bar								Dren 420.15
	Akk. Heismotor N2 (395)	15 ± 2 bar								
	TEMPERATUR:									
Hydraulikk tank	15 - 50 °C								CCD	
INSTRUMENT:										
Lastindikator	OK									
Grenser/overskip	OK									
Lampetest	OK									
TRYKK:										
Matetrykk, Heis	20 + 5 bar									
Matetrykk, Bom	20 + 5 bar								Digital indikator	
Matetrykk, Sving	20 + 5 bar								Digital indikator	
Hjelpetrykk	200 ± 5 bar								Digital indikator	
Akk. Nød. (770)	200 ± 5 bar								Indikator	
Akk. Brems (790)	200 ± 5 bar								Indikator	
Akk. Heis motor (395)	20 ± 2 bar								Indikator	
FILTER:(Min30 °C)										
Pustefilter på tank (707)	OK									
Lekkolje filter (710)	OK									
Lekkolje filter (711)	OK									
Hjelpetrykk filter (755)	OK									
Matetrykk filter (756)	OK									
Retur filter (757)	OK									
Fordelingsgear, filter (903)	OK									
Sirkulasjonsfilter (795)	OK									
	Sign									

Tabell 4-2 Daglig sjekkliste på en elektromotor. Tabell er fra Operasjonsinstruksjonen.

Fra de to foregående tabellene ser vi at sjekklisten for dieselmotoren er litt lenger enn sjekklisten for elektromotoren. Under sjekk *før start* er det tre ekstra sjekkpunkter på dieselmotoren, og det gjelder følgende punkter:

Oljenivå

- Smøreolje, dieselmotor
- Dieseltank nivå

Temperatur

- Kjølevæske

Under sjekk *etter start* er det fire ekstra sjekkpunkter for dieselmotoren kontra sjekklisten for elektromotoren, disse punktene er:

Trykk

- Smøreolje, trykk
- Brennolje, trykk

Filter

- Kjølekrets, filter
- Brennolje, forfilter

Det er i tillegg i Operasjonsinstruksen skrevet litt mer detaljert om hvert sjekkpunkt i de foregående sjekklister med henvisning til Vedlikeholdsinstruksjonen som forklarer hvordan de forskjellige aktivitetene skal utføres så lenge det er mer en visuell inspeksjon.

Operasjonsinstruksene forteller også hvordan man starter og stopper de forskjellige motorene. Her er det også litt mer å stri med når det gjelder dieselmotoren. Det står ingenting om hva problemet kan være hvis en ikke får start på elektromotoren, det er kun sagt at det brukes en mykstarter slik at strømmettet ikke blir overbelastet.

Hvis en derimot ikke får start på dieselmotoren kan det være flere årsaker til det. Enten at strømforsyningen er borte eller at batteriet er utladet. Ved strømsvikt kan motoren startes fra maskinhuset. Er batteriet utladet må det lades eller byttes for å få start på motoren igjen. Når motorene skal stoppes kan en elektromotor stoppes umiddelbart, mens en dieselmotor må gå på tomgang uten belastning i 4-5 minutter slik at den blir nedkjølt før den stoppes. Grunnen til

tomgangskjøring er at dersom en turboladet motor stoppes ved full hastighet kan turboladeren bli skadet. Skaden skjer fordi turboladeren vil rotere videre etter at motoren er stoppet, rotasjonen vil da fortsette uten at lagrene får smørning.

4.2 Vedlikeholdsinstruksjonen til NOV

Både NORSOK R-003N, NS-EN 13852-1 og G5-manualen henviser til kranprodusentens vedlikeholdsmanual for kartlegging av komponentbytte og periodisk vedlikehold. Har dermed sett nøyere på Vedlikeholdsinstruksjonene til NOV. Denne instruksjonen kartlegger kun diesel-hydrauliske og elektro-hydrauliske kraner. Har separat fått tilsendt oversikt fra NOV over komponentbytter og en tabell over periodisk vedlikehold som angår helelektriske kran typer.

I Vedlikeholdsinstruksjonen til NOV er vedlikeholdsaktivitetene og intervallene av dem basert på FMECA analyser og på de erfaringene NOV avdeling Molde har tilegnet seg gjennom mange år som kranprodusent. Å drive vedlikehold baserer seg ikke kun på å oppnå maksimal operasjonstid, men også på å opprettholde nødvendig sikkerhet ved bruk av kranen.

For å oppnå både maksimal operasjonstid og opprettholde den nødvendige sikkerheten anbefaler NOV at vedlikeholdsaktivitetene blir utført i henhold til de intervallene som er oppført i vedlikeholdsmanualen. Intervallene blir ofte nevnt i driftstimer og måneder/år, og det intervallet som oppnås først av disse benevnelsene er det som skal følges.

Vedlikeholdsinstruksjonene til NOV fremstiller smørekart for elektro- og dieselmotor, tabeller over oljespesifikasjoner for både elektro- og dieselmotor, tabeller for periodisk vedlikehold av elektro- og dieselmotor, anbefalt komponent bytte og kontrollintervallene for de ulike funksjonene; AOPS, MOPS, CT, og inspeksjonsintervall til fordelingsgiret.

4.2.1 Kontroll av ulike funksjoner

Det skal utføres årlig kontroll av AOPS, MOPS og CT funksjonene, mens fordelingsgiret skal inspiseres hvert fjerde år. Disse kontrollene og inspeksjonen av fordelingsgiret skal utføres av kvalifisert personell. Med det menes personell med tilstrekkelig erfaring og opplæring i henhold til relevante standarder, skadeforebyggende regelverk og driftstilstand.

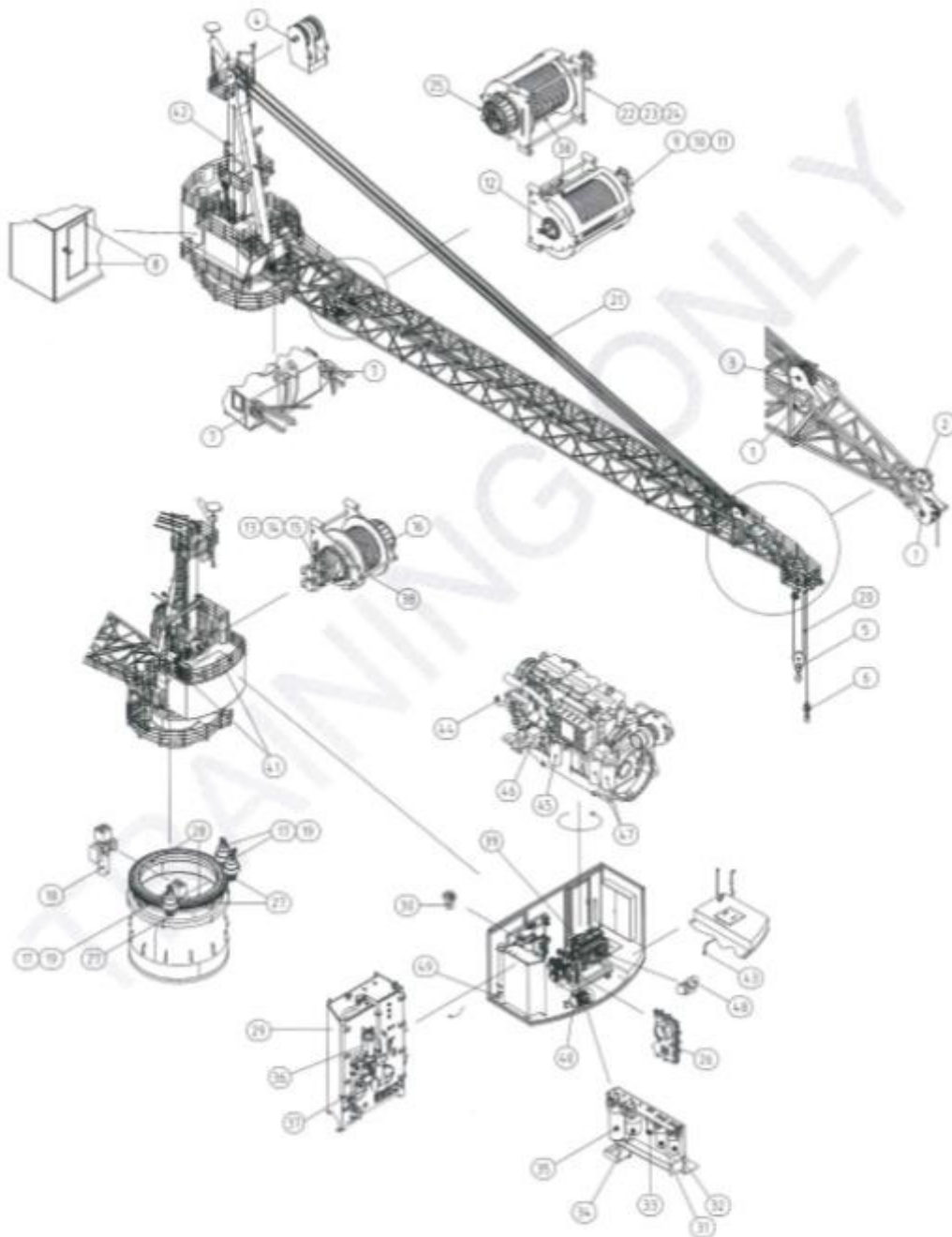
4.2.2 Oljespesifikasjoner

Oljespesifikasjonene som blir nevnt i Vedlikeholdsmanualen anbefaler forskjellige oljetyper og smøremidler som bør brukes på de forskjellige delene i kranen. Delene er eksempelvis hydraulikksystemet, fordelingsgir, andre typer gir, svingkranslager, motorolje til dieselmotoren og smørefett til elektromotoren, ståltau og lignende. Dermed har NOV tatt

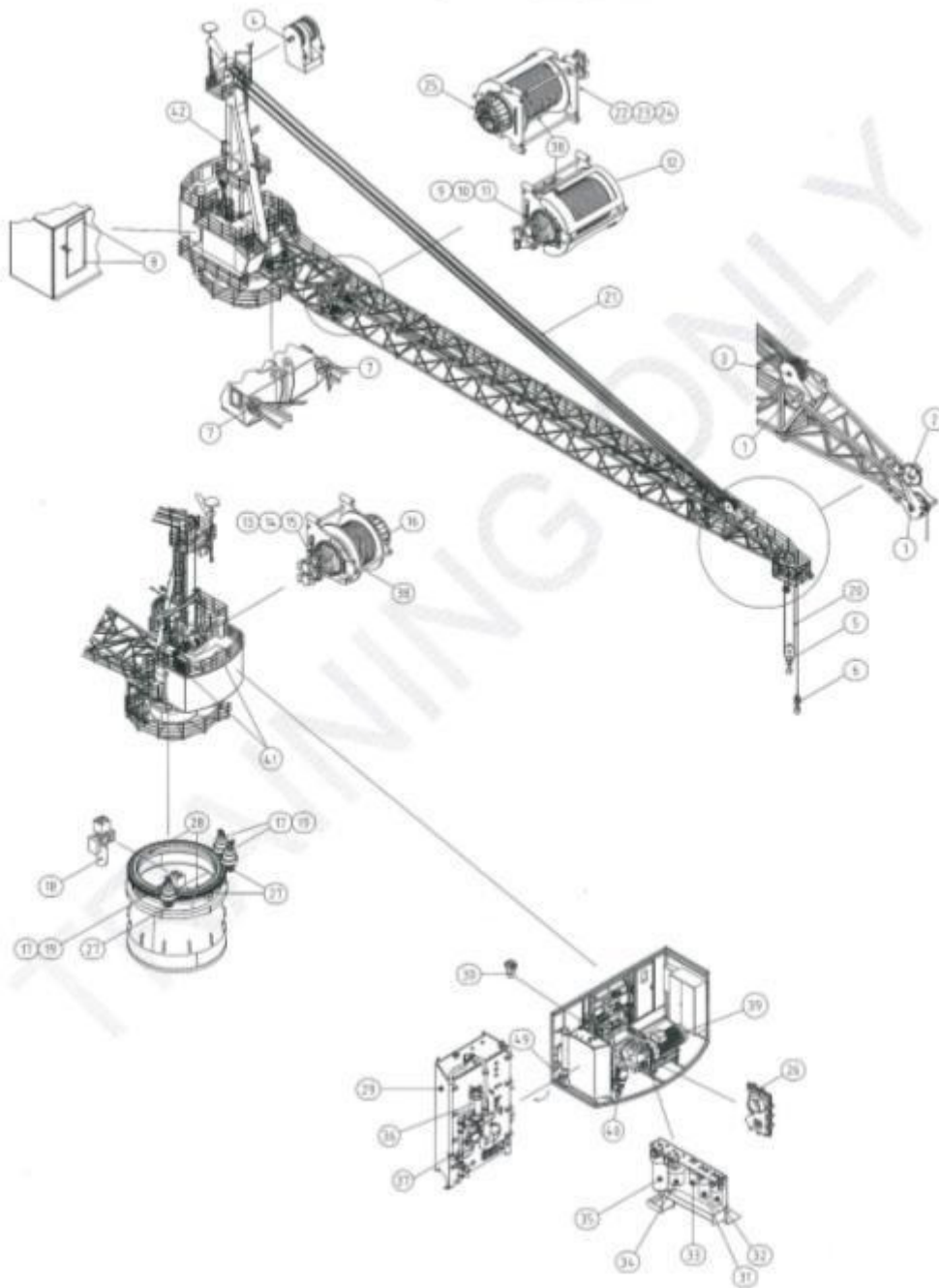
hensyn til de termiske effektene, og angitt type smørefett for vaierne, bomlager etc. som NS-EN 13852-1 nevner i sine vedlikeholdsinstrukser.

4.2.3 Smørekart

Nedenfor vises eksempler på smørekart for en dieselmotor og for en elektromotor. Bildene er hentet fra Vedlikeholdsinstruksjonen til NOV.



4.1 Smørekart for en dieselmotor. Figur fra Vedlikeholdsinstruksjonen.



4.2 Smørekart for en elektromotor. Figur fra Vedlikeholdsinstruksjonen.

4.2.4 Periodisk vedlikehold

Det er flere komponenter på kranene som behøver periodisk vedlikehold. Med tanke på forskjellene til de tre kran typene har jeg kun tatt med utdrag fra vedlikeholdstabellene over de komponentene som skiller kranene. Fokuset er ikke å se på det samlede vedlikeholdet på hver kran type, men sammenligne hvilken kran type som trenger mest vedlikehold og få en oversikt over hvor mye ekstra vedlikehold det dreier seg om. Vedlikeholdstabellene for diesel-hydrauliske og elektro-hydrauliske kraner er hentet fra Vedlikeholdsinstruksjonen til NOV, mens vedlikeholdstabellen over helelektriske kraner er mottatt fra NOV etter spesifikk henvendelse. Numrene som er spesifisert i den ytterste kolonnen på venstre side er referanser til punktene på smørekartene. Kolonnen nest ytterst til venstre refererer til kapitelnummeret i Vedlikeholdsinstruksjonen som forteller detaljert om arbeidsbeskrivelse til aktiviteten.

Ved sammenligning av kran typene har jeg sett på to kraner om gangen, hvor jeg starter med diesel-hydrauliske og elektro-hydrauliske kraner. I hovedsak er det selve motoren som er den store forskjellen her. Lenger bak i dette kapitlet er det utdrag fra vedlikeholdstabellene som kartlegger hva en elektromotor og en dieselmotor krever av vedlikehold.

Når helelektrisk kran skal sammenlignes går det ikke an å sammenligne den direkte mot de andre kran typene på grunn av at den er bygd opp så annerledes. Sammenlignes en helelektrisk kran mot de andre kran typene er det hydraulikksystemet og det faktum at nesten hele hydraulikksystemet forsvinner på de helelektriske kranene som må ses på. I tillegg består ikke en helelektrisk kran av en stor motor som er energikilden, men av mange små motorer som er montert direkte på vinsjene. De helelektriske kranenes system for heis-, bom- og svingstyring kalles elektrisk drivsystem og består av et elektrisk driverom med styreskap som sender elektriske impulser ut til elektromotorene som er montert på vinsjene og svingmaskineriet. Det som gjenstår av hydraulikk på de helelektriske kranene er bremsesystemet. Lenger bak i dette kapitlet er det utdrag fra tabeller som viser vedlikeholdsmengden på driverrommet og det hydrauliske bremsesystemet.

Forklaring på koder i vedlikeholdstabellene

S = Smøring	Påføring av fett med fettpresse eller kost.
IN = Inspeksjon	Inspeksjon av oljenivå, grenser, trykk, temperatur, moment på bolter, slanger, tilstand på høyt belastede deler, sveiser osv.
T = Tiltrekking av moment	Momenter på bolter trekkes til iht. korrekt moment.
P = Oljeprøve/Fettprøve	Prøver skal tas av olje/fett og bringes til analyse for å kontrollere tilstanden til oljen/fettet iht. renhet, partikkelinnhold, syretall, viskositet, vanninnhold og bakterieinnhold.
Sk = Skift	Skift av olje, kjølevæske, pakninger, slanger, filter element eller andre reservedeler.
R = Rengjøring	Rengjøring med vann, luft eller annet rengjøringsmiddel.
D = Drenering	Drenering av olje/væske.
J = Justering	Justering eller kalibrering av ventiler, grensebrytere, trykk, grenser, osv.
X = Fyll inn/Sjekk loggbok	Loggbok ajourføres iht. utført vedlikehold.

Vedlikeholdstabell for dieselmotor

S-smøring	IN=Inspeksjon	T=Tilfrekking av moment	P=Oljeprøvetilprøve	Sk=Skift	R=rengjøring	D=Drenering	J=Justering	X=Fyll inn/Sjekk loggbook				Merknad			
Pos nr.	Kapittel	Beskrivelse (total antall punktkriterier)	Smøremiddel / Oljetype / Filtertype	Mengde pr. enhet	1. gangs service 50 H	3 M/100 H	1000 H	3 M	6 M	12 M	2 ÅR	3 ÅR	4 ÅR	8000 H	
Sm. plan	nr.				50 H	1000 H	50 H	500 H	1000 H	2000 H	4000 H	6000 H	8000 H		
5.6 Driftsmaskinert															
26	5.6.2/5.6.3/5.6.4	Fordelingsgear (1)	Shell Omala HD 150	9,7 liter	Sk				PSk						
31	5.6.4	Oljefilter, Fordelingsgear (1)	Element Hydac 0240 D 020 BN3HC		Sk*				Sk*						Skiftes også ved oljeskift * = eller ved rød indikator
41	5.6.5.1	Oljekjøler, uverdig	Shell Tellus T46							IN/IR*					* = rengjøres ved behov
	5.6.5.2	Radiator, uverdig	50% vann, 50% glycol							IN/IR*					* = rengjøres ved behov Se CAT Operasjons- og Vedlikeholdsmanual
	5.6.10	Spineforbindelser mellom hydraulikkpumper og fordelingsgear											IN		
	5.6.11	Flexibel kobling mellom dieselmotor og fordelingsgear								IN					
39	5.6.6	Dieselmotor G18													
43	5.6.7	Dieseltank	Diesel	2400 liter											Efterfylning ved behov
44		Dieselmotor, olje (1)	Shell Rimula X 15W-40	69 liter	Sk				Sk*						Se CAT Operasjons og Vedlikeholdsmanual * = eller itt til alarm
48		Luftfilter, element (1)	612509 (primary) 612510 (secondary)						Sk						Se CAT Operasjons og Vedlikeholdsmanual
47		Smøreoljefilter (2)	Element CAT 1R-0716						Sk						Se CAT Operasjons og Vedlikeholdsmanual
45		Brennoljefilter (1)	Element 1R-0749						Sk						Se CAT Operasjons og Vedlikeholdsmanual
46		Brennoljefilter, forfilter (1)	Element 1030						Sk						Se CAT Operasjons og Vedlikeholdsmanual
5.6.8		Grustfanger i lydtemper								IN/IR					
5.6.9		Test av nødstop								IN					

*Se vedlegg D for CAT Operasjons- og Vedlikeholdsmanual

Tabell 4-3 Vedlikeholdstabell for dieselmotor. Tabell er fra Vedlikeholdsinstruksjonen.

Vedlikeholdstabell for elektromotor

S=smøring	IN=inspeksjon	T=Tiltrekking av moment	P=Oljeprøve/fettprøve	Sk=Skift	R=rengjøring	D=Drenering	J=Justering	X=Fyll inn/Sjekk loggbok					
Pos nr.	Kapittel	Beskrivelse (totalt antall punktkontakter)	Smøremiddel / Oljetype / Filtertype	Mengde pr. enhet	1. gang service 50 H / 3 M / 100 H	Ukentlig 50 H	3 M 500 H	6 M 1000 H	12 M 2000 H	2 ÅR 4000 H	3 ÅR 6000 H	4 ÅR 8000 H	Merknad
26	5.6.2/5.6.3/5.6.4	Fordelingsgear (1)	Shell Omala HD 150	9,7 liter	50 H	50 H	500 H	1000 H	2000 H	4000 H	6000 H	8000 H	
31	5.6.4	Oljefilter, Fordelingsgear (1)	Element Hydac 0240 D 020 BN3HC		50 H	50 H	500 H	1000 H	2000 H	4000 H	6000 H	8000 H	
41	5.6.5.1	Oljekjøler, uventig	Shell Tellus T46		50 H	50 H	500 H	1000 H	2000 H	4000 H	6000 H	8000 H	
5.6.10		Splinetormøiser mellom hydraulikkpumper og fordelingsgear			50 H	50 H	500 H	1000 H	2000 H	4000 H	6000 H	8000 H	
5.6.11		Flexibel kobling mellom dieselmotor og fordelingsgear			50 H	50 H	500 H	1000 H	2000 H	4000 H	6000 H	8000 H	
39	5.6.6	Elektromotor (1)	Shell Albia EMS 2	120 gram	50 H	50 H	500 H	1000 H	2000 H	4000 H	6000 H	8000 H	
5.6.9		Test av nåslepp			50 H	50 H	500 H	1000 H	2000 H	4000 H	6000 H	8000 H	

Tabell 4-4 Vedlikeholdstabell for elektromotor. Tabell er fra Vedlikeholdsinstruksjonen.

Vedlikeholdstabell for hydraulikksystemet

Pos nr. Sm. plan nr.	Kapittel	Beskrivelse (totalt antall punkter/enheter)	IN=Inspeksjon	T= Tiltrerking av moment	P=Oljeprøvetettprøve	Sk=Skift	R=rengjøring	D=Drenering	J=Justering				X=Fyll mm/Sjekk loggbok	Merknad			
									1. gang service	2. ÅR	3. ÅR	4. ÅR					
		Mengde	50 H	3 M/1.00 H	1000 H	50 H	1000 H	250 H	1 M	500 H	3 M	1000 H	2000 H	4000 H	6000 H	8000 H	
5.8 Hydraulikksystem																	
29	5.8.3/5.8.4 / 5.8.5	Hydraulikksystem Oljenivå, Oljeprøve og Oljeskift			Shell Tellus T46	1700 liter					P1	P2	P3				P1= oljeprøve analyseres iht partikkelinnhold + vanninnhold P2= oljeprøve analyseres iht renhetsgrad + partikkelinnhold + syretallet + viskositet + vanninnhold P3= oljeprøve analyseres iht bakterieinnhold Oljen skiftes iht analyseresultat * = skiftes ved behov
29	5.8.2	Hydraulikksystem Slinger, fittings og pakninger															
29	5.8.7	Hydraulikksystem Oljetank									D						
30	5.8.8/5.8.9	Akkumulatører, Bømlusairer															
30	5.8.6	Pustefilter, Hydrauliktank (1)			Element Hydac 0007 L 003P / Vison												Etterfylt ved behov Skiftes også ved oljeskift
32	5.8.6	Hydraulikkofjeller, Returkrets (1)			Element Hydac 0330 D 005 BN3HC												Skiftes også ved oljeskift * = eller ved rød indikator
33	5.8.6	Hydraulikkofjeller, Nødkjøring (1)			Element Hydac 0110 D 005 BN3HC												Skiftes også ved oljeskift * = eller ved rød indikator
34	5.8.6	Hydraulikkofjeller, Hjelpkrets (1)			Element Hydac 0330 D 005 BN3HC												Skiftes også ved oljeskift * = eller ved rød indikator
35	5.8.6	Hydraulikkofjeller, Matekrets (1)			Element Hydac 0660 D 005 BN3HC												Skiftes også ved oljeskift * = eller ved rød indikator
36	5.8.6	Hydraulikkofjeller, Løkk C (1)			Element Hydac 1300 R 005 BN3HC-B1												Skiftes også ved oljeskift * = eller ved rød indikator
37	5.8.6	Hydraulikkofjeller, Løkk A (1)			Element Hydac 0660 D 005 BN3HC												Skiftes også ved oljeskift * = eller ved rød indikator
49	5.8.6	Skruløsløstfilter (offline filter)			Element CJC B 1525												Skiftes også ved oljeskift * = eller hvis manometer viser over 2 bar

Tabell 4-5 Vedlikeholdstabell for hydraulikksystemet. Tabell er fra Vedlikeholdsinstruksjonen.

Vedlikeholdstabell for helektrisk driverrom og hydraulisk bremsekrets

Pos. nr. Sm plan nr.	Kategori	Sm plan nr.	Bestikelse (tidel/antal punktkontakter)	Smaremidde/ (Oljetype/ Filtertype)	Mengde pr. år/ant	1. gangs service 50 H / 3 u/30 H / 1000 H	Utløstlig 50 H	1 M 250 H	3 M 500 H	6 M 1000 H	12 M 2000 H	2 År 4000 H	3 År 6000 H	4 År 8000 H	Merkead
5.8 Hydraulisksystem bremsekrets															
			Hydraulikkaggregat, filter								Sk				Skiftes også ved oljeskif.
			Hydraulikkaggregat, olje								Sk				
5.6 Driverrom															
			Motordrive kabinet								R7/N				Termografi
			Kjøle-/rasisator								R*				* rengjøres ved behov
			AC-uni								R*				* rengjøres ved behov
			Kjøleanlegg, el motorer								R7/N				

Tabell 4-6 Vedlikeholdstabell for helektrisk driverrom og hydraulisk bremsestystem. Tabell er laget av NOV.

4.2.5 Komponentbytte

Når det gjelder tidsintervall for komponentbytter er det også her vesentlig forskjell for hver krantype. I punktene under vil det fremkomme hvilke komponenter som bør skiftes og når. Også her vil det være forskjell med hensyn på den enkelte krantype.

Dieselmotor

Det kreves overhaling av en dieselmotor, både en mindre overhaling og en full overhaling. En mindre overhaling innebærer skift av filtre, smøreoljer, kjølevæske og utskiftning av de fleste slitedeler som forskjellige typer pumper, kjølere, vibrasjonsdempere og startmotor. Ved full overhaling skiftes også stempelfjærer, sylindreforinger, oljepumper og vannpumper, maskinen blir med andre ord nullstilt og blir nesten som ny (Kim Thuong Than, Spesialist Roterende deler). Kranprodusenten anbefaler følgende tidsintervall for overhaling av motoren:

Beskrivelse	Driftstimer
Delvis overhaling av dieselmotor	8 000 – 10 000
Full overhaling av dieselmotor	16 000 – 20 000

Tabell 4-7 Intervall overhaling av dieselmotor

Elektromotor

Det som kan feile på en elektromotor er vanligvis lagrene. Lagrene er opplagring for rotoren i elektromotoren. For å unngå lagerhavari byttes lagrene ved bestemte tidsintervaller, som anbefalt av leverandøren (Kim Thuong Than, Spesialist Roterende deler):

Beskrivelse	Driftstimer
Lagerbytte, elektromotor	20 000

Tabell 4-8 Intervall lagerbytte på elektromotor

Hydraulikksystem

Når det gjelder hydraulikksystemet er det flere komponenter som trengs å byttes. Under vises en tabell med anbefalt tidsintervall for komponentbyttene, anbefalt av kranleverandør. Her vil også komponentbytter for vinsjer og svingmaskineri komme frem.

Beskrivelse	År	Driftstimer
Primærbremser, vinsjer		8 000 – 10 000
Svingbremser		12 000 – 16 000
Hydraulikkmotorer		12 000 – 15 000
Hydraulikkpumper		12 000 – 15 000
Hydraulikkslanger	5	
Akkumulatorer	8 – 10	

Tabell 4-9 Intervall komponentbytte i hydraulikksystemet

Elektrisk drivsystem

Det elektriske drivsystemet er bygd opp på en annen måte enn hydraulikksystemet. Det som er fordelen med dette systemet er at det ikke krever så mye periodisk vedlikehold.

Vedlikeholdsaktivitetene for dette systemet består mest av komponentbytter. I tabellen under vises en oversikt over anbefalte tidsintervaller for komponentbyttene fra kranleverandør.

Beskrivelse	År	Driftstimer
Hydrauliske bremses, vinsjer		10 000
Hydrauliske bremses, svingmaskineri		15 000
Hydraulikkslanger	8	
Elektriske motorer, vinsjer		60 000
Elektriske motorer, svingmaskineri		60 000
Overhaling av motorer og pumper på kjøleanlegg	10	15 000
Vannslanger til kjøleanlegget	10	
Service på air-condition i driverrom	10	15 000

Tabell 4-10 Komponentbytte på helelektrisk kran

4.2.6 Oppsummering av vedlikehold

Etter gjennomgang av vedlikeholdet på hver krantype ser en at det er betydelig forskjell på mengden hver krantype krever. Den elektro-hydrauliske kranen er det betydelig mindre vedlikehold på enn den diesel-hydrauliske, både i daglig vedlikehold, periodisk vedlikehold og omfanget ved overhaling av motorene. Dieselmotoren krever daglig påfyll av diesel, sjekk av olje og kjølevann. Periodisk så består en dieselmotor av flere komponenter og også flere roterende deler og forårsaker mer slitasje. I tillegg når motorene skal overhales må dieselmotoren gjennomgå en delvis overhaling halvveis før elektromotoren skal gjennomgå et lagerbytte. Beskrivelse av hvilke aktiviteter som utføres ved overhaling av dieselmotor viser også at dette er en betydelig mye mer omfattende jobb enn lagerbytte på elektromotoren.

Den helelektriske kranen kommer seirende ut av denne runden. Vedlikeholdet består i hovedsak av et årlig oljeskift i hydraulikkbremsesystemet og en årlig inspeksjon av driverrommet med påfølgende rengjøring ved behov. Drivsystemet er bygd opp på den måten at komponentene byttes ut fremfor å vedlikeholdes periodisk. Ved komponentbytte kan man sammenligne intervallet for bytte på elektromotorene mot intervallet for bytte av hydrauliske motorer og pumper. 15 000 driftstimer kontra 60 000 driftstimer taler for seg selv.

5 Økonomi

5.1 Kostnadsestimater på de tre krantypene

I tillegg til at kranene oppfyller alle de tekniske kravene og sikkerhetsfunksjonene så spiller de økonomiske kostnadene også en rolle i valg av kranstype. De økonomiske kostnadene er veldig usikre i begynnelsen av et prosjekt, og blir sikrere jo lenger ut i prosjektet en kommer. Ved utføring av kostnadsestimering av hver kranstype har jeg innhentet innkjøpspriser og operasjonskostnader på hver kranstype hos NOV. Til å beregne kostnadene har jeg fått hjelp av Arvid Iversen som er ekspert på estimering av installasjonskostnader hos ConocoPhillips. Ved hjelp av disse tallene har jeg kommet fram til LCC for hver kranstype.

Ved innkjøp blir hele kranen levert og det er nesten så enkelt som og ”bolte av” den gamle kranen og ”bolte på” den nye. Innkjøpskostnadene dekker med andre ord hele kranen med alle vinsjer, motor, bom, maskinhus, osv. I operasjonskostnadene, som jeg har fått fra NOV, er det tatt med kostnader for materiell og kostnadene for arbeidstimene ved antatte vedlikeholdsaktiviteter som må utføres i kranens levetid. Tallene som er mottatt fra NOV er ca. kostnader og er følgende for hver kranstype:

Diesel-hydraulisk	
Innkjøpspris	26 mill. NOK
Operasjonskostnader	37,7 mill. NOK

Tabell 5-1 Innkjøpspris og operasjonskostnader på en diesel-hydraulisk kran.

Elektro-hydraulisk	
Innkjøpspris	25,7 mill. NOK
Operasjonskostnader	28,7 mill. NOK

Tabell 5-2 Innkjøpspris og operasjonskostnader på en elektro-hydraulisk kran.

Helelektrisk	
Innkjøpspris	30 mill. NOK
Operasjonskostnader	15,5 mill. NOK

Tabell 5-3 Innkjøpspris og operasjonskostnader på en helelektrisk kran.

Ved installasjonskostnadene er det tatt hensyn til at en dieselmotor er tyngre enn en elektromotor og at de elektriske krantypene har behov for større strømkabel enn en diesel-hydraulisk kran. Vekten og strømkabelens størrelse er antatte verdier. Installasjonskostnadene

er også basert på at kranene på Ekofisk feltet skal byttes ut. Ved utskiftning av en kran byttes hele kranen, det er kun pidestallen fra den gamle kranen som brukes på ny. I estimatene er det også tatt med at en diesel-hydraulisk kran byttes, dette blir selvfølgelig ikke aktuelt i og med at denne krantypen allerede er installert. Estimatet er kun utført for å få et bedre sammenligningsgrunnlag.

Oppsettet på installasjonskostnadene baserer seg på estimer som normalt brukes for modifisering av plattformer. Dette var det letteste estimatet å bruke på denne usikre situasjon i stedet for å lage et estimat på en ny plattform, hvor selve utformingen av plattformen i tillegg vil være et usikkert moment. Estimatene er kun et røft utkast hvor tallene ikke kan ses på som endelige. Et videre studie blir nødt til å ta for seg denne delen når eller hvis det blir aktuelt med utskiftning eller innkjøp av nye kraner på eventuelle nye plattformer.

Innkjøpskostnadene er tatt med i estimatene for installasjonskostnader. Se vedlegg E for oversikt over estimatene vedrørende installasjonskostnad på de forskjellige krantypene.

Installasjonskostnadene for hver kranstype blir etter estimatene følgende:

Diesel-hydraulisk	
Installasjonskostnader	93 mill. NOK

Tabell 5-4 Installasjonskostnader på en diesel-hydraulisk kran.

Elektro-hydraulisk	
Installasjonskostnader	104 mill. NOK

Tabell 5-5 Installasjonskostnader på en elektro-hydraulisk kran.

Helelektrisk	
Installasjonskostnader	110 mill. NOK

Tabell 5-6 Installasjonskostnader på en helelektriske kran.

5.2 Sammenligning av LCC på hver krantype

Diesel-hydraulisk	
Installasjonskostnader	93 mill. NOK
Operasjonskostnader	37,7 mill. NOK
LCC	130,7 mill. NOK

Tabell 5-7 Livssyklus kostnader (LCC) på en diesel-hydraulisk kran.

Elektro-hydraulisk	
Installasjonskostnader	104 mill. NOK
Operasjonskostnader	28,7 mill. NOK
LCC	132,7 mill. NOK

Tabell 5-8 Livssyklus kostnader (LCC) på en elektro-hydraulisk kran.

Helelektrisk	
Installasjonskostnader	110 mill. NOK
Operasjonskostnader	15,5 mill. NOK
LCC	125,5 mill. NOK

Tabell 5-9 Livssyklus kostnader (LCC) på en helelektrisk kran.

Ut ifra disse røffe estimatene ser en at det er ingen betydelig stor forskjell på LCC til hver krantype, men det skal understrekes igjen at dette er røffe estimater.

6 Sammenligning

Her presenteres fordelene og ulempene skjematisert til diesel-hydraulisk, elektro-hydraulisk og helelektriske offshorekraner basert på de temaene som er behandlet i denne oppgaven.

FORDELER		
Diesel-hydrauliske	Elektro-hydrauliske	Helelektriske
Konstruksjonen		
<p>Meget godt etablert krantype, ConocoPhillips har god kjennskap til denne konstruksjonen.</p> <p>Samsvarer med kravene i NS-EN 13852-1 Kraner, Offshorekraner.</p> <p>Oppfyller alle sikkerhetskrav.</p> <p>Plattformene i Ekofisk-området er allerede lagt opp til denne krantypen.</p>	<p>Bra etablert krantype, andre operatørselskap har installert denne krantypen og det finnes derfor mye dokumentasjon. ConocoPhillips har god kjennskap til hydraulikksystemet.</p> <p>Samsvarer med kravene i NS-EN 13852-1 Kraner, Offshorekraner.</p> <p>Oppfyller alle sikkerhetskrav.</p> <p>Lite støy og vibrasjoner. Færre komponenter på elektromotoren kontra dieselmotoren, dvs. mindre plasskrevende.</p>	<p>Ny teknologi, hensikten med ny teknologi er å utvikle det gamle alternativet til noe bedre.</p> <p>Samsvarer med kravene i NS-EN 13852-1 Kraner, Offshorekraner.</p> <p>Oppfyller alle sikkerhetskrav.</p> <p>Lite støy og vibrasjoner pga få roterende deler.</p>
Teknisk sikkerhet		
<p>Kan kjøres uavhengig av plattformens strømforsyning, den oppfyller "Sikkerhetsfilosofien" til ConocoPhillips.</p>	<p>Ingen forskrifter eller normer sier at kranen skal kunne kjøres uavhengig av plattformens strømforsyning.</p> <p>Det finnes alternative løsninger for å svinge kranen etter at strømforsyningen faller bort, da vil kranen oppfylle "Sikkerhetsfilosofien" til ConocoPhillips.</p> <p>"Sikkerhetsfilosofien" til ConocoPhillips skal revurderes.</p> <p>Strømforsyning fra land er under vurdering.</p> <p>Ingen CO₂-utslipp fra kranen.</p>	<p>Ingen forskrifter eller normer sier at kranen skal kunne kjøres uavhengig av plattformens strømforsyning.</p> <p>Det finnes alternative løsninger for å svinge kranen etter at strømforsyningen faller bort, da vil kranen oppfylle "Sikkerhetsfilosofien" til ConocoPhillips.</p> <p>"Sikkerhetsfilosofien" til ConocoPhillips skal revurderes.</p> <p>Strømforsyning fra land er under vurdering.</p> <p>Ingen CO₂-utslipp fra kranen.</p>

FORDELER		
Diesel-hydrauliske	Elektro-hydrauliske	Helelektriske
Vedlikehold		
Vedlikeholdsaktiviteter er vel etablerte og kjente. Krever ingen ekstra opplæring i utførelse av aktivitetene.	<p>Lite vedlikehold på en elektromotor kontra en dieselmotor. Kun lagerbytte.</p> <p>Mindre daglig vedlikehold enn på en diesel-hydraulisk kran. Daglig påfyll av diesel og regelmessig oljeskift på motoren forsvinner.</p> <p>Godt etablert dokumentasjon på vedlikeholdsaktiviteter og intervaller i markedet.</p>	<p>Veldig lite vedlikehold, kun hydraulisk bremsesystem som skal vedlikeholdes.</p> <p>Daglig påfyll av diesel og regelmessig oljeskift på motoren forsvinner, kun inspeksjon og rengjøring ved behov av driverrommet.</p> <p>Mindre behov for reservedeler, da det brukes mye av de samme komponentene flere steder.</p> <p>Komponentbytte i stedet for vedlikehold.</p>
Økonomi		
<p>Med forbehold om røffe estimater blir LCC ubetydelige, da forskjellen på alle krantypenes LCC er minimale.</p> <p>Installasjonskostnadene er beregnet ut i fra at kranen blir byttet på eksisterende plattformer. Disse forsvinner i praksis da de eksisterende plattformene i Ekofisk-området allerede er installert med diesel-hydrauliske.</p> <p>Omtrent samme innkjøpspris som elektro-hydrauliske kraner.</p> <p>Lavest installasjonskostnad.</p>	<p>Laveste innkjøpspris.</p> <p>Lavere operasjonskostnader enn for diesel-hydrauliske kran.</p> <p>Lavere installasjonskostnader enn for en helelektrisk kran.</p>	<p>Med forbehold om røffe estimater, usikker framtid og lite dokumentasjon er operasjonskostnadene omtrent halvparten kontra elektro-hydraulisk, og enda mindre i forhold til diesel-hydraulisk.</p> <p>Lavest LCC.</p>

Tabell 6-1 Sammenligning av fordelene vedrørende de forskjellige krantypene.

ULEMPER		
Diesel-hydrauliske	Elektrohydrauliske	Helelektriske
Konstruksjonen		
<p>Både dieselmotoren og hydraulikksystemet består av mange deler som kan feile.</p> <p>Kan ikke operere uten diesel på tanken. Avhengig av at forsyningsbåt frakter diesel fra land.</p> <p>Mye støy og vibrasjoner. Motoren tar stor plass pga. alt ekstrautstyret som trengs for at den skal operere, slik som kjølesystem o.l.</p>	<p>Hydraulikksystemet består av mange deler som kan feile.</p> <p>Kan ikke operere uten strømtilførsel.</p> <p>Plattformene i Ekofisk-området er ikke lagt opp til denne krantypen.</p>	<p>Ny teknologi, det finnes lite/ingen dokumentasjon og historikk på denne krantypen for offshore bruk.</p> <p>Kan ikke operere uten strømtilførsel.</p> <p>Plattformene i Ekofisk-området er ikke lagt opp til denne krantypen.</p>
Teknisk sikkerhet		
<p>Dieselmotoren kan bli et farlig element når plattformen nødnedstenger (ESD). Det kan utvikles dieselbrann, hvis sikkerhetssystemer feiler eller betydningsfulle komponenter ikke er riktig vedlikeholdt.</p> <p>Dieselmotoren kan også være årsaken til brann på plattformen hvis sikkerhetssystemer feiler eller betydningsfulle komponenter ikke er riktig vedlikeholdt.</p> <p>En del CO₂-utslipp.</p>	<p>Oppfyller ikke kravet om å kunne kjøre etter at plattformen blir nedstengt iht. "Sikkerhetsfilosofien" til ConocoPhillips.</p> <p>De alternative svingløsningene som kan utføres etter at strømforsyningen faller vekk er plass- og tidkrevende.</p> <p>Ikke nok strømkapasitet i Ekofisk-området til å operere krantypen.</p> <p>CO₂-utslipp fra generatorer må ikke glemmes hvis alternativet for økt strømforsyning blir fra generatorer.</p>	<p>Oppfyller ikke kravet om å kunne kjøre etter at plattformen blir nedstengt iht. "Sikkerhetsfilosofien" til ConocoPhillips.</p> <p>De alternative svingløsningene som kan utføres etter at strømforsyningen faller vekk er plass- og tidkrevende.</p> <p>Ikke nok strømkapasitet i Ekofisk-området til å operere krantypen.</p> <p>CO₂-utslipp fra generatorer må ikke glemmes hvis alternativet for økt strømforsyning blir fra generatorer.</p>
Vedlikehold		
<p>Mye vedlikehold, både daglig og periodisk.</p> <p>Består av mange komponenter, dvs. flere muligheter for at ting kan feile.</p>	<p>En del vedlikehold, hydraulikksystemet krever en del vedlikehold og består av flere momenter.</p>	<p>Ny teknologi, omfanget av vedlikehold er ikke dokumentert. Kun antakelser om at de komponentene som brukes vil kreve mindre vedlikehold.</p> <p>Bremsesystemet er fortsatt hydraulisk, vedlikehold av hydraulikksystemet forsvinner ikke helt.</p>

ULEMPER		
Diesel-hydrauliske	Elektrohydrauliske	Helelektriske
Økonomi		
Utført røffe estimater og kostnadsberegninger er alltid usikre i begynnelsen av et prosjekt.	Utført røffe estimater og kostnadsberegninger er alltid usikre i begynnelsen av et prosjekt.	Utført røffe estimater og kostnadsberegninger er alltid usikre i begynnelsen av et prosjekt.
Installering på nye plattformer er ikke estimert da det finnes for mange usikre element.	Installering på nye plattformer er ikke estimert da det finnes for mange usikre element.	Installering på nye plattformer er ikke estimert da det finnes for mange usikre element.
Høyest operasjonskostnader.	Høyest LCC.	Høyeste innkjøpsprisen. Høyeste installasjonskostnaden.

Tabell 6-2 Sammenligning av ulempene vedrørende de forskjellige krantypene.

7 Konklusjon

Ved konstruksjon og bygging av nye offshoreinstallasjoner i forbindelse med utbygging av Ekofisk-området er det bestemt at det skal installeres diesel-hydrauliske kraner på alle de 3 nye plattformene, Ekofisk 2/4 L, Ekofisk 2/4 Z og Eldfisk 2/7 S. Hovedårsaken til dette er en "Sikkerhetsfilosofi" ConocoPhillips opererer med som sier at kranen skal være mulig å drifte etter eventuelle strømbrudd på offshoreinstallasjonen.

Hendelsesforløpet ved strømbrudd skjer basert på ulike kritiske situasjoner som forårsaker at plattformen vil stenges ned gjennom ulike systemer konstruert for å avverge eksplosjons- og brannfarlige situasjoner. Denne filosofien er under revurdering for øyeblikket og jeg har argumentert basert på mine teorikunnskaper angående offshorekraner og nedstengningsforløpet til en plattform at den er i strengeste laget. Det skal vektlegges at jeg har manglende praktisk erfaring innen fagfeltene offshorekraner og teknisk sikkerhet, og kan dermed kun argumentere på bakgrunn av det fagstoffet jeg har tilegnet meg gjennom det siste halvåret. "Sikkerhetsfilosofien" til ConocoPhillips er et internt krav de har satt og det er ikke spesifisert i noen standarder eller i noe lovverk at det skal være mulig å operere en kran etter strømbrudd og nedstengt plattform. Det er heller det motsatte som er spesifisert, nemlig at kranen skal parkeres så fort det oppdages gassutslipp eller brann på plattformen. Statoil, et annet operatørselskap, forholder seg ikke til denne problemstillingen og sier at det ikke er relevant at situasjoner som tilsier at en har behov for å kjøre kranen på en nedstengt plattform vil oppstå.

Jeg antar at et annet argument for valg av diesel-hydrauliske kraner er fordi ConocoPhillips har kjennskap til denne krantypen fra før og vet hva en har å forholde seg til ved å velge noe som på forhånd er kjent og vel dokumentert. Personlig har jeg fått inntrykk av at offshoreindustrien er en konservativ industri der det er lite rom for nytenkning og nyskaping. Dette tror jeg kommer av at det ofte dreier seg om store investeringskostnader når noe skal installeres offshore og at det dermed er viktig å gjøre det riktig første gang. Men alt har vært nytt en gang, og de fikk det til å fungere den gang teknologien var ny, så det er store muligheter for at de vil få ny teknologi til å virke også. Muligens etter et par feil, men det finnes kanskje mulighet for at det kan bli store kostnadsbesparelser i fremtiden med ny teknologi. Hensikten med nyskaping av teknologien vil jeg tro er for å lage et bedre produkt både i form av bruk, forbedre de miljømessige konsekvensene og få ned kostnadene.

Alt håp for elektriske krantyper er ikke forsvunnet selv om "Sikkerhetsfilosofien" til ConocoPhillips ikke endres. Det finnes alternative løsninger for å svinge kranen etter et strømbrudd. Nødlåring er mulig å utføre etter et strømbrudd, så det er svinging av kranen som er utfordringen. De alternative løsningene som er beskrevet i oppgaven er ikke optimale løsninger, men de kan heller ikke utelukkes.

Utfordringene ved installering av elektriske krantyper i Ekofisk-området er heller om det er nok elektrisk strøm tilgjengelig. Elektrisiteten som er tilgjengelig i dag er kartlagt i oppgaven, og det er ikke nok strøm til å operere elektriske krantyper slik situasjonen er i dag. ConocoPhillips ser på muligheten for å legge strømkabel fra land. Dette er fortsatt under vurdering og det blir dermed umulig å ta stilling til dette problemet på givende tidspunkt.

I forhold til konstruksjonen og kraft/driv systemet til hver kranstype vil den heelektriske kranen være det beste valget hvis vedlikehold vektlegges. En diesel-hydraulisk kran vil ha en dieselmotor som krever mye vedlikehold både i form av daglig og periodisk vedlikehold mens en elektromotor hovedsakelig krever inspeksjon og noe smøring og kun lagerbytte ved overhaling av motoren. Dieselmotoren trenger daglig påfyll av diesel og olje, og den krever mye arbeid ved overhaling av motoren. Ved overhaling av motoren byttes nesten alle slitasjedeler som pumper, vibrasjonsdempere, startmotoren osv. Hydraulikksystemet vil også kreve sitt av vedlikehold, det skal blant annet inspiseres hver sjette måned, dreneres hver tredje måned og det skal tas oljeprøver tre ganger i året. I tillegg skal alle filtre skiftes årlig og akkumulatorene skal inspiseres så ofte som en gang i måneden. På den heelektriske kranen forsvinner flere roterende deler da den er konstruert med et driverom som sender elektriske styreimpulser ut til vinsjene. Når det gjelder vedlikehold krever driverrommet og drivsystemet kun inspeksjon, rengjøring og justering. Dette vil kun bli utført ved behov når det oppdages uregelmessigheter ved inspeksjon. Det hydrauliske bremsesystemet krever årlig oljeskift.

Vedrørende de økonomiske livssyklus-kostnadene (LCC) er det ingen av kranstypene som kommer bedre ut enn de andre. Forskjellen er så liten at den blir ubetydelig som argumentsgrunnlag. Når det er sagt, skal man ikke konkludere med at pris og kostnadsforskjellen på kranene er så like som det kommer frem i denne oppgaven. Estimatenes er etablert basert på veldig usikre momenter samtidig som et kostnadsestimat i utgangspunktet er veldig usikkert i begynnelsen av et prosjekt. Produksjonstap og tap i fortjeneste i forbindelse med en produksjonsstans er heller ikke tatt med. Varigheten på

vedlikeholdsarbeid kan få konsekvenser for produksjonen og all produksjonsstans medfører tap i inntekt for selskapet. Det kan bli snakk om betydelige summer ved lang ”nedetid” på kranen, og de plattformene som kun er utstyrt med en kran blir betydelig mer sårbare enn de plattformene som er utstyrt med to.

På bakgrunn av dette studiet, og med hensyn til at jeg mangler erfaring og praktisk innsikt, vil jeg ikke dra noen konklusjon på om den ene kranen er bedre enn den andre. Dette spørsmålet overlater jeg til de mer erfarne. Konklusjonen kan være forskjellig fra person til person, alt avhengig av hva en vektlegger.

Det eneste jeg konkluderer med er at det finnes fordeler og ulemper ved alle valg. Basert på det bør ingen av kranene utelukkes når eller hvis det skal investeres i nye kraner i fremtiden. På nåværende tidspunkt er det ikke mulig å installere elektriske kraner på plattformene i Ekofisk-området. Men vet aldri hva fremtiden bringer og situasjonen kan være helt annerledes om noen år. Det er i tillegg fortsatt mange ubesvarte spørsmål og hvor svarene for øyeblikket ikke er tilgjengelige. Min anbefaling er derfor at det utføres videre studier før en konklusjon trekkes.

8 Videre arbeid

I løpet av arbeidet med denne oppgaven har jeg registrert at det fortsatt finnes mange usikre momenter som kan besvares. Hvilke videre studier som bør gjøres er avhengig av hvordan utfallene blir på flere av problemene som finnes i dag.

”Sikkerhetsfilosofien” til ConocoPhillips som i dag brukes som et internt krav er under revurdering. Utfallet av denne revurderingen har stor betydning for de elektriske krantypene. Hvis ”Sikkerhetsfilosofien” ikke endres er det i oppgaven nevnt alternative svingløsninger for elektriske krantyper etter strømbrudd. Videre studie kan da være å se på ulike svingløsninger for elektriske krantyper etter strømbrudd. Hvor bruk av eventuelle svingalternativer må innfri de forventningene som blir satt.

Hvis ”Sikkerhetsfilosofien” til ConocoPhillips endres slik at den gir rom for bruk av elektriske krantyper blir utfordringen å finne nok strøm til å operere denne type kraner. Videre studie kan da bli å finne alternativer for å produsere mer strøm, et slikt studie vil være avhengig av om strømkabel fra land blir realisert. Det vil imidlertid være interessant å gjøre et studie på mulighetene for landbasert strøm, hvis ikke dette blir realisert. Her er det mange temaer som kan belyses. Grunnlaget for at noe slik skal kunne realiseres, tap av virkningsgrad i strømkabelen, ta hensyn til CO₂-utslipp som vil belastes andre steder enn akkurat offshore, skal gass sendes offshore til Europa og ferdig laget strøm sendes tilbake? Vedlegg F gir en kort innsikt i hvor aktuelt det vil være å forvente at fremtiden vil bringe en strømkabel fra land. Om utdraget av denne artikkelen ikke kan brukes videre, er det i hvert fall interessant lesestoff.

Hvis ikke strømkabel fra land blir aktuelt, blir alternativet å lage strøm på plattformen. Utfordringene som da bør belyses er hvilke generatorer som svarer seg i forhold til plass, virkningsgrad og CO₂-utslipp.

Det bør også utarbeides et mye bredere studie med fokus på kostnader knyttet opp mot hver krantype. Dette bør gjøres i forbindelse med spesifikke fremtidige prosjekter der det blir aktuelt å gjøre innkjøp av nye kraner. Da bør spesielt tap i produksjonen som følge av stans i forbindelse med vedlikehold være et sentralt tema. Ved spesifikke prosjekter vil kostnadene som vurderes også være mer nøyaktige og bedre å forholde seg til enn de som ble utført i denne oppgaven.

9 Referanser

9.1 Standarder

- NS-EN 13852-1 Cranes, Offshore cranes Part 1: General – purpose offshore cranes, 1.utgave, (2004).
- NORSOK STANDARD S-001 Technical Safety, rev. 4, (2008).
- NORSOK STANDARD S-001N Teknisk sikkerhet, rev. 3, (2004).
- NORSOK STANDARD R-003N Sikker bruk av løfteutstyr, rev. 2, (2004).
- ISO 13702:1999 Petroleum and natural gas industries - Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations - Requirements and guidelines.

9.2 Bøker

- Brautaset, K., (1983). *Innføring i olje hydraulikk*. Aurskog: Universitetsforlaget.
- NKI, (2000). *Hydraulikk*, Oslo, Norway: NKI Forlaget.
- Merkle, D., Schrader, B. og Thomes, M. (1988). *Hydraulikk: Grunnleggende teori*. Oversatt fra tysk av E. Nørregaard. Esslingen: Festo Didactic KG.
- Schmitt, A., (1978). *Teknisk hydraulikk*. Oversatt fra tysk av Mørk, H. og Treekrem, A. Lohr: Mannesmann Rexroth GmbH.
- FAKTA norsk petroleumsverksted 2011

9.3 Hovedoppgaver

- Talberg, K.T., (2007). *State of the art electrical driven winches designed for offshore cranes*. Masteroppgave, Faculty of Engineering Science and Technology, NTNU.
- Talberg, K.T., (2006). *Utarbeide metodikk for bestemmelse av sikkerhetsnivå for styresystemer til offshorekraner*. Prosjektoppgave, Faculty of Engineering Science and Technology, NTNU.

9.4 Manualer

- NOV. *Molde Crane Training OC 3000L. Vedlikeholdsinstruksjoner*. Dok. nr: 77990672.
- NOV. *Teknisk beskrivelse*. Dok.nr: T3694-Z-MA-001.
- NOV. *Operasjonsinstruksjoner*. Dok.nr: T3694-Z-MA-001.

- NOV. *G5-Kursmanual teoretisk del for offshorekraner*. Dok.nr: 75443437.
- Trainor Kursmanual, *Ex oppdatering*, versjon 1.2010.
- CAT service manual 3408C/3412C Industrial Engines.

9.5 Intern dokumenter for ConocoPhillips

- Dok.nr: 6294 *Lokalt regelverk Ekofisk HFIS med vedlegg SPE-02 – Prosedyre ved krankjøring på Ekofisk Hotel*.
- Dok. nr. 6307: *Safety Shutdown Systems*
- *Sikkerhetsfilosofi for kraner* utarbeidet av Erling Alf Idland (Sr. Discipline Lead, Technical Safety), rev.2, 12.06.2002.

9.6 Forskrifter

- Oljedirektoratets innretningsforskrift www.ptil.no

9.7 Fagfolk

- | | | |
|-------------------------|--|----------------|
| – Torbjørn Gjerde | Sr. Discipline Engineer Cranes | ConocoPhillips |
| – Jarle Bråstein | Sr. Crane Planner Onshore | ConocoPhillips |
| – Jarl Torgersen Strand | Crane Coordinator | ConocoPhillips |
| – Kjetil Birkedal | Sr. Discipline Engineer Electrical | ConocoPhillips |
| – Asgeir Kinn | Sr. Discipline Engineer Electrical | ConocoPhillips |
| – Knut Paulsen | Sr. Discipline Engineer Electrical | ConocoPhillips |
| – Kent Andre Veland | ESD Onshore Rotation | ConocoPhillips |
| – Rune Jåsund | Director EI/Aut/Instr | ConocoPhillips |
| – Dagfinn Solsbak | Sr. Safety Advisor | ConocoPhillips |
| – Kim Thuong Than | Staff Discipline Engineer Rotating Equip | ConocoPhillips |
| – Hanne Vika Damsgård | Safety System Engineer | ConocoPhillips |
| – Erling Alf Idland | Sr. Discipline Lead, Technical Safety | ConocoPhillips |
| – Arvid Iversen | Lead Estimator | ConocoPhillips |
| – Anita Baugstø | Sr. Development Engineer | ConocoPhillips |
| – Kåre Tommy Talberg | Product Line Director Lifting & Handling | NOV |
| – Arild Kleppe | Manager Training Aftermarket | NOV |
| – Odd Sand | Sr. Engineer Life Cycle Management Aftermarket | NOV |
| – Jan Thore Lygren | Specialist, Crane & Lifting technology | Statoil |

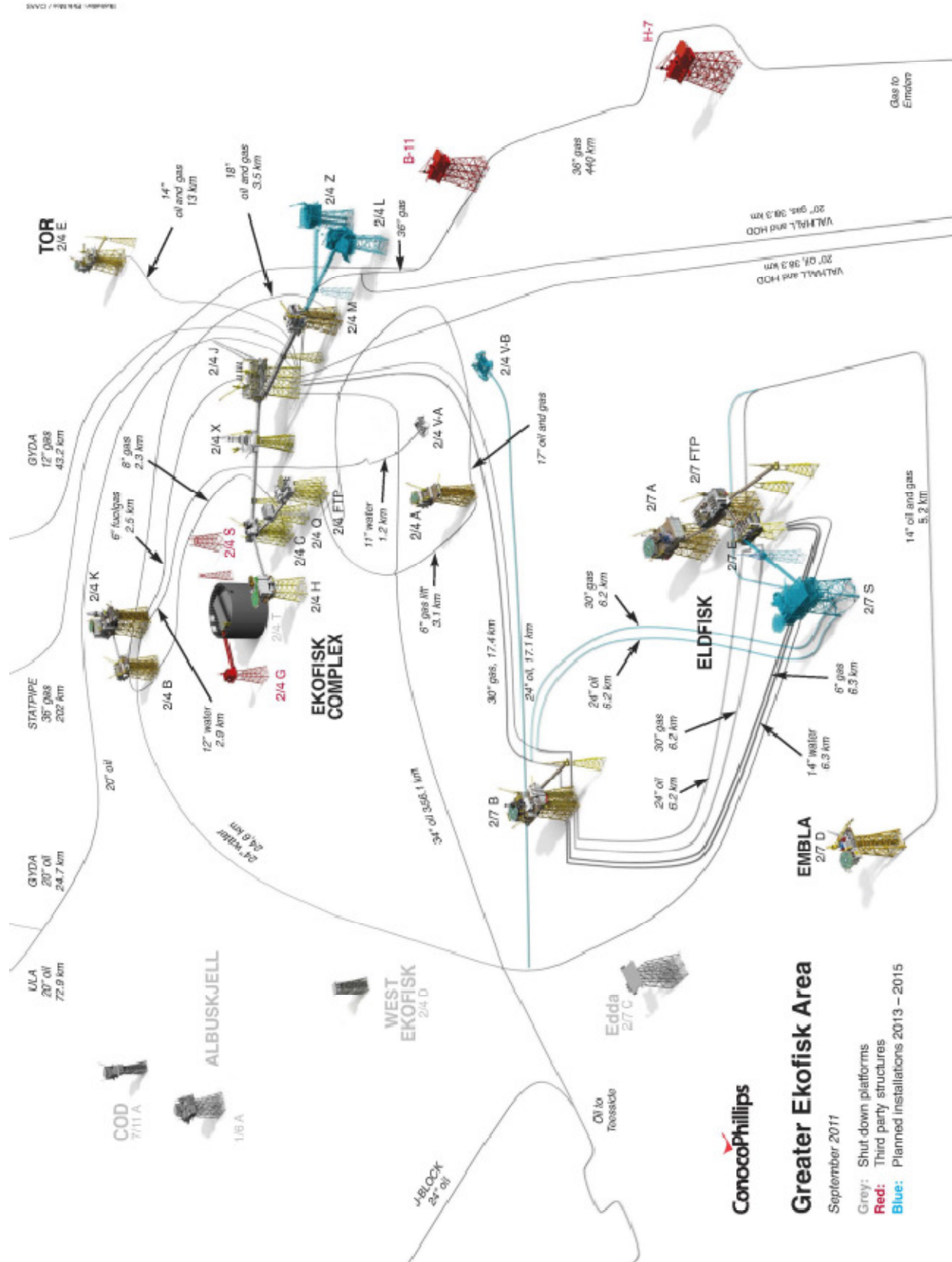
9.8 Websider

- ConocoPhillips sin hjemmeside: www.conocophillips.com
- ConocoPhillips Norge sin hjemmeside: www.conocophillips.no
- OSM, (2012). "Haven" at Ekofisk. [online] Tilgjengelig på:
http://www.osm.no/index.php?option=com_content&view=article&id=234:lhavenr-at-ekofisk&catid=6:osm-news&Itemid=166 [11.mai.2012].
- Palm, T., (2011). *Utslipp og konsekvenser for Ekofisk Sør og Eldfisk II*. [online] ZERO. Tilgjengelig på:
<http://www.zero.no/publikasjoner/Hoering%20Ekofisk%20soer%20og%20Eldfisk%200II.pdf> [11.mai 2012].
- ASIABearings [online bilde] Tilgjengelig på: <http://www.asiabearings.com/Slewing-Bearings/Single-Row-Crossed-Roller-Slewing-Bearing-Turntable-Bearing.html> [11.mai 2012].
- Anonym, (2005). *Definisjoner og tabeller*. [online] Tilgjengelig på:
http://home.c2i.net/soma_ingebrigtsen/public_html/oseanografi/Bolger/definisjoner.htm [20.mars 2012].
- Seatrax, (2009). *Automatic Overload Protection System*. [online] Tilgjengelig på:
<http://www.seatrax.com/PDFS/AOPS.pdf> [20.februar 2012].
- Norsk Oljemuseum, (2007). *Valhall* [online] Tilgjengelig på:
http://www.norskolje.museum.no/modules/module_123/proxy.asp?D=2&C=230&I=220 [2.mai 2012].
- Petroleumstilsynet, (2012). *Granskingsrapport*. [online] Tilgjengelig på:
http://www.ptil.no/getfile.php/Tilsyn%20p%C3%A5%20nettet/Granskinger/2011_849_Granskingsrapport%20etter%20brann%20p%C3%A5%20Valhall%20PCP%20og%200varsel%20om%20p%C3%A5legg.pdf [6.mai 2012].
- Lundberg, S. og Kaski, K.E. (2011). *Strøm fra land til olje- og gassplattformer* [online] Tilgjengelig på: <http://www.zero.no/publikasjoner/zerorapport-strom-fra-land.pdf> [21.juni 2012].

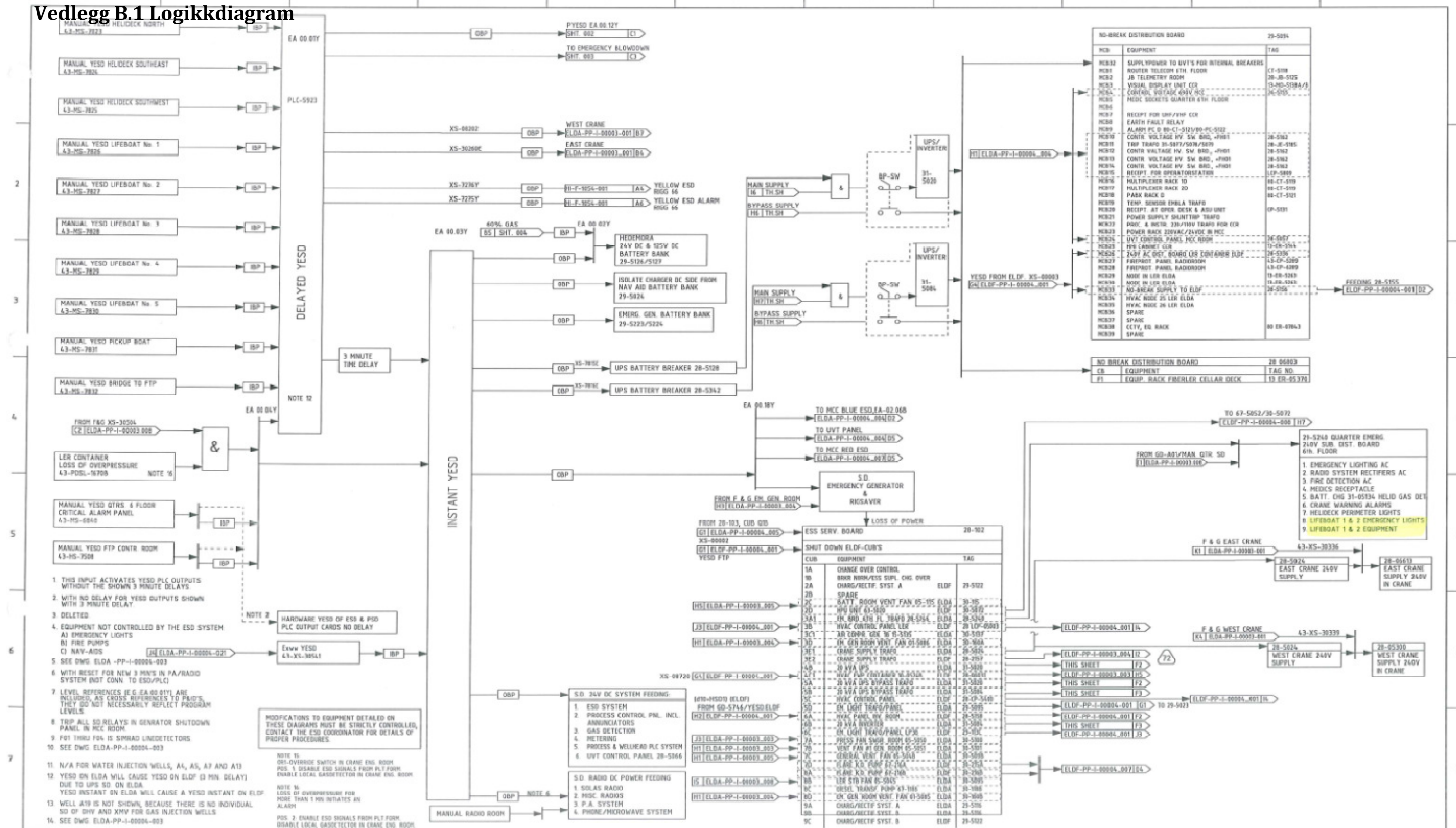
9.9 Andre

- Alle interne estimater og analyser levert av NOV kun som gjennomlesings materiell.
- Gjerde, T., (2009). *ATEX i praksis*. DNV.

Vedlegg A Oversiktskart av Ekofisk-området



Vedlegg B.1 Logikkdiagram



- THIS INPUT ACTIVATES YESD PLC OUTPUTS WITHOUT THE SHOWN 3 MINUTE DELAYS
- WITH NO DELAY FOR YESD OUTPUTS SHOWN WITH 3 MINUTE DELAY
- DELETED
- EQUIPMENT NOT CONTROLLED BY THE ESD SYSTEM
A) EMERGENCY LIGHTS
B) FIRE PUMPS
C) NAV-AIDS
- SEE DWG ELDA-PP-I-00004-003
- WITH RESET FOR NEW 3 MIN'S IN PA/RADIO SYSTEM (NOT CONN TO ESD/PLC)
- LEVEL REFERENCES (E.G. EA 00 01Y) ARE INCLUDED, AS CROSS REFERENCES TO P&IDs. THEY DO NOT NECESSARILY REFLECT PROGRAM LEVELS
- TRIP ALL SD RELAYS IN GENERATOR SHUTDOWN PANEL IN MCC ROOM
- F01 THRU F04 IS SPMRAD LINEDETECTORS
- SEE DWG ELDA-PP-I-00004-003
- N/A FOR WATER INJECTION WELLS, A1, A5, A7 AND A13
- YESD ON ELDA WILL CAUSE YESD ON ELD (3 MIN. DELAY) DUE TO UPS SD ON ELDA
- YESD INSTANT ON ELDA WILL CAUSE A YESD INSTANT ON ELD
- WELL A19 IS NOT SHOWN, BECAUSE THERE IS NO INDIVIDUAL SD OF DHV AND XHV FOR GAS INJECTION WELLS
- SEE DWG ELDA-PP-I-00004-003

NOTE 1:
OHI-OVERRIDE SWITCH IN CRANE ENG. ROOM
POS. 1 DISABLE ESD SIGNALS FROM PLC FORM
ENABLE LOCAL GASDETECTOR IN CRANE ENG. ROOM

NOTE 2:
LOSS OF OVERPRESSURE FOR MORE THAN 1 MIN INITIATES AN ALARM

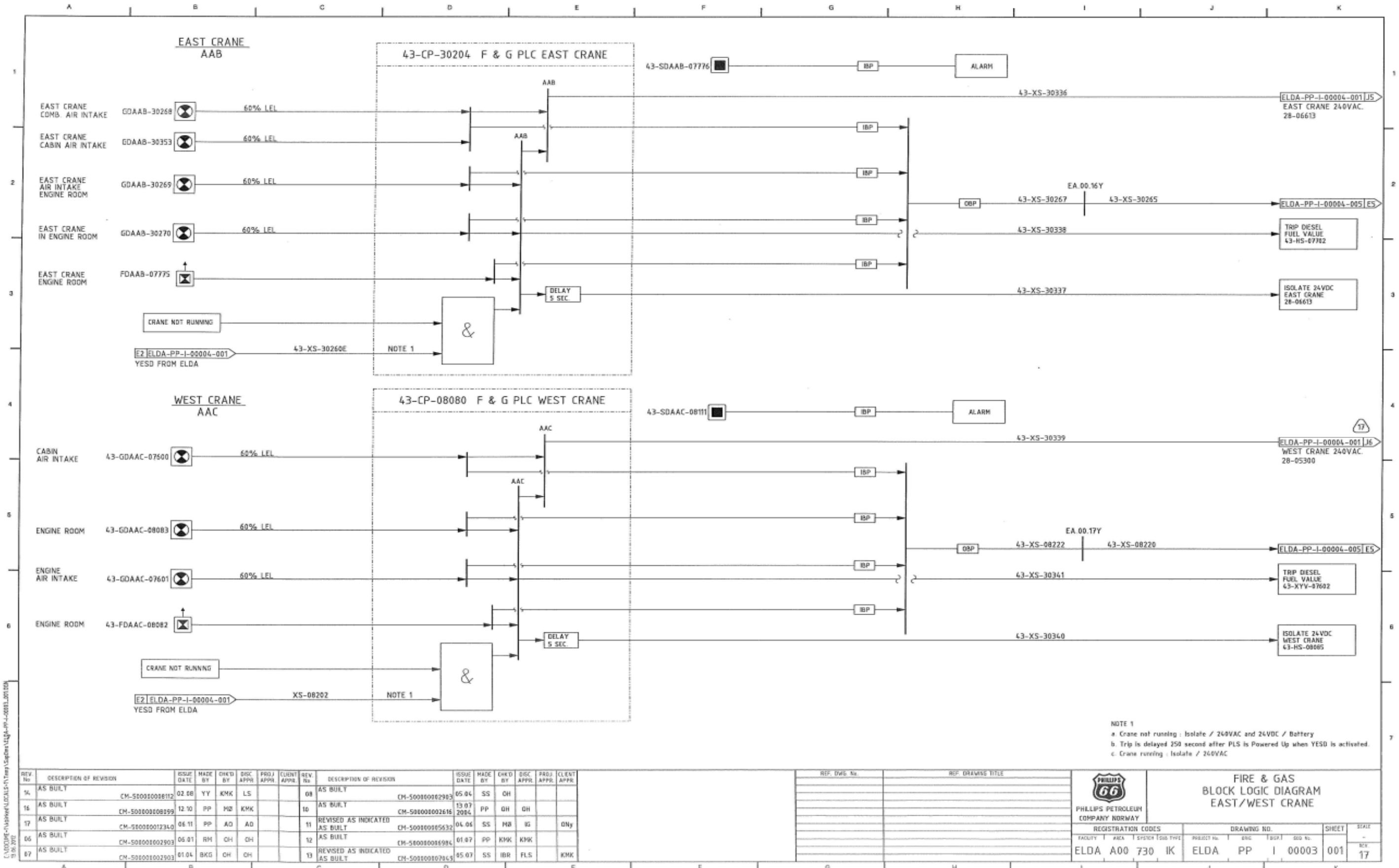
NOTE 3:
POS. 2 ENABLE ESD SIGNALS FROM PLC FORM
DISABLE LOCAL GASDETECTOR IN CRANE ENG. ROOM

REV. No.	DESCRIPTION OF REVISION	ISSUE DATE	MADE BY	CHK'D BY	DISC. APPR.	CLIENT APPR.	REV. No.	DESCRIPTION OF REVISION	ISSUE DATE	MADE BY	CHK'D BY	DISC. APPR.	CLIENT APPR.
68	AS BUILT CH-500000011093	03.11	MPE	MEx	KMK		58	AS BUILT CH-500000010309	11.09	PP	MEx	OJJSa	
59	AS BUILT CH-500000012340	05.11	RP	MEx	AO		59	AS BUILT CH-500000011132	03.10	RP	OH	KMK	
72	AS BUILT CH-500000011764	09.11	TTH	HO	AO		61	AS BUILT CH-500000009818	04.10	PP	QAP	KMK	
53	AS BUILT CH-500000008650	28.10 2008	RP	HO	LS		63	AS BUILT CH-500000008299	12.10	PP	HO	KMK	
54	AS-BUILT CH-500000008161	12.08	EG	AL	OJS		67	AS BUILT CH-500000012465	02.11	RP	MEx	KMK	

REF. DWG. No.	REF. DRAWING TITLE
F05D-75-E-0179	GAS DETECTOR SCHEDULE
ELDA-PP-I-00003 SHT.002	FIRE & GAS BLOCK LOGIC

REGISTRATION CODES	DRAWING NO.	SHEET
ELDA A00 750 IK	ELDA PP I 00004 001	72

Vedlegg B.2 Logikkdiragram av kranen



Vedlegg B.3 C&E- diagram, Eld A Østkran

FIRE & GAS CAUSE & EFFECT DIAGRAM

ELDA EAST CRANE 19 103

LOCAL F & G DETECTION UNIT 43-CP-30204

FIRE AREA AAB

Main Cause & Effect matrix with columns for TAGNO, QTY, DESCRIPTION, SETPOINT, and a grid for effects (1-67).

NOTES: 1. 'O' in CAE are actions in local F&G PLC 43-CP-03000... 2. a. Crane not running: Isolate / 240VAC and 24 VAC / Battery...

DRAWING REF. and TAG LIST section containing area safety chart and drawing references.

GENERAL NOTES section for additional project information.

Revision table with columns for REV. No., DESCRIPTION OF REVISION, ISSUE DATE, MADE BY, CHK'D BY, DISC. APPR., PROJ. APPR., CLIENT APPR., and a summary table with Phillips logo and drawing codes.

Vedlegg C Sikkerhetsfilosofi

Sikkerhetsfilosofi for kraner

Teknisk Sikkerhet i HMS&K

Utarbeidet av: E.A.Idland

Revisjon: 2

Dato: 12/06/2002

Når det gjelder bestemmelse av sikkerhetsfilosofi for kranene gjelder blant annet Oljedirektoratets innretningsforskrift §31 Brann og Gassdeteksjonssystem med veiledning, samt ISO 13702 vedlegg B.6 og Norsok S-001 kapittel 9.2. Med bakgrunn i dette ble følgende filosofi bestemt brukt i kranprosjektet:

1.0 Brann og Gass deteksjon:

Filosofien krever at det er en egen brann og gass sentral og en egen PLS (PLC) i kranen for å opprettholde overvåking av kranen ved Gul ESD på plattformen.

Dette krever også en egen batteribank i kranen.

Alle brann- og gassignaler overføres individuelt til plattformens eget brann- og gassystem (node eller sentral) for presentasjon på mimikk og skjerm.

1.1 Gassdeteksjon:

1 gassdetektor i forbrenningsluftinntaket for dieselmotor, 1 gassdetektor i luftinntaket for maskinrom/kabin og 1 gassdetektor i maskinrom.

1.2 Brann-deteksjon:

1.2.1 Flamme UV/IR:

Det skal være en flammedetektor (UV/IR) i maskinrommet.

1.2 Røk:

1 røkdetektor i kabin.

2.0 Nedstengingsaksjoner fra Brann og Gassdeteksjon:

2.1 Gass deteksjon:

2.1.1 20% LEL gass deteksjon:

- Hørbar/visuell alarm i kontrollrom (B&G mimic)
- Alarm i førerkabin

2.1.2 60% LEL Gass deteksjon i ventilasjons inntak:

- PA alarm
- Hørbar/visuell alarm i kontroll rom (B&G mimikk)
- Nedstenging av elektriske varmebatteri

- Nedstenging av ventilasjon (HVAC)
- Stenge brannspjeld
- Isolere AC essensiell kraft tilførsel til kranen (hovedstrøm)
- Isolere AC ikke essensiell HPU kraft leveranse til kranen
- Alarm i førerkabin, gult blinkende lys.

2.1.3 60% LEL Gass deteksjon i motorrom:

- PA alarm
- Hørbar/visuell alarm i kontroll rom (B&G mimikk)
- Nedstenging av elektriske varmebatteri
- Nedstenging av ventilasjon (HVAC)
- Stenge brannspjeld
- Isolere AC essensiell kraft tilførsel til kranen (hovedstrøm)
- Isolere AC ikke essensiell HPU kraft leveranse til kranen
- Alarm i førerkabin, gult blinkende lys.
- Stans diesel motor på krane / Isolere 24V batterier

2.2 Branneteksjon:

2.2.1 Flamme UV/IR:

- PA alarm
- Hørbar/visuell alarm i kontroll rom (B&G mimikk)
- Nedstenging av elektriske varmebatteri
- Nedstenging av ventilasjon (HVAC)
- Stenge brannspjeld
- Isolere AC essensiell kraft tilførsel til kranen (hovedstrøm)
- Isolere AC ikke essensiell HPU kraft leveranse til kranen
- Stans diesel motor på krane/Isolere 24V DC batterier
- Alarm i førerkabin
- Start brannpumper på plattformen

2.2.2 Røykdeteksjon:

- Hørbar/visuell alarm i kontroll rom (B&G mimikk)
- Alarm i førerkabin

3.0 Nødnedstenginger av kraner:

Det skal være manuell reset for å muliggjøre oppstart av kran ved Gul ESD.

3.1 Nivå GUL ESD:

- Kranen stopper på Gul ESD når den ikke er i drift.
- Kranen skal fortsatt være operativ når den er i drift ved aktivering av Gul ESD. Dette for å kunne sikre last og kranbom før kranen forlates og eventuelt fjerne kranbom fra helikopterdekk.
- Overbroings (by-pass)/resett i kran på Gul ESD nivå.

4.0 Vurdering:

Konklusjon er at det anbefales at **filosofi som beskrevet ovenfor skal gjelde for alle kraner**. Dette er en sikkerhetsmessig god løsning, og oppfyller intensjonen i OD's regelverk.

Når det gjelder gassdeteksjon vil plassering av detektorene slik som beskrevet ovenfor sikre pålitelig deteksjon av gass. Deteksjon av gass blir uavhengig av kranposisjon og også mest mulig uavhengig av værforhold (vindretning).

Flammedektoren sikrer at vi får alarm og stenger ned kranen så tidlig som mulig ved en eventuell brann i maskinrommet.

Nedstenging av kraner er plassert på Gul ESD i logikk hierarkiet. Det vil si at det normalt ikke skal være mulig å operere kranen etter at Gul ESD er aktivert. Dette avvikes når kranen er i drift slik at den ikke vil bli stengt ned på Gul ESD. Normal prosedyre er da å sikre last og kranbom samt fjerne kranbom fra helikopterdekket og deretter stenge ned kranen. I tillegg er det en by-pass mulighet som gjør at kranen kan startes og brukes når spesielle situasjoner tilsier at det er forsvarlig å operere kranen etter at GUL ESD er aktivert.

Identifiserte kranoperasjoner hvor stopp vil kunne forårsake risiko:

- Frakting av personell
- Kjøring/operasjon av last fra båt ved høy sjø
- Operasjon av rør i basket
- Ved boring Blå ESD
- Operasjon over helikopterdekk
- Operasjon ved aktivering av Gul ESD (skal normalt ikke forekomme)

Evakuering ved hjelp av personellkurv skal normalt foregå før Gul ESD er aktivert. Personellkurv skal normalt brukes innledningsvis i en evakuerings situasjon før forlat plattform varsel (Gul ESD) med full evakuering er iverksatt (kranen stenges ned).

Vedlegg D Vedlikeholdsintervaller på en dieselmotor

SNBU7917-02

47

 Vedlikeholdsdel
 Skjema for vedlikeholdsintervaller

Skjema for vedlikeholdsintervaller

SMCS-kode: 1000; 7500

Før det utføres noen form for betjening eller vedlikehold må alle sikkerhetsinformasjoner, advarsler og instruksjoner leses og forstås.

Hvis ikke de gjeldende vedlikeholdsintervaller respekteres kan det føre til reduksjon i motorens ytelse og/eller raskere slitasje på motorkomponenter.

Før hvert vedlikeholdsintervall utføres, skal alle kravene om vedlikehold fra det forrige intervallet være utført.

Etter behov

Etterkjøler - rengjør/test register	49
Batteri - Skift	51
Batteri eller batterikabel - koble fra	52
Motor - rengjør	65
Peilepinne for motorolje - kalibrer	66
Lagingsprosedyre for motor - Kontroller	73
Drivstoffsystem - lufting	74
Varmeveksler - Inspiser	82
Sjøvannssil - Rengjør/Inspiser	87
Sinkstaver - inspiser/skift	90

Daglig

Filter for lukket veivhusventilasjon (CCV) - Kontroller filterindikator	53
Kjølesystem - kontroller kjølevæsknivå	58
Motor - inspiser luftfilterindikator	63
Motor - kontroller oljenivå	66
Drivstoffsystem - drener vannutskiller	74
Marinegirkasse - kontroller oljenivå	83
Gå-omkring-inspeksjon	89

Hver 50. driftstimer eller ukentlig

Etterkjøler - inspiser/rengjør dreneringsventil for kondensvann	49
Sjøvannssil - Rengjør/Inspiser	87
Sinkstaver - inspiser/skift	90

Første 500. driftstimer (for nye, avtappede og konverterte systemer)

Kjølevæske (nivå 2) - Ta prøve	60
--------------------------------------	----

Hver 500. driftstimer

Kjølevæske (nivå 1) - Ta prøve	59
--------------------------------------	----

Hvert år

Kjølevæske (nivå 2) - Ta prøve	60
--------------------------------------	----

Hver 3000. driftstimer

Etterkjølerregister - Skift	50
-----------------------------------	----

Første 14 400 L (3750 US gal) drivstoff eller første 250 driftstimer

Motor - inspiser/juster ventilklaring	73
---	----

Hver 14 400 L (3750 US gal) drivstoff eller hver 250. driftstimer eller årlig

Etterkjøler - inspiser/rengjør dreneringsventil for kondensvann	49
Kilereim for dynamo - kontroller/juster/skift	50
Ekstern vannpumpe (Gummiimpeller) - Inspiser ..	51
Elektrolyttnivå i batteri - kontroller	52
Kjølevæsketilsetning (SCA) - test/etterfyll	60
Motor - rengjør/skift luftfilterelement	62
Motor - rengjør	65
Motor - rengjør åndefilter for veivhuslufting	65
Motor - ta oljeprøve	67
Motor - skift olje og filter	68
Drivstoffsystem - skift forfilter (vannutskiller)	74
Drivstoffsystem - skift finfilter	75
Drivstofftank - drener vann og sedimenter	81
Slanger og klemmer - inspiser/skift	82

Hver 28 500 L (7500 US gal) drivstoff eller hver 500. driftstimer eller hvert år (Dyp bunnpanne)

Motor - skift olje og filter	68
------------------------------------	----

Hver 57 000 L (15 000 US gal) drivstoff eller hver 1000. driftstimer

Etterkjøler - rengjør/test register	49
Motor - skift oljeutskillerfilter for lukket veivhuslufting (CCV)	53
Turbolader - kontroller	88


Hver 170 400 L (45 000 US gal) drivstoff eller hver 3000. driftstimer

Ekstern vannpumpe (Bronseimpeller) - Inspiser ...	51
Kjølesystem - skift kjølevæske (DEAC)	54
Kjølesystem (ELC) - tilsett Extender	58
Kjølesystem - skift termostat	61
Vibrasjonsdemper for veivaksel - kontroller	62
Motorfester - kontroller	66
Sensor for motorturtall/innstilling - kontroller/rengjør/ kalibrer	72
Motor - inspiser/juster ventilklaring	73
Motorens ventilrotatorer - kontroller	73
Varmeveksler - Inspiser	82
Startmotor - kontroller	87


Hver 284 000 L (75 000 US gal) drivstoff eller hver 5000. driftstimer

Dynamo - kontroller	50
---------------------------	----


Vedlegg E.1 Installasjonskostnad på diesel-hydraulisk kran

 Front End Loading (FEL) Cost Estimate		
Prosj Heading: Diesel - Hydraulic run Crane		
Short description: This estimate is provided with estimated Management, Engineering, Procurement, Prefabrication, Installation, Test & Commissioning and Documentation of this scope: Installation of new Diesel - Hydraulic Run Crane at Ekofisk platforms (This estimate is for education purpose / Master Thesis) the estimate is provided with procurement cost from NOV MNOK 26, 0. All other phases & disciplines is estimated / assumed. This estimate includes for 40% contingency and is a total estimate in accordance to GEMC (Greater Ekofisk Modification contract) performance. NB! Assumed weight of existing crane are 45 ton and 45 ton for new crane. EL-power cable is existing in this case.		
Platform / Plant	2/4 Ekofisk	
AFE No	Jxxx	
Z8 & AR No	xxxx	
Estimate date:	14.06.2012	Estimating Class FEL 0
ESTIMATE	MAN-HOURS	COST KNOK
Contractor Prov. Equipment & Materials		0
Contractor Indirect management	4 988	3 840
Contractor Management level 1		2 043
Contractor engineering (define, execute, follow-on & As-built)	21 653	15 287
Contractor onshore construction	235	144
Contractor offshore construction direct & indirect	6 498	4 059
Contractor extraordinary shut down cost	-	0
CONTRACTOR SUBTOTAL MAN-HOURS & COST	33 373	25 373
COPNo project management	1 613	1 945
COPNo engineering	748	901
Procurement (Equipment Rental)	-	26 431
COPNo SV cost (paint, insulation, scaffolding - RAT)	1 192	977
3 Party contractor	0	0
General (incentive and warehouse)	-	1 167
COPNO SUBTOTAL MAN-HOURS & COST	3 552	31 421
Logistics (catering, helicopters, warehouse & supply boat)	-	1 549
Lifting vessel & marine sub sea vessel	-	0
Warehouse	-	807
Other	-	0
Flotel	-	6 221
COPNO SUBTOTAL LOGISTICS & MARINE COSTS	-	8 576
Contingency 40,00 %	-	25 681
Escalation	-	1 926
SUBTOTAL CONTINGENCY & ESCALATION	-	27 608
TOTAL PROJECT MAN-HOURS & COSTS	36 926	92 978
Contractor estimate	0	0
Difference	36 926	92 978
Estimated by:	Arvid Iversen	Signature:
Engineering PPF resp.	Søndena Marit	Signature:
COPNO Facility Leader		Signature:
COPNO Engineering Leader		Signature:

Vedlegg E.2 Installasjonskostnad på elektro-hydraulisk kran

 Front End Loading (FEL) Cost Estimate			
Prosj Heading: EL- Hydraulic run Crane			
Short description: This estimate is provided with estimated Management, Engineering, Procurement, Prefabrication, Installation, Test & Commissioning and Documentation of this scope: Installation of new EL-Hydraulic Run Crane at Ekofisk platforms (This estimate is for education purpose / Master Thesis) the estimate is provided with procurement cost from NOV MNOK 25, 7. All other phases & disciplines is estimated / assumed. This estimate includes for 40% contingency and is a total estimate in accordance to GEMC (Greater Ekofisk Modification Contract) performance. NBI Assumed weight of existing crane are 45 ton and 38 ton for new crane. EL- power cable is estimated as new in this estimate.			
Platform / Plant	2/4 Ekofisk		
AFE No	Jxxx		
Z8 & AR No	xxxx		
Estimate date:	14.06.2012	Estimating Class	FEL 0
ESTIMATE	MAN-HOURS	COST KNOK	
Contractor Prov. Equipment & Materials			0
Contractor Indirect management	5 618		4 326
Contractor Management level 1			2 265
Contractor engineering (define, execute, follow-on & As-built)	21 912		15 470
Contractor onshore construction	232		142
Contractor offshore construction direct & indirect	9 619		6 013
Contractor extraordinary shut down cost	-		0
CONTRACTOR SUBTOTAL MAN-HOURS & COST	37 381		28 216
COPNo project management	1 817		2 190
COPNo engineering	751		905
Procurement (Equipment Rental)	-		27 057
COPNo SV cost (paint, insulation, scaffolding - RAT)	1 733		1 427
3 Party contractor	0		0
General (incentive and warehouse)	-		1 298
COPNO SUBTOTAL MAN-HOURS & COST	4 300		32 877
Logistics (catering, helicopters, warehouse & supply boat)	-		2 235
Lifting vessel & marine sub sea vessel	-		0
Warehouse	-		868
Other	-		0
Flotel	-		9 025
COPNO SUBTOTAL LOGISTICS & MARINE COSTS	-		12 127
Contingency 40,00 %	-		28 769
Escalation	-		2 158
SUBTOTAL CONTINGENCY & ESCALATION	-		30 927
TOTAL PROJECT MAN-HOURS & COSTS	41 681		104 147
Contractor estimate	0		0
Difference	41 681		104 147
Estimated by:	Arvid Iversen	Signature:	
Engineering PPF resp.	Sondenaa Marit	Signature:	
COPNO Facility Leader		Signature:	
COPNO Engineering Leader		Signature:	

Vedlegg E.3 Installasjonskostnad på helelektrisk kran

 Front End Loading (FEL) Cost Estimate			
Prosj Heading: EL-Run Crane			
Short description: This estimate is provided with estimated Management, Engineering, Procurement, Prefabrication, Installation, Test & Commissioning and Documentation of this scope: Installation of new EL- Run Crane at Ekofisk platforms (This estimate is for education purpose / Master Thesis) the estimate is provided with procurement cost from NOV MNOK 30, 0. All other phases & disciplines is estimated / assumed. This estimate includes for 40% contingency and is a total estimate in accordance to GEMC (Greater Ekofisk Modification contract) performance. NBI Assumed weight of existing crane are 45 ton and 38 ton for new crane. EL- power cable is estimated as new in this estimate.			
Platform / Plant	2/4Ekofisk		
AFE No	Jxxx		
Z8 & AR No	xxxx		
Estimate date:	14.06.2012	Estimating Class	FEL 0
ESTIMATE	MAN-HOURS	COST KNOK	
Contractor Prov. Equipment & Materials			0
Contractor Indirect management	5 616		4 324
Contractor Management level 1			2 265
Contractor engineering (define, execute, follow-on & As-built)	21 907		15 466
Contractor onshore construction	231		142
Contractor offshore construction direct & indirect	9 615		6 011
Contractor extraordinary shut down cost	-		0
CONTRACTOR SUBTOTAL MAN-HOURS & COST	37 369		28 208
COPNo project management	1 816		2 190
COPNo engineering	750		905
Procurement (Equipment Rental)	-		31 356
COPNo SV cost (paint, insulation, scaffolding - RAT)	1 732		1 426
3 Party contractor	0		0
General (incentive and warehouse)	-		1 297
COPNO SUBTOTAL MAN-HOURS & COST	4 299		37 174
Logistics (catering, helicopters, warehouse & supply boat)	-		2 234
Lifting vessel & marine sub sea vessel	-		0
Warehouse	-		929
Other	-		0
Flotel	-		9 021
COPNO SUBTOTAL LOGISTICS & MARINE COSTS	-		12 185
Contingency 40,00 %	-		30 508
Escalation	-		2 288
SUBTOTAL CONTINGENCY & ESCALATION	-		32 796
TOTAL PROJECT MAN-HOURS & COSTS	41 668		110 361
Contractor estimate	0		0
Difference	41 668		110 361
Estimated by:	Arvid Iversen	Signature:	
Engineering PPF resp.	Søndena Marit	Signature:	
COPNO Facility Leader		Signature:	
COPNO Engineering Leader		Signature:	

Vedlegg F "Strøm fra land til olje- og gassplattformer"

6 Fremtidige elektrifiseringsprosjekter

I de neste kapitlene vil ZERO presentere fire ulike caser som viser hvor en kan gjennomføre en elektrifisering, med hva slags prisantydning og med hvor store CO₂-kutt.

På kostnadssiden er det stor uenighet blant forskere og analytikere om prisnivået. Her har vi derfor valgt å basere oss på rapporter som er utgitt, og på høringsuttalelser til rapportene.

En av utfordringene med områdeelektrifisering i dag er at koordineringen mellom selskapene ikke er god nok. Ofte er utbyggingene av oljefelt i ulike tidsfaser, noe som gjør at noen felt har planlagt oppstart tidligere enn andre. Dette har medført at elektrifiseringsprosjekt som ikke bare har en svært lav tiltakskostnad, men som også kan være lønnsomme, ikke blir realisert. Ofte kan grunnene til dette være at selskapene allerede har foretatt pre-investeringer blant annet i gassturbiner, eller at elektrifisering vil medføre forsinkelser i prosjektet.

Et eksempel på at slike pre-investeringer blir gjort er Skarvutbyggingen i Norskehavet. Da PUD for Skarvfeltet ble behandlet i energi- og miljøkomiteen på Stortinget, hadde tiltakshaver allerede gjort betydelige pre-investeringer, noe som gjorde elektrifisering betraktelig mer kostbart. For Luno-utbyggingen i Nordsjøen ser et annet kostnadsaspekt ut til å kunne stanse elektrifiseringen. Her ønsker ikke oljeselskapet Lundin å gå videre i arbeidet med elektrifisering, fordi dette vil forsinke selskapets prosesser, og dermed gjøre tiltaket mer kostbart. Begge disse tilfellene indikerer at en bør være varsom med å tillegge selve kostnaden ved elektrifisering for stor betydning. Ofte er det prosessen frem mot elektrifiseringen som kan fordyre den, ikke selve tiltaket. Det vil derfor være viktig å se på hvilke virkemidler som kan benyttes for å kunne foreta tidskritiske investeringer i elektrifisering.

De fire områdene som blir vurdert i det følgende, er del-elektrifisering henholdsvis av sørlige Nordsjø, midtre Nordsjø, nordlige Nordsjø og Norskehavet. Vi har også lagt inn nye felt som er funnet og bør vurderes utbygd med kraft fra land.

I case-studiene tar vi i betraktning energiproduksjon, etterspørsel og balansen i kraftmarkedet. Her har vi brukt oversikten over antall søkte og meldte fornybarprosjekter fra NVEs nettsider og Statnetts nettutviklingsplan fra 2010.

I 2009 ba regjeringen om en vurdering fra Oljedirektoratet over forventet kraftetterspørsel til plattformene fra land i årene frem mot 2025. Her laget Oljedirektoratet to ulike scenarier, ett med lav kraftetterspørsel og ett med høy kraftetterspørsel. I det høye scenariet ligger det inne en elektrifisering av eksisterende innretninger i nordlige Nordsjø og en mindre elektrifisering av nye felt i Norskehavet. Da vil man totalt trenge en økt elektrisitetsforsyning på 8 TWh. I sin utregning så Oljedirektoratet kun på oppdagede ressurser.

Også i Oljedirektoratets rapport fra 2008 ble de fire ovennevnte områdene vurdert, med tre ulike scenarier:

- Dedikert kraftproduksjon fra gasskraftverk med karbonfangst og -lagring.
- Kraft fra markedet, fysiske effekter.
- Kraft fra markedet med utslippsforpliktelser og kvotehandel.

Alternativ 2 og 3 er likt i den forstand at kraften blir hentet fra markedet, men forskjellen er at alter-

nativ 2 har innregnet klimagassutslipp. Rapporten fra oljedirektoratet fra 2008 forutsetter at kraften fra markedet kommer fra det europeiske markedet, og dermed har utslipp av klimagasser ved produksjon. Alternativ 3 har derimot regnet inn at utslippene som kommer, allerede er regulert gjennom utslippsforpliktelse og kvotehandel

Alle kostnadsestimatene som senere blir presentert i denne rapporten, vil enten gjelde for alternativ 1, dedikert kraftproduksjon, eller alternativ 2, kraft fra markedet. Grunnen til dette er Oljedirektoratet i sin rapport fra 2008 hadde vansker med å regne på tallene knyttet til alternativ 3. Dette skyldtes usikkerheter rundt kvotepris og andre utslippsforpliktelse på kontinentet.

Det som er viktig å legge merke til, er at rapporten fra Oljedirektoratet ikke viser dedikert fornybar energi. Den forutsetter import av kraft, og tar verken i betraktning havvind eller den økte produksjonen av fornybar energi i Norge som alternativer. Gjennom vår rapport synliggjøres potensialet for økt fornybar kraftproduksjon i regionene som vil komme til å måtte forsyne eventuelle elektrifiserte plattformer.

I rapporten Klimakur 2020, som ble lagt frem i 2010, ble det også presentert mulige del-elektrifiseringer for sørlige Nordsjø, midtre Nordsjø, nordlige Nordsjø og Norskehavet. Klimakur anslår at det er mulig å kutte utslippene med nærmere 3 millioner tonn CO₂ ved å gjennomføre en del-elektrifisering av alle felt. I utredningen har forfatterne også anslått at det vil være mulig å kutte utslippene fra nye plattformer med mellom 200 000 tonn og 1,5 millioner tonn CO₂.

Ved økonomiske beregninger for å gjennomføre klimatiltak, som elektrifisering, blir det regnet ut en tiltakskostnad. Denne reflekterer prisen tiltaket vil medføre per redusert tonn CO₂.

7 Sørlege Nordsjø

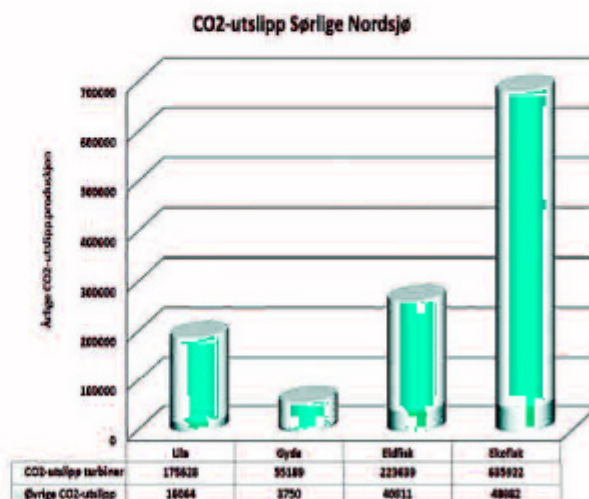
I sørlege Nordsjø er det i dag tolv felt i drift. I rapporten fra Oljedirektoratets rapport fra 2008 er det vurdert en del-elektrifisering av feltene Ula, Gyda, Eldfisk og Ekofisk i sørlege-Nordsjø. I ODs studie vil kraften fra land føres fra Lista. Ifølge rapporten er kraftlinjenettet til Lista forventet sterkt, og en elektrifisering av området er ikke ventet å føre til nye kraftlinjeutbygginger. En oversikt fra NVE viser at det er planlagt flere store fornybarprosjekter i årene fremover.

7.1 Aktuelle felt i sørlege Nordsjø

Ekofisk og **Eldfisk** er to felt som ligger ca. 30 kilometer fra hverandre i den sørlege delen av Nordsjøen, om lag 300 kilometer fra land. Feltene har vært i produksjon henholdsvis siden 1971 og 1979. ConocoPhillips er operatør på begge feltene.

Ula ligger 65 kilometer fra Ekofisk-feltet. Funnet ble gjort i 1978 og satt i produksjon i 1986. På feltet er BP operatør. Feltet har 21,3 millioner Sm³ o.e. igjen i reservoaret.

Gyda ligger midt mellom Ekofisk og Ula, 43 kilometer nordvest for Ekofisk-feltet. Operatør for feltet er Talisman. Funnet ble gjort i 1980 og har vært i produksjon fra 1990. Feltet er i dag i såkalt haleproduksjon, og operatøren erfarer utfordringer med å holde oljeproduksjonen oppe. Gyda har totalt 2,4 millioner Sm³ o.e. igjen i reservoaret.



Figur 3. CO₂-utslipp fra feltene i sørlege Nordsjø.

7.2 Fremtidige felt i sørlege Nordsjø

Funnet **Tommeliten Alpha** og **Tor**-feltet er de mest aktuelle kandidatene for utvikling/videreutvikling. Tor-feltet har vært i produksjon siden 1978, og innretningen har begrenset levetid. Operatøren er derfor nødt til å gjøre et valg for videreutvikling av Tor-feltet, og av kraftleveranse for feltet. De betydelige gjenværende ressursene i området forventes å gi grunnlag for en videre utbygging parallelt med produksjon av Ekofisk og Eldfisk frem mot 2050.

I etterkant av studien fra Oljedirektoratet har det blitt gjort nye funn i sørlege Nordsjø, blant annet Breamfeltet.

Bream ble påvist i 1972, men lisensen for feltet ble levert tilbake i 1994 og delt ut på nytt i 2007. Operatør for feltet er BG Norge. Det er forventet at reservoarene inneholder 5,8 millioner Sm³ o.e.



Ekofisk var det første feltet på norsk sokkel som kom i produksjon. Feltet ble oppdaget av Phillips Petroleum Company høsten 1969 og var på det tidspunktet det største oljefeltet noen sinne funnet til havs. Foto: ConocoPhillips.

24 • Strøm fra land til olje- og gassplattformer

7.3 Elektrifiseringsarbeid/status

BP gjennomførte i 2009 en studie i samarbeid med ConocoPhillips av elektrifisering av Ekofisk, Eldfisk og Ula. Denne studien ble avsluttet i 2010 ettersom BP ønsket å utvide de eksisterende kraftgeneratorene på Ula frem mot 2028, fremfor å gjennomføre en elektrifisering.

Både Ekofisk og Eldfisk står overfor store ombygginger, særlig Ekofisk. ConocoPhillips leverte plan for utbygging og drift (PUD) for feltene våren 2011. Her kom det frem at selskapet vil øke utvinningsgraden for olje fra Ekofisk og Eldfisk-feltet med henholdsvis 2,5 og 6,5 prosent. Totalt vil dette øke utvinningen fra de to feltene med om lag 470 millioner fat oljeekvivalenter. Da Stortinget behandlet PUD for Ekofisk og Eldfisk, ble det besluttet ikke å elektrifisere, men fortsatt å drive feltene med gass turbiner.

I vedtaket som er gjort i Stortinget, står det at:

Rettighetshaverne skal fremlegge en fornyet vurdering vedrørende bruk av kraft fra land til innretningene i Ekofisk-området. I tillegg er det avsatt plass på den nye 2/4 Z-plattformen slik at Ekofisk-området kan få kraft fra land dersom dette skulle bli en aktuell løsning i fremtiden.

En av utfordringene med å elektrifisere et eksisterende felt er at feltet er nødt til å stenges ned i perioden ombyggingen foregår, og det er omfattende investeringer som må gjøres. Dette medfører da økonomiske tap. Ettersom Ekofisk stod overfor en stor utbygging, og uansett ville måtte stenge ned under denne, hadde regjeringen og petroleumsmyndighetene en enestående anledning til å få gjennomført et av de største elektrifiseringsprosjektene i Norge. Her var det snakk om å gjennomføre investeringer i 60-milliardersklassen, men elektrifisering ble fortsatt ikke pålagt utbyggerne, fordi tiltaket etter deres beregninger ville være for kostbart.

I Klimakur er det lagt til grunn en del-elektrifisering for sørlige Nordsjø som vil føre til at utslippene reduseres med 420 000 tonn CO₂. Disse anslagene baserer seg på en del-elektrifisering av områdene som ble utredet i Oljedirektoratets rapport fra 2008.

7.4 Kostnader ved elektrifisering i Sørlige Nordsjø

I rapporten fra Oljedirektoratet er det lagt til grunn en tiltakskostnad for området på 1850 kroner per tonn ved å hente kraften fra markedet, og en tiltakskostnad på 1600 kroner per tonn ved dedikert gasskraftproduksjon. ODs rapporten legger til grunn en delelektrifisering av Ekofisk, Eldfisk og Ula.

I sin PUD for Eldfisk- og Ekofisk-feltet legger ConocoPhillips til grunn en tiltakskostnad på 3585 kroner per tonn CO₂ ved en levetid på feltene frem til 2049.

I sin vurdering av kostnadene ved elektrifisering av de to feltene i PUD-prosessen legger Oljedirektoratet til grunn langt lavere tiltakskostnad enn hva tiltakshaver selv gjør. Her opererer Oljedirektoratet med en tiltakskostnad på 1878 kroner per tonn redusert CO₂. I denne vurderingen ligger kun Ekofisk og Eldfisk inne i regnestykket, og det er ventet at summen vil bli betraktelig lavere dersom nye felt blir koblet på. Her er mulige felt Tommeliten Alpha, en videreutvikling av Tor-feltet, og Bream.

Kostnadene som er lagt til grunn av Oljedirektoratet i rapporten fra 2008, har møtt kritikk fra flere hold. Blant annet har Bellona gjort sine egne utregninger av tiltakskostnad ved elektrifisering av sørlige Nordsjø med dedikert vannkraft. I deres beregninger vil tiltakskostnaden for elektrifisering av området

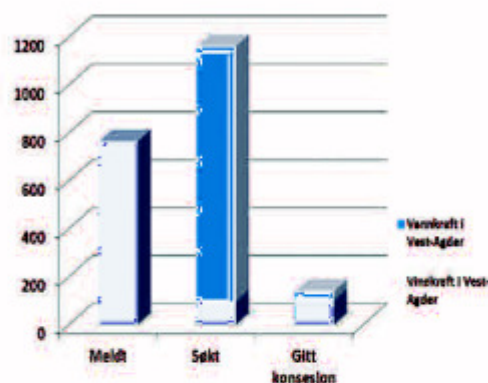
ligge på mellom 642 og 937 kroner per tonn, med en kraftpris på mellom 35 og 45 øre/kWh (Bellona 2009).

I Klimakur 2020 er kostnadene for elektrifisering av sørlige Nordsjø beregnet til 1350 kroner per tonn.

7.5 Kraftbalansen i området

I sin rapport fra 2008 anslår Oljedirektoratet at man vil trenge en effekt på om lag 142 MW for å kunne elektrifisere eksisterende plattformer i sørlige Nordsjø.

Ifølge Statnetts nettutviklingsplan fra 2010 er hovedutfordringene for Sørlandet og Sørvestlandet forsyningssikkerheten inn til Stavangerområdet. Det er derfor planlagt en ny 420 kV ledning fra Lyse til Støleheia. Det vil også bli foretatt en spenningsoppgradering fra 300 kV til 420 kV av Vestre korridor. Dette er eksisterende forbindelse mellom Kristiansand – Feda – Tonstad – Lyse – Saudal – Sauda, og den vil være viktig for å håndtere ny fornybarproduksjon (Statnett 2011). Forbindelsen er ventet å ferdigstilles innen 2016. Det er derimot ikke planlagt noen nye kraftlinjer eller spenningsoppgraderinger i Lista-området.



Figur 4. Meldte, søkte og gitte konsesjoner for fornybar kraft i Vest-Agder

Det er tenkt at kraften til å forsyne plattformene vil kobles på kraftnettet ved Lista i Vest-Agder. Ved gjennomgang av utbyggingsprosjektene for fornybar energi som ligger til behandling i NVE, er det bare i Vest-Agder totalt meldt 756 MW vindkraft, søkt om å bygge ut 95 MW, og gitt konsesjon til 102 MW. Hva gjelder vannkraft, er det søkt om å bygge ut over 1000 MW i Vest-Agder.

Det er planlagt en stor utbygging av vindkraft og vannkraft i regionen som er tilknyttet sørlige Nordsjø. Lista vindpark blir den første vindparken som blir realisert i dette området, og det er planlagt flere andre vindparker og vannkraftutbygginger. Når disse vil bli realisert, er vanskelig å forutsi, ettersom de er på ulike stadier i saksbehandlingen. Men flesteparten av vindprosjektene har allerede søkt konsesjon fra NVE og venter på endelig behandling av konsesjonen, eller på klagebehandling i OED. Med tanke på nettilknytning for økt kraftproduksjon er det i dette området at det er mest ledig kapasitet i nettet. Dette vil si at man på Sørlandet/Sør-Vestlandet har en mulighet til å mate inn 1000-1200 MW ny strøm (Statnett 2010).

7.6 Vurdering av mulig elektrifisering

Stortinget og petroleumsmyndighetene behandlet i 2011 ConocoPhillips' PUD for videreutvikling av Ekofisk og Eldfisk. Her hadde myndighetene mulighet til å kreve elektrifisering, og til å sørge for betydelige utslippskutt på norsk sokkel de neste 40 årene. Det ble i stedet vedtatt at feltene fortsatt skulle få kraften fra gasturbiner offshore. I stortingsvedtaket står at operatøren skal legge frem en ny vurdering av elektrifisering i 2012. ZERO forventer at Ekofisk og Eldfisk sees i sammenheng med de andre feltene i området, og at det ikke blir foretatt noen investeringer som er med på vanskeliggjøre en område-elektrifisering her. For at det skal skje fremgang i elektrifiseringsarbeidet med Ekofisk, må myndighetene,

og spesielt Oljedirektoratet, følge operatøren tett videre for å sikre fremdrift i samordningsstudier med andre nærliggende felt.

Kostnadsestimatene viser at det fortsatt er stor uenighet om den reelle prisen på elektrifisering, og at det burde lages egne utredninger av bruk av dedikert vann- og/eller vindkraft. Dette er noe Oljedirektoratet må ta ansvaret for videre, i samarbeid med Klima- og forurensingsdirektoratet (Klif). Slik vil man kunne få større synergier mellom oljepolitikken og klimapolitikken.

ZERO mener det er avgjørende å få til en samordnet kraftforsyning i Ekofisk-området. Her vil man kunne kutte store utslipp fra petroleumssektoren, og Ekofisk, en av de største kjempene på norsk sokkel, vil kunne bli forsynt av ren strøm fra land. I arbeidet videre med en samordnet kraftforsyning er det viktig at også Ula, Bream, Gyda og Tor inkluderes i kraftløsningen.

Sørlige Nordsjø er ett av områdene ZERO mener skal prioriteres høyere i arbeidet med elektrifisering av eksisterende plattformer. Ved å foreta en del-elektrifisering av plattformene i området vil en ifølge Klimakur 2020 kunne kutte klimagassutslippene med nærmere 420 000 tonn CO₂ årlig. Ved en hel-elektrifisering vil det derimot være mulig å kutte utslippene i Ekofiskområdet med 1,09 millioner tonn CO₂.

Kraftbalansen i området er god og vil tåle en økt utmating av kraft mot Nordsjøen. De nye linjene og spenningsoppgraderingene som er planlagt i området, er ment å ivareta forsyningssikkerheten i området rundt Kristiansand, og å kunne få inn mer fornybar energi på nettet. ZERO mener derfor elektrifisering i dette området er spesielt gunstig, med tanke på kraftbalansen.