

TECHNICAL DOCUMENTATION FRONT SHEET

Type of Report :

Pages :1 of 29
Volume:

Classification:

**Elektrifisering
Kraft fra land og
samkjøring mellom innretninger**

Sluttrapport	03	29.01.08	obj, dg, te <i>[Signature]</i>	jgw <i>[Signature]</i>	Sok <i>[Signature]</i>
Utkast til sluttrapport	02	18.01.08	obj, dg, te	jgw	sok
Utsendelse for kommentarer	01	23.11.07	obj, dg, te	gb	sok
Reason for issue	Rev.	Issue Date	Made by	Chk'd by	Proj. Appr.
Contract/PO no.: WBS: 100845-2650 -1000-1	Document no.:		Responsible party: AKER KVÆRNER™ Aker Kværner Engineering & Technology AS		

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger **Doc. No.:**

Rev.: 03 **Date:** 29.01.08

Page: 2 of 29

INNHold

1.	INTRODUKSJON - OPPDRAG OG HENSIKT	3
1.1.	Forkortelser	3
2.	SAMMENDRAG	4
3.	GENERELT OM KRAFTFORSYNING TIL OFFSHORE INSTALLASJONER	5
3.1.	Forskjellige kraftforsyningsalternativer	5
3.2.	Typiske kraft og varmebehov - Gjenvinning av varme	9
3.3.	Elektrisk og Mekanisk Kraft	10
3.4.	Varmebehov	10
4.	KRAFTFORSYNING OG ELEKTRISK DRIFT AV ULIKE INNRETNINGER...	11
4.1.	Bunnfaste innretninger	11
4.2.	Flytende, forankrede og ikke vinddreierende innretninger	12
4.3.	Fritt dreierende innretninger - FPSO'er	15
4.3.1.	Slepering-status for vekselstrøm	17
4.3.2.	Slepering-status for likestrøm	17
4.3.3.	Elektrifisering med eksisterende 2007-teknologi	17
5.	KRAFTSAMKJØRING I OMRÅDER	20
5.1.	Problemstilling	20
5.2.	Valg av områder	20
5.2.1.	Haltenbanken	21
5.2.2.	Ekofisk området	21
5.3.	Innflytelse på virkningsgrad	21
5.4.	Viktige kostnadsbærere	22
5.5.	Modifikasjonsbehov på eksisterende plattform	22
6.	FORVENTET TEKNISK UTVIKLING	23
6.1.	Undervannsinstallasjon med kraft fra land	23
6.2.	Fremtidig kraftforsyning til FPSO'er	24
6.3.	Kraftforsyning i forbindelse med vindmøllepark	29

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger Doc. No.:

Rev.: 03 Date: 29.01.08

Page: 3 of 29

1. INTRODUKSJON - OPPDRAG OG HENSIKT

Oljedirektoratet, Norges Vassdrags- og Energidirektorat, Petroleumstilsynet og Statens Forurensningstilsyn (heretter kalt direktoratsgruppen) er av Olje- og Energidepartementet bedt om å utrede tiltakskostnader for elektrifisering av eksisterende og nye innretninger på sokkelen med kraft fra land.

I den forbindelse ønsker Statens Forurensningstilsyn å få gjennomført en sammenstilling og vurdering av teknologiutvikling som kan muliggjøre en realisering av elektrifisering av sokkelen i forbindelse med oppgraderinger av eksisterende felt og ved utbygging av nye felt.

Resultatet skal brukes som et bakgrunnsnotat i forbindelse med utarbeidelse av direktoratgruppens rapport.

Aker Kværner's oppdrag har vært å utarbeide en rapport med følgende formål:

- Gi oversikt over eksisterende teknologi og teknologiutvikling, med spesiell vekt på elektrifisering av flytende innretninger.
- Sette utviklingen i et tidsperspektiv.
- Gi en oversikt over hva som er mulig nå eller i nær fremtid og hva som kan være mulig på lengre sikt.

Denne rapporten er besert på informasjon og erfaringer AkerKværner har fra tidligere utbyggingsprosjekter og studier av fremtidige utbygninger.

1.1. FORKORTELSER

AC	-Alternating Current - vekselstrøm
AK	-Aker Kværner
BAT	-Best Anvendbar Teknologi
BMT	-Best mulig teknologi
CAPEX	-CAPital EXpenditure- Investering
DC	-Direct Current - likestrøm
DEH	-Direct Electric Heating – Direkte elektrisk oppvarming (av rørledning)
FPSO	- Floating Production Storage Offloading, flytende innretning med lager
FPU	- Floating Production Unit flytende produksjonsinnretning
GBS	-Gravity Base Structure – betongunderstell til innretning
HVDC	-High Voltage Direct Current – høyspent likestrøm system
OPEX	-OPERating Expenditure - driftsutgifter
SEMI	-Semi submersible – halvt nedsenkbar innretning
SEMO	-Halvt nedsenkbar innretning med lager
TLP	-Tension Leg Platform – strekkstag innretning
UPS	-Uninterruptable Power Supply – Avbruddssikker strømforsyning
VSD	- Variable Speed Drive = frekvensomformer for turtallsregulering av motorer
MW	-Mega Watt = 1000 000 watt
MVA	- Mega Volt Ampere (tilsynelatende elektrisk effekt betegnelse)
kV	- kilovolt = 1000 volt

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger

Doc. No.:

Rev.:

Date:

Page:

03

29.01.08

4 of 29

2. SAMMENDRAG

Elektrifisering av innretninger til havs er i stadig større grad blitt mulig på grunn av den teknologiske utviklingen som nå pågår. Dette inkluderer alle typer av installasjoner for produksjon av olje og gass. Rapporten har et tyngdepunkt rundt skipsformede flytende produksjonsinnretninger da disse tidligere har vært ansett som vanskelig å elektrifisere. Det er imidlertid også gitt en oversikt over metoder for elektrifisering av faste og flytende/forankrede installasjoner. Dette er gradvis blitt mer moden teknologi, som nå også gir bedre muligheter for å elektrifisere eksisterende installasjoner og koble disse sammen i et samkjøringsnettverk.

Elektrifisering av innretninger

Rapporten tar for seg en kort status for den teknologien som foreligger i dag med hensyn til elektrifisering av innretninger offshore.

For bunnfaste installasjoner og flytende ikke vinddreieende installasjoner er det i dag moden teknologi slik at disse kan elektrifiseres fra land eller fra en sentral node.

Når det gjelder flytende vinddreieende innretninger har rapporten tatt for seg den teknologien som kan anvendes i dag, og man har sett på mulighetene i de neste årene for hva vi kan vente av teknisk utvikling.

Flytende vinddreieende innretninger

Elektrifisering av flytende, vinddreieende innretninger (FPSO) har lenge vært ansett som vanskelig å gjennomføre. Årsaken til dette er at mens kabler og rørledninger som kommer opp fra havbunn ligger i ro, vil selve innretningen (fartøyet) bevege seg i forhold til den aktuelle vindretning. Innretningen bør altså kunne dreie fritt i forhold til innkommende kabler og rør. For å løse dette problemet har man på FPSO'en et sviveltårn (turret) som ofte har sleperinger for overføring av elektrisk kraft. Spenningsnivå og mengde elektrisk kraft som kan overføres i sviveltårnet har lenge vært begrensende for en mulig elektrifisering av FPSO'er.

I dag er det imidlertid noen tilgjengelig kvalifiserte løsninger som gir begrensede muligheter, og man kan forvente at den teknologiske utviklingen gir økte muligheter på sikt.

Svivel-teknologi for overføring av opptil 36 kV finnes idag. Dette vil i praksis kunne muliggjøre effektiv lokal kraftsamkjøring mellom produksjonsskip og andre innretninger ved korte og midlere avstander, trolig optimalt rundt 10-30 km.

Ved lengre avstand mellom innretning og kraftleverandør er det ofte ønskelig at spenningsnivået i overføringssystemet økes utover 36 kV, men dette er ikke fullt ut velprøvd kvalifisert svivel- og slepering-teknologi per i dag.

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger Doc. No.:

Rev.: 03 Date: 29.01.08

Page: 5 of 29

Kraftsamkjøring på sokkelen

Kraftsamkjøring mellom innretninger til havs kan utføres i kombinasjon med strøm fra land eller som en lokal løsning for å få ned de samlede utslipp fra noen innretninger innenfor et felt eller et større område på sokkelen samtidig som regulariteten forbedres.

Samordnet kraftforsyning mellom innretningene vil kunne bidra til økt energieffektivitet og reduserte utslipp per energi produsert. Tiltaket muliggjør bl.a. nedstengning av turbiner med lav virkningsgrad og høye utslipp til luft av CO₂ og NO_x, bedrer regulariteten i samkjøringsnettet og reduserer gassforbruket samt kan frigjør plass og vektkapasitet til andre aktiviteter og tiltak. Samkjøring av kraft kan også ha positive effekter i forhold til driftskostnader (mindre vedlikehold og mindre drivstoffutgifter, logistikk m.v).

Elektrifisering av eksisterende innretninger på norsk sokkel vil ta flere år fra avgjørelse er tatt til anlegget vil være i drift. Ved å samkjøre to eller flere innretninger vil kabelforbindelsen som legges kunne inngå som en del av elektrifiseringen av eksisterende innretninger, dvs. at samkjøring kan gjøre det mulig å oppnå en raskere del-løsning som senere kan inngå i en helhetlig løsning.

3. GENERELT OM KRAFTFORSYNING TIL OFFSHORE INSTALLASJONER

3.1. FORSKJELLIGE KRAFTFORSYNINGSLTERNATIVER

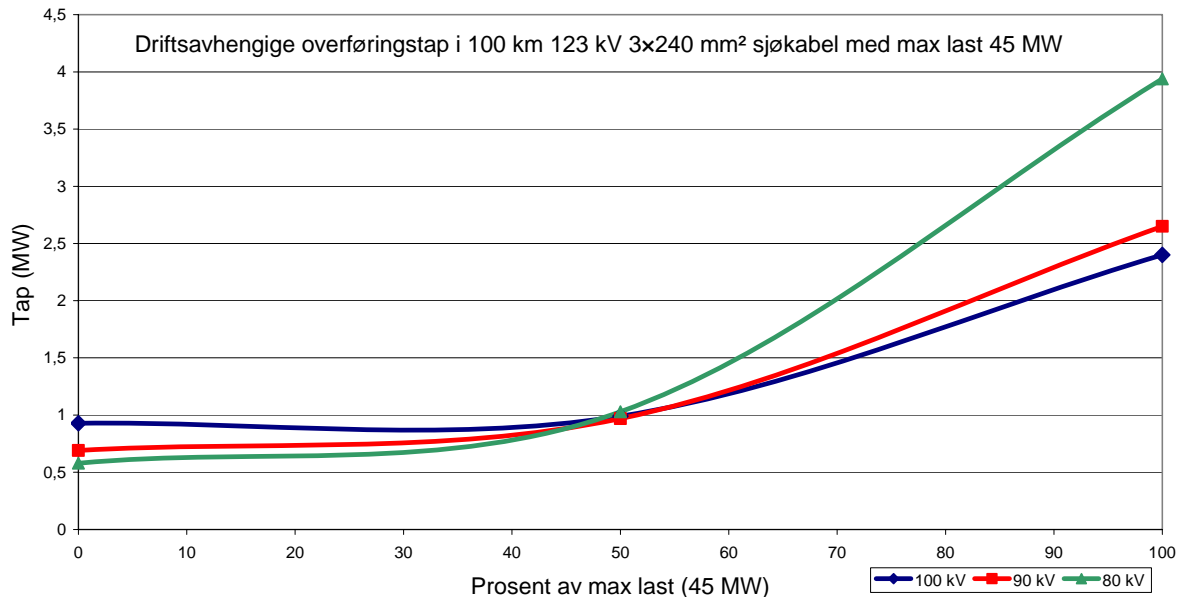
Problemstillingene rundt kraftforsyning til installasjoner på norsk sokkel har en rekke fellestrekk som er like for alle typer innretninger. Dette gjelder kraftbehov, effektavtap under overføring og kablens egnethet for formålet, plass og vekt problematikk for elektrisk utstyr.

AC overføringer

Valg av spenningsnivå er avhengig av flere ting. Først og fremst er det effektbehov på innretningen som påvirker dette. Effektbehovet påvirkes av reservoarets beskaffenhet, og den prosessløsning man velger for å utvinne dette. I tillegg har eksportbetingelser betydning. Eksport av gass vil for eksempel som oftest kreve kompresjon og tilhørende kompressorkraft. Imidlertid ser man ofte at kraftbehovet til innretningens drift ligger i størrelsesorden 20-80 MW inkludert gasseksport og/eller reinjeksjon.

Diagrammet nedenfor viser at det er en nøye sammenheng mellom spenningsnivå – overføringsavstand/effektbehov og tap av effekt som igjen resulterer i høye driftskostnader.

Dette vil alltid være en aktuell problemstilling ved elektrifisering fra land eller fra andre innretninger. Den teknologiske utviklingen er svært fokusert på disse forholdene, og allerede med den pågående kvalifiseringen av ny teknologi ser en at mulighetene for reduserte driftskostnader vil bedres raskt.

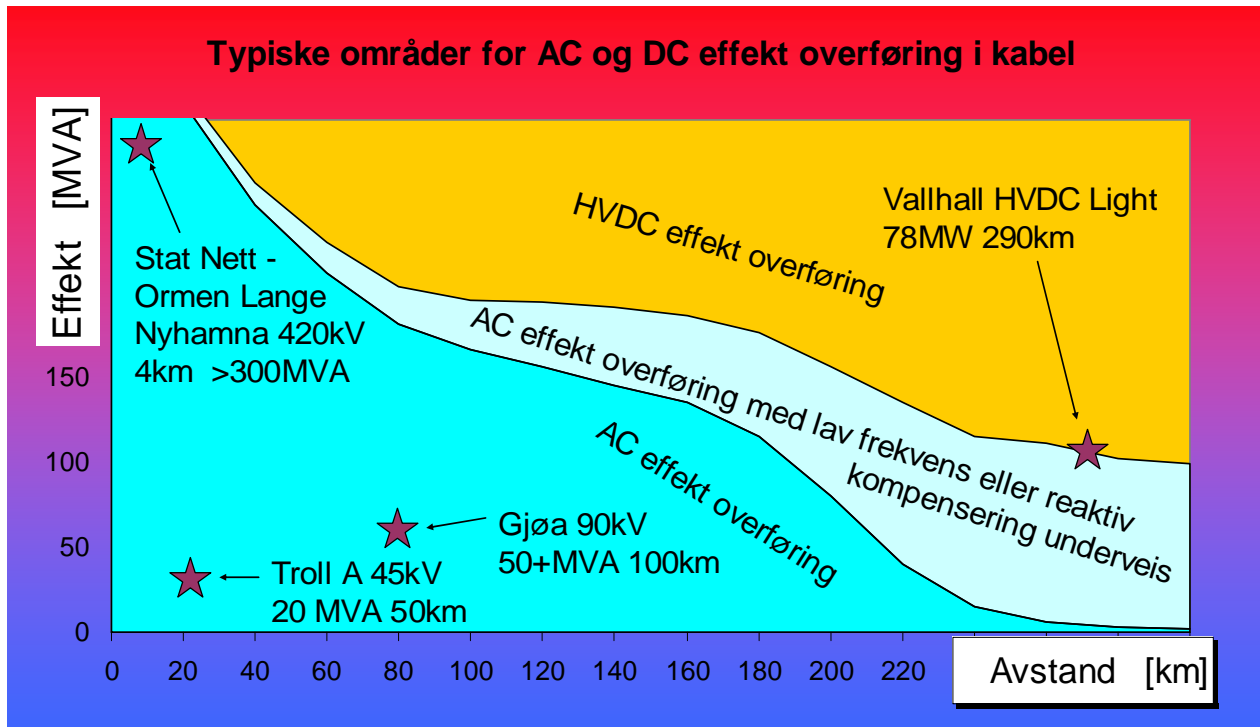


Figuren er basert på tall fra en analyse for Gjøa prosjektet utført av Unitech.

DC overføringer

Når avstandene blir lengre enn 150-200 km vil likestrøm (DC) ofte være dominerende. Systemer for effektoverføring til innretninger til havs med likestrøm kan leveres av flere leverandører. HVDC Light fra ABB er kanskje mest kjent tett fulgt av HVDC Plus fra Siemens og deretter Toshiba. Disse forholdsvis kompakte HVDC løsningene som kan installeres på en innretning til havs blir likevel fort relativt store og kostbare i forhold til en vekselstrømsløsning. Vekselstrøm foretrekkes derfor ofte der det er teknisk mulig. Det kan, når det er behov for store turtallsstyrte elektriske motorer (typisk kompressordrift), være fordelaktig å bruke HVDC teknologi ved lavere effekter og kortere avstander. I denne sammenheng kan det henvises til Troll A som nå også har to 40MW prekompressordrifter med to separate HVDC Light basert likestrømsforsyninger fra land.

Områdene for bruk av AC eller DC som funksjon av effektbehov og avstand, er ikke eksakte, men illustrasjonen nedenfor gir et typisk bilde av situasjonen.

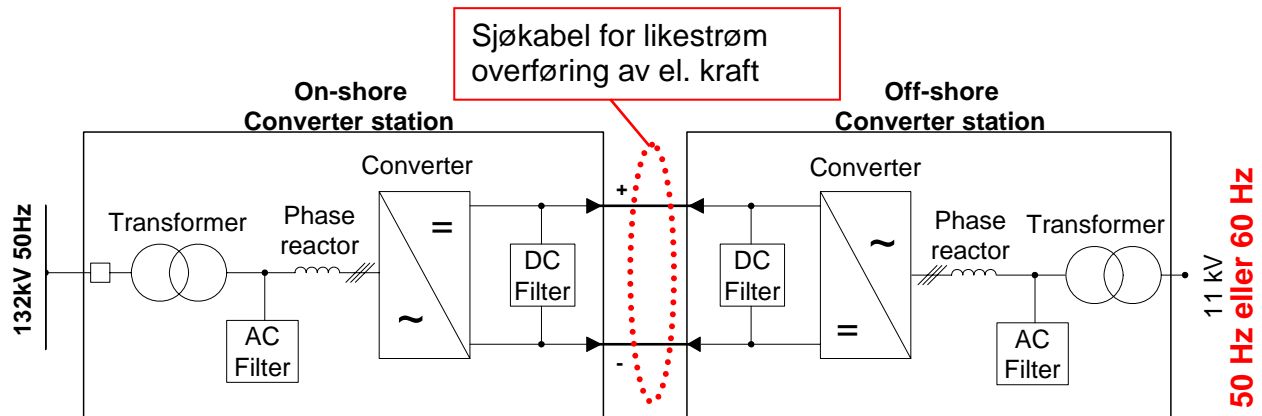


Figuren viser tre installasjoner til havs med strøm fra land, sett i forhold til det antatt beste teknologivalget som funksjon av effekt og avstand.

Overgangen mellom AC og DC

Behovet for å bruke DC overføring oppstår når det er lange overføringsavstander (>150~250 km) eller når innretningen har behov for store roterende maskiner som for eksempel kompressorer med turtallsregulering (VSD). Det er vanskelig å få til en god virkningsgrad uten for store tap med AC overføring over lange avstander med høye spenningsnivåer. Samtidig vil turtallsregulering av store motorer ofte gi behov for tungt og omfattende elektrisk utstyr. Frekvensomformere for turtallsregulering består av to deler; et likeretterledd og et vekselretterledd. Dette er en teknisk løsning som frigjør utgangen med variable frekvensen fra resten av strømmnettet og derved muliggjør turtallstyrt drift av en elektromotor eller flere. Det forholdet utnyttes ved kraftforsyning til elektriske motorer med stort kraftbehov da likestrømsoverføring er spesielt egnet til overføring over store avstander samtidig som det tillater at en likeretterdel av frekvensomformerutstyret blir stående på land. Dette er illustrert i figuren nedenfor.

Den samme likeretter / vekselretter teknologien kan også brukes til generell kraftforskyning og har da den fordelen at den kan koble sammen installasjoner med ulik frekvens, typisk 50 Hz og 60 Hz. Dermed blir denne løsningen også særlig godt egnet ved kraftsamkjøring mellom innretninger med forskjellige kraftforsyningsstandard.



AC til DC konvertering på land / DC overføring via kabel / DC til AC (frekvensstyring) på innretningen.

Ved bruk av løsningen som vist i figuren vil man omtrent halvere omfanget av elektrisk utstyr på innretningen.

Ved en eventuell full- eller del-elektrifisering av eksisterende bunnfaste innretninger vil vekt og plass for nytt utstyr trolig være den største tekniske utfordringen.

En modul for frekvensomformer (turtallsregulering) kan veie i størrelsesorden 700 – 900 tonn. Dette kan være for mye for innretningen. Dekket har kanskje ikke bæreevne nok selv om noe mindre utstyr fjernes. Men fjernes 2 -3 gassturbingeneratorer vil dette utgjøre samme plass og vekt som en HVDC-light modul.

Alternativ er det teknisk mulig å bygge en liten kraftomformer-node på en egen flytende innretning (SEMI) i tilknytning til hovedinnretningen.

Dette er en kostbar løsning, men den er basert på moden teknologi og kan realiseres i dag.

I lys av den pågående teknologiutviklingen for undervannssystemer kan en imidlertid forvente at nye og langt mer økonomiske løsninger vil være tilgjengelige innenfor en relativt kort tidshorisont. Disse løsningene som altså er drevet fram av behovene tilknyttet undervannssystemer vil være fullt ut anvendbare for elektrifisering av overflateinnretninger.

Det henvises til kapittel 6 når det gjelder teknologiutvikling.

Flytende kraftverk og distribusjonsnoder

Et alternativ til kraftforsyning fra land kan være installasjon av en eller flere flytende gasskraftverk. Det enkleste vil selvsagt være et gasskraftverk plassert på bunnfast innretning, men med økende havdyp vil flytende innretninger være en generell løsning. Så snart teknologi for CO₂-fjerning fra

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger**Doc. No.:****Rev.:****Date:****Page:**

03

29.01.08

9 of 29

eksosgass er ansett som kvalifisert, kan slike innretninger teknisk sett være et alternativ hvor man unngår de overføringstapene man ellers vil få i lange sjøkabler.

Tilgjengelighet på elektrisk kraft på land vil også spille inn ved en evaluering av ett eller flere sentralt plassert kraftverk offshore.

Hvilken fasong og flyterløsning som er best egnet for slike anlegg vil være et kompromiss mellom ønsket om store arealer / stor bæreevne og bevegelseskaraktistikk / regularitet for tungt roterende utstyr i hardt vær.

Teknologistatus i forhold til CO₂-fjerning for slike innretninger er utredet i en separat rapport

En kraftnode / distribusjonsnode vil også være nyttig ved kraft fra land, for distribusjon til flere innretninger. Både ved overføring av likestrøm og vekselstrøm kan en node være et aktuelt løsningsselement.

En distribusjonsnode kan være en eksisterende innretning som blir modifisert, eller man kan bygge en ny innretning der andre løsninger ikke er mulig.

3.2. TYPISKE KRAFT OG VARMEBEHOV - GJENVINNING AV VARME

På innretningene til havs er det følgende type kraft som produseres ved forbrenning av fossile energikilder (gass og diesel):

- Elektrisk kraft fra gass- og/eller dieseldrevne turbiner som driver elektriske generatorer - brukes for drift av elektriske forbrukere (motorer, lys, varme, annet)
- Mekanisk kraft fra gassdrevne turbiner – brukes for direkte drift av store forbrukere (kompressorer og pumper)
- Varmekraft fra gassdrevne kjeler eller gjenvinningsanlegg montert på ovennevnte gassturbiner – brukes for oppvarming av råolje, andre kjemikalier, gasstørking osv.

Det er stor variasjon i kraft og varmebehov på de forskjellige innretningene, avhengig av prosessbehovet på hver enkel innretning. Behovet for prosessvarme vil være avhengig av reservoar, brønnstrøm og prosessløsning. Noen innretninger vil ha et lite varmebehov som kan dekkes med elektrisk oppvarming, mens andre innretninger har varmebehov i størrelsesorden 20-60MW eller mer.

Ved utgangen av 2005 var det totalt ca. 4250 MW installert effekt på de 50 produserende felt på norsk sokkel. Med en gjennomsnittlig utnyttelsesgrad på 57 % av installert effekt regner man imidlertid at gjennomsnittlig total effektbehov for samtlige innretninger vil ligge på ca. 2414 MW. På årsbasis vil det være behov for ca. 21,15 TWh elektrisk energi for å erstatte all kraft og varmebehov for samtlige innretninger. Dette utgjør ca. 19 % av dagens samlede produksjon av elektrisk energi på det norske fastlandet.

Å erstatte all kraft på innretningene til havs vil kreve enorme investeringer, spesielt på grunn av behov for til dels store mengder av mekanisk og/eller varmekraft på enkelte innretninger. Derfor kan det være aktuelt å del-elektrifisere enkelte innretninger slik at mesteparten av den eksisterende produksjon av mekanisk og/eller varmekraft opprettholdes mens kun den elektriske kraftproduksjon erstattes med kraft fra land. Der det er varmegjenvinningsanlegg knyttet til gassturbin(er) som genererer elektrisk kraft må man ta høyde for å erstatte også det nødvendige varmebehovet på innretningen. Det er imidlertid rimelig å anta at varmebehovet på de fleste

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger**Doc. No.:****Rev.:****Date:****Page:**

03

29.01.08

10 of 29

innretningene avtar med tiden, slik at det framtidige varmebehovet sannsynligvis er lavere enn det som opprinnelig er installert.

Tallfakta i kapittel 3 er tatt ut fra Gunnar Einangs Masteroppgave ”Olje- og gassproduksjon til havs – energibruk og effektivitet”, Stavanger 28.12.06

3.3. ELEKTRISK OG MEKANISK KRAFT

Det er de gass- og/eller dieseldrevne turbiner (inkl. varmegjenvinning og kombikraft) som står for nesten 95 % av den installerte kraftkapasiteten og for nesten 100 % av genereringen av den elektriske og mekaniske kraften som blir brukt under normal drift. Turbiner/motorer som brukes til generering av nødkraft samt drift av brannpumper og lignende mindre enheter er det ikke aktuelt å erstatte med alternativ kraft.

Det er hovedsakelig gass som brukes til drift av turbiner og som oftest omtales de som gassturbiner. Allikevel er ca. halvparten (86 av 167) av turbinene av typen ”dual-fuel” dvs. de er bygget slik at de også kan bruke diesel som drivstoff.

Ved utgangen av 2005 var det identifisert 167 turbiner med totalt ca. 3000 MW installert kapasitet som sto for generering av elektrisk og mekanisk kraft. Ca. 45 % av disse genererte elektrisk kraft (814 MW) mens ca. 55 % (983 MW) genererte mekanisk kraft.

Den genererte elektriske og mekaniske kraften tilsvarer en årlig produksjon på 15,75 TWh.

Totalt utnyttes kraftgenereringsanleggene på sokkelen med i overkant av 57 %. Det er gassturbinene som driver kompressorer mekanisk som har høyest utnyttelsesgrad (67,5 %), mens gassturbiner som driver generatorer i gjennomsnitt utnyttes om lag 50 %.

Kombikraft (combined cycle) er en løsning der varme fra eksosgassen til turbinene blir brukt til å produsere damp, som så blir brukt til å generere elektrisk kraft via en dampturbin. På den måten kan man øke den nominelle virkningsgraden på en gassturbin fra ca. 36 % til ca. 60 %. Kombikraft er i dag i bruk på 3 av feltene (Oseberg D, Snorre B og Eldfisk), med samlet installert kapasitet på 41 MW.

3.4. VARMEBEHOV

Det er stor variasjon i kraft og varmebehov på de forskjellige innretningene. Behovet for prosessvarme er avhengig av reservoar og prosesseringsløsning. I praksis betyr dette at enkelte innretninger har svært lavt varmebehov, og at dette behovet allerede er dekket ved hjelp av elektriske varmeenheter.

Andre innretninger kan ha større varmegjenvinningsenheter som leverer varme til varmevekslere i prosessen. Disse systemene, såkalt WHRU (Waste Heat Recovery Unit), utnytter eksosvarme fra gassturbiner som driver dagens elektriske generatorer og direktdrevne kompressorer.

Total gjenvunnet effekt fra eksosgassvarme kan typisk variere fra 20 MW (Snorre B har 23 MW, Kristin har 25 MW) og opp til over 60 MW (Åsgard B har 63 MW) dvs. i samme størrelsesorden som den elektriske kraftgenereringen. Selv om det virkelige varmebehov på innretningene som regel er lavere nå enn opprinnelig beregnet, bør man regne med at en betydelig andel av installert effekt som genereres ved varmegjenvinning vil måtte erstattes ved en elektrifisering fra land.

Ved utgangen av 2005 var det identifisert 61 turbiner som var utstyrt med WHRU og disse sto for ca. 980 MW totalt installert kapasitet på norsk sokkel.

Sammen med gassfyrte varmekjeler, installert på 6 av feltene, utgjør den installerte varmekapasiteten ca. 1000 MW og med en antatt utnyttelsesgrad på ca. 60 % gir de gjennomsnittlig ca. 617 MW.

Den totale årlige produksjon av varmeenergi utgjør ca. 5,4 TWh.

4. KRAFTFORSYNING OG ELEKTRISK DRIFT AV ULIKE INNRETNINGER

Dette kapittel er delt inn i 3 hovedgrupper:

1. Bunnfaste innretninger.
2. Flytende, forankrede og ikke vinddreierende innretninger
3. Fritt dreierende FPSOer som følger skiftende vær- og vindretninger.

For bunnfaste innretninger er det kun tatt med en overordnet beskrivelse siden det her er snakk om moden teknologi. For flytende, ikke-dreierende innretninger er det tatt med en beskrivelse av systemet på Gjøa siden denne halvt nedsenkbare plattformen (SEMI-en) er under design som den første flyter designet med strøm fra land fra oppstart. Frittdreierende innretninger (FPSO-er) har tidligere vært ansett som umulig å elektrifisere. Denne gruppen har derfor fått forholdsvis bred omtale med eksempel på løsninger med dagens teknologi, samt at vi refererer til kapittel 7 hvor nye løsninger som krever videre utvikling er beskrevet.

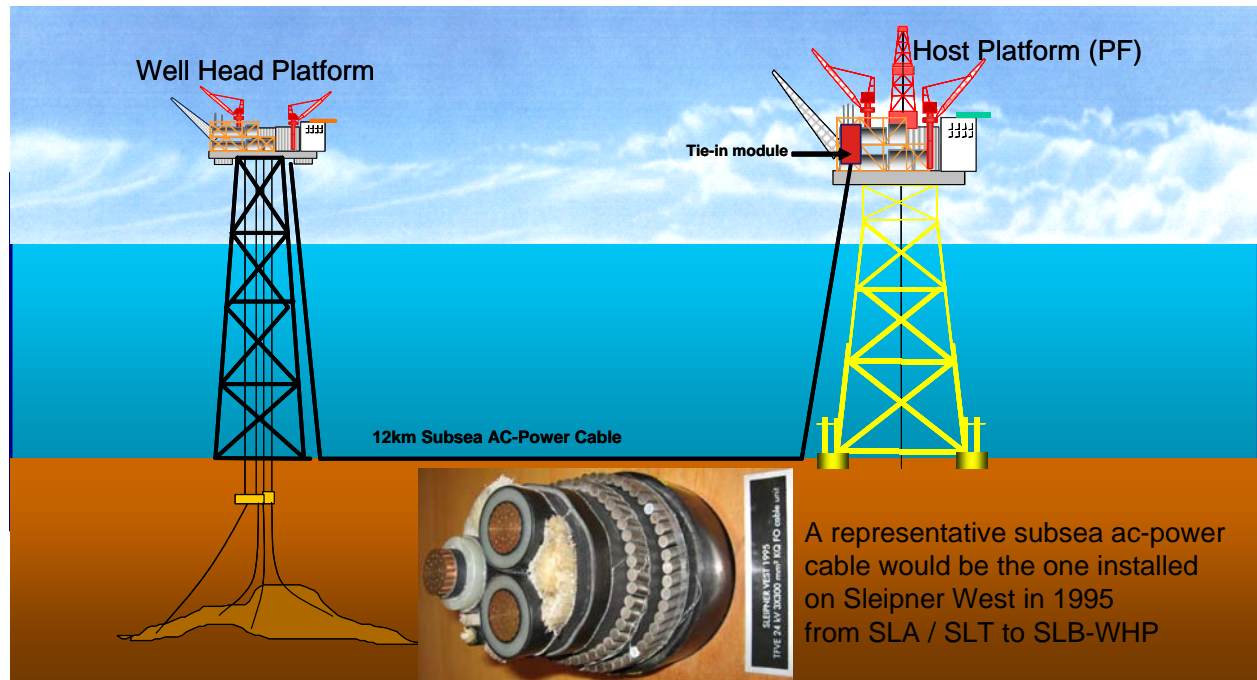
4.1. BUNNFASTE INNRETNINGER

Bunnfaste innretninger er i hovedsak plattformer på et jacketunderstell (fagverk av stål) og plattformer på betongunderstell (GBS). I tillegg kommer jack-up løsninger som er populære på dansk sektor, men sjeldne på norsk side. Bunnfaste innretninger ute på havet vil vanligvis ha en mulighet for inntrekking av elektriske kabler igjennom J-rør, men det er som regel ikke installert tilstrekkelig mange slike til alle ønskelige formål. Hvis det ikke er flere egnede J-rør tilgjengelig kan også en fritt hengende eller delvis beskyttet kabelføring være et alternativ for elektrisk sammenkobling av bunnfaste installasjoner.

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger Doc. No.:

Rev.: 03 Date: 29.01.08

Page: 12 of 29



4.2. FLYTENDE, FORANKREDE OG IKKE VINDDREIENDE INNRETNINGER

Svært mange av produksjonsinnretningene på større havdyp er flytende, ikke vinddreierende innretninger. Disse innretningene beveger seg i sjøen i alle akseretninger. Maksimal horisontal bevegelse fra ytterpunkt til ytterpunkt kan være opp til 100 m, men de dreier ikke fritt i forhold til havbunnen. Dette betyr at disse innretningene ikke har behov for kraftoverføringssystemer som tillater dreining (ref FPSO).

Innenfor denne kategorier finner man primært konvensjonelle halvt nedsenkbare plattformer (semi) og strekkstagplattformer (TLP). I tillegg finnes det enkelte sirkelformede innretninger med oljelager. De sistnevnte innretningene har samme bruksområdet som de skipsformede FPSOene, men de dreier ikke fritt. Sevan har en slik løsning, og det finnes konsepter for tilsvarende betonginnretninger.

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger Doc. No.:**Rev.:** 03 **Date:** 29.01.08**Page:** 13 of 29

På samme måte som for bunnfaste innretninger vil vekt og plass for elektroteknisk utstyr vanligvis være den største tekniske utfordringen. I tillegg har dekket ofte større begrensninger med hensyn til bæreevne. Det er imidlertid en tilleggsutfordring ved at de elektriske kablene for kraftoverføring må kunne følge innretningens bevegelser (dynamiske kabler). Dynamisk kabel betyr at kablen tåler noe bevegelse uten at isolerende egenskaper blir ødelagt og at den elektriske leder er fleksibel nok.

På Gjøa, som designes nå, er dette løst ved at den delen av kablen som ligger nærmest innretningen, og som utsettes for bevegelse, er av typen dynamisk kabel. Denne er skjøtet med en statisk kabel som ligger på havbunnen inn til land. Grunnen til at det er gjort slik er at det er produksjonsteknisk vanskelig å produsere lange dynamiske kabler. Skjøting av kabel som skal ligge under vann er kvalifisert teknologi for spenningsnivåer opp til 100kV. Dette er tilstrekkelig høyt spenningsnivå til å forsyne ca. 40-50 MW elektrisk kraft og gi delelektrifisering av innretningen. Gjøa konstrueres i dag med en 100 km 90 kV forsyning fra Mongstad. Dette er i dag moden teknologi.

Varmebehovet på Gjøa blir dekket av varme fra gassturbin drevet kompressor. Bruk av elektrisk drevne kompressorer ville ikke vært mulig på Gjøa med dagens teknologi fordi ekstra elektroutstyr ville ha vært påkrevet, noe som ville gjort den flytende innretningen altfor stor og tung.

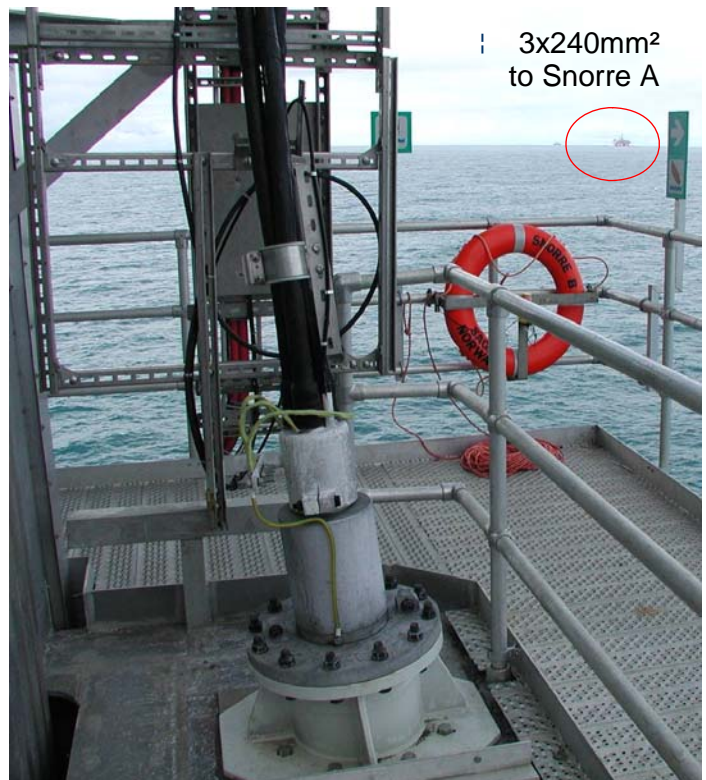
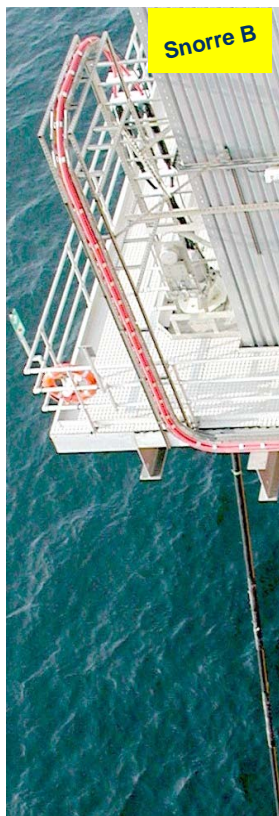
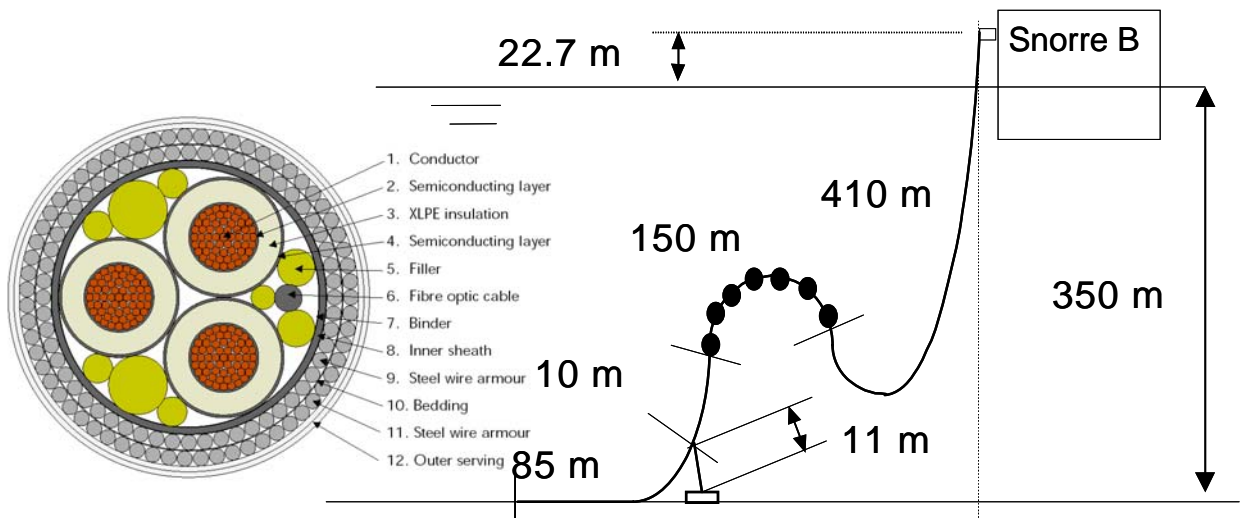
Det er ikke mulig å gi en generell spesifikasjon på kraft/varmebehov for en flytende innretning. Man kan imidlertid som oftest regne med at det er en noe enklere prosess og at varmebehovet vil ligge i størrelsesorden 20-25 MW, se kapittel 3.

Typisk elektrisk kraftforsyning vil være 20-30MW. Dette dekkes vanligvis opp med to gassturbin-drevne generatorer, en i drift og en i reserve, hver på 30MW. Det er i første omgang disse generatorene som kan erstattes med kraft fra land.

Det er vanskelig å se noen begrensninger i mulig avstand for elektrifisering av flytende innretninger. Elektrifisering med dagens teknologi forutsetter at innretningen har tilstrekkelig bæreevne til å bære det elektriske utstyret. Imidlertid vil teknologiutviklingen for undervannssystemer endre dette. Når

disse teknologiene blir mer modne, vil man kunne ta i bruk undervannselementer for elektrifisering av flytende innretninger.

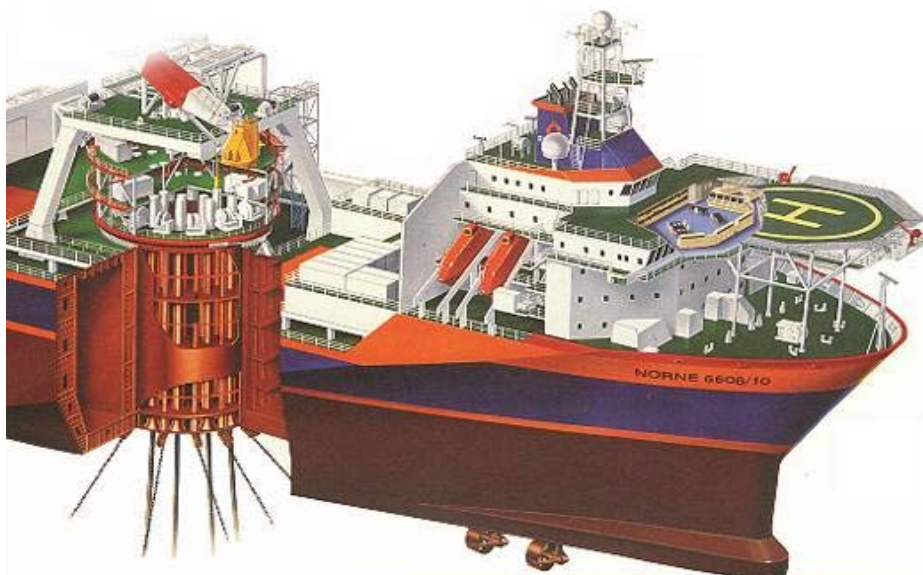
Figurene under viser typiske detaljer vedrørende kabeloppheng for sjøkabel til flytende ikke vinddreierende innretninger:



4.3. FRITTDREIENDE INNRETNINGER - FPSOER

Elektrifisering av flytende, vinddreieende innretninger, vanligvis forkortet til FPSO, har lenge vært ansett som vanskelig å gjennomføre. Årsaken til dette er at mens kabler og rørledninger som kommer opp fra havbunnen ligger i ro vil selve innretningen (fartøyet) beveger seg i forhold til den aktuelle vindretning. Innretningen må altså kunne dreie 360° i forhold til innkommende kabler og rør. For å løse dette problemet har man på FPSO'er et svivel tårn (turret) med sleperinger for overføring av elektrisk kraft. Tidligere har spenningsnivå og mengde elektrisk kraft som kan overføres i disse, vært begrensende for en mulig elektrifisering. Seinere i denne rapporten er det gjort en detaljert gjennomgang av teknologistatus på flere av løsningselementene som skal til for å elektrifisere ulike offshoreinstallasjoner inkludert FPSOer. Det er vist at det nå er teknisk mulig å forsyne også FPSO-innretningene med strøm fra andre nærliggende innretninger og fra land ved korte avstander. Dette er et resultat av flere års teknologiutvikling av sleperinger for overføring av elektrisk kraft, samt den generelle teknologiutvikling av sjøkabler og transformatorer. Et overføringssystem med 36 kV fra land direkte via 36 kV svivel tårn på innretningen er i dag tilgjengelig kvalifisert teknologi. Dette er tilstrekkelig høyt spenningsnivå ved korte og midlere avstander mellom forsyning og forbruker av elektrisk kraft.

Ved lengre avstand mellom innretning og leverandør av kraft og når det er behov for store elektriske motorer, typisk ved kompressordrift, må spenningsnivå i overføringssystemet økes.



En typisk FPSO med sviveltårn illustreres godt med følgende billedreferanse til Norne.

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger Doc. No.:

Rev.: 03 Date: 29.01.08

Page: 16 of 29

For oljefelt som ikke ligger i umiddelbar nærhet til eksisterende transportsystemer, er skipsformede innretninger med stort oljelager en gunstig løsning. Slike innretninger blir også anvendt for tidlig produksjon på nye felt (utvidet brønntesting), samt for haleproduksjon (innretningene kan enklere enn mange andre flyttes fra felt til felt).

FPSO =

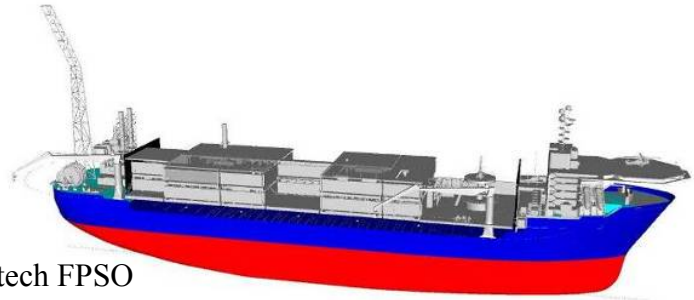
Floating

Production

Storage &

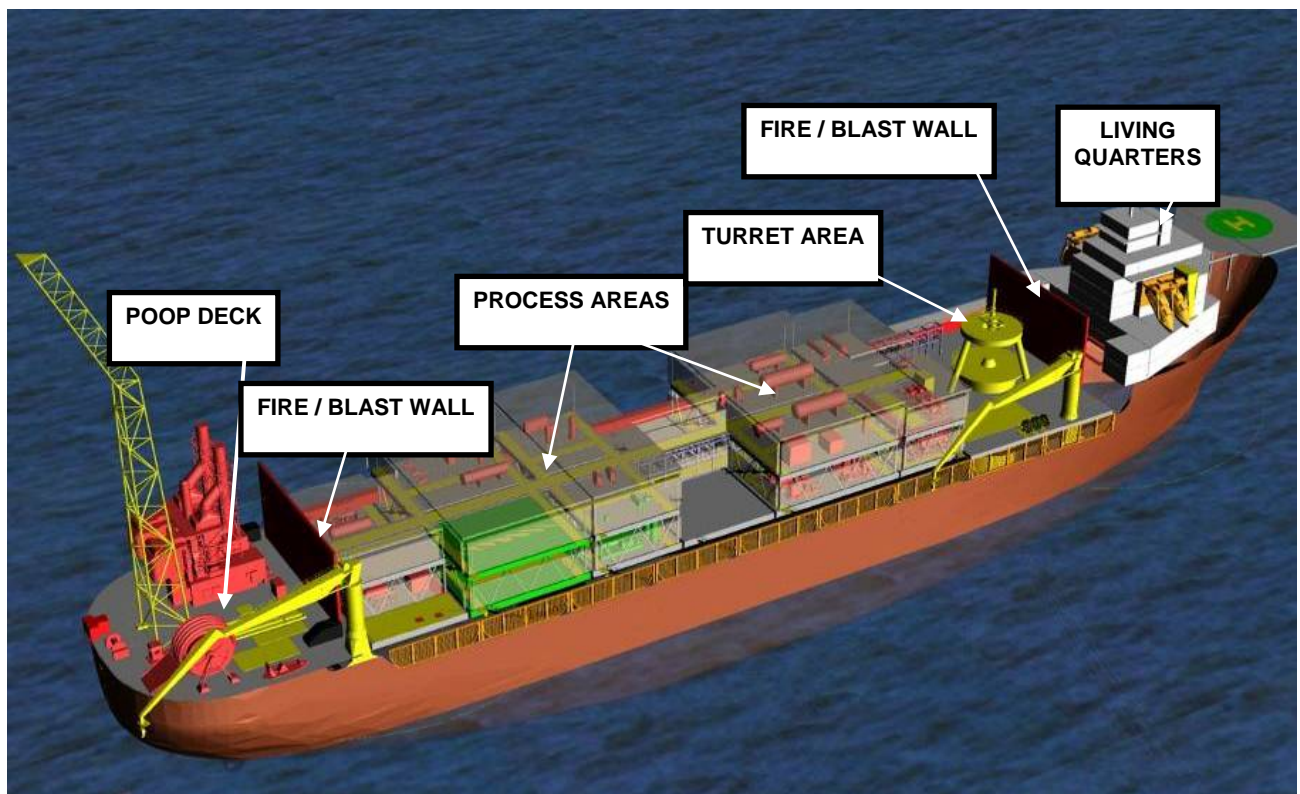
Offloading

Tentech FPSO



Det finnes flere typer FPSO-er, både frittdreie og ikke-frittdreie. På norsk sokkel er det per i dag kun frittdreie FPSO-er. Disse kan til en hver tid ligge opp mot været. I andre områder, som Brasil og Vestafrika, vil man finne en annen type FPSO som ikke er frittdreie.

Et totalopplegg for elektrifisering med tilgjengelig 2007-teknologi er beskrevet i kapittel 4.3.3. I kapittel 6 er nye elementer som krever kvalifisering beskrevet.



Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger Doc. No.:

Rev.: 03 Date: 29.01.08

Page: 17 of 29

4.3.1. SLEPERING-STATUS FOR VEKSELSTRØM

Flere av FPSO'ene i drift har elektriske kraftsleperinger installert. De som har leverer kraft på 45MVA og 36kV med 6 sleperinger (det vil si to tre-fase vekselstrømkretser) og er i stand til å overføre 365A, er representative for den aktuelle teknologien.

Referanse: Mars 2004 Bohai Bay, China

Andre leverandører har sagt de kan levere elektrisk vekselstrøm sleperinger med høyere spenning og- eller nominell effekt. Denne teknologistatusen og ulike kvalifiseringsprogrammer har enda ikke blitt grundig gjennomgått.

4.3.2. SLEPERING-STATUS FOR LIKESTRØM

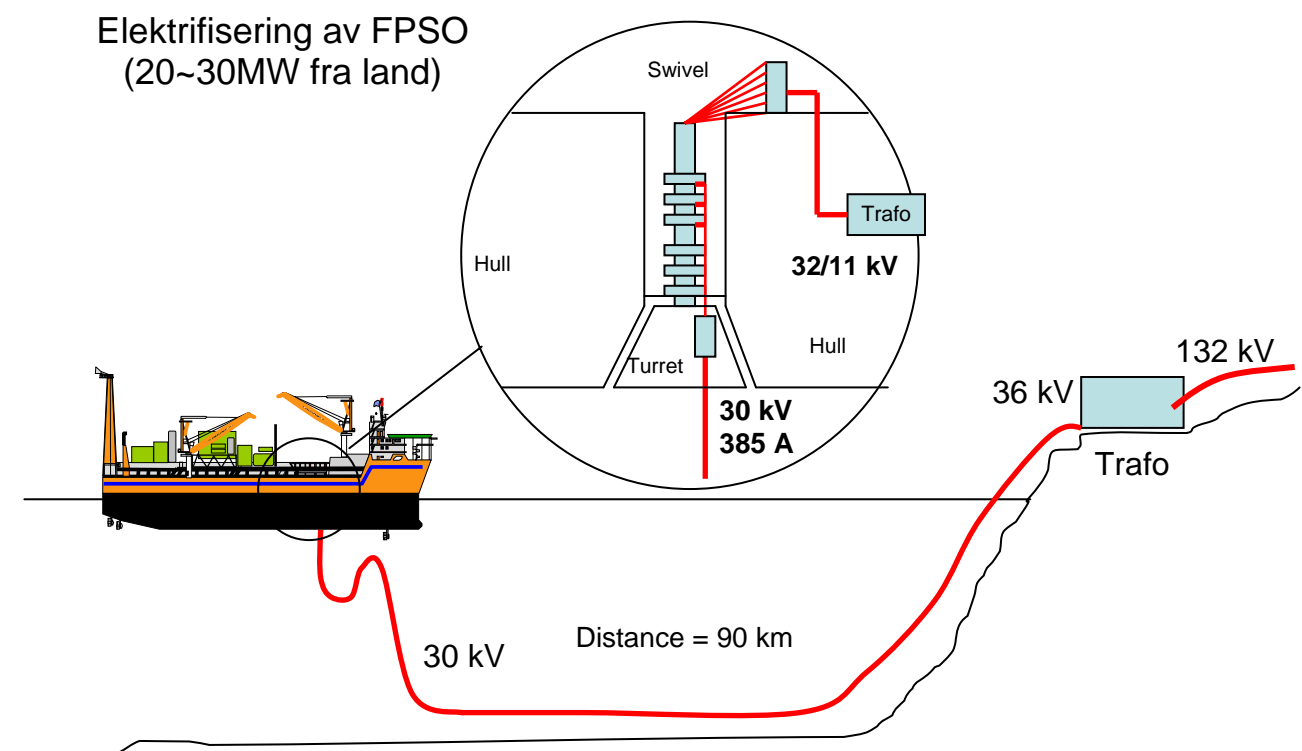
Bluewater har informert Aker Kværner om at de for tiden holder på med et liten mulighets studie for Schiehallion utvidelsesprosjekt. Den nye FPSO-innretningen i dette prosjektet trenger rundt 60 MVA som den få via et HVDC (High Voltage Direct Current) ledd fra land.

Prosjektet har sett på hvilke HVDC ledd som finnes på markedet, og ABB, Siemens og Toshiba har mer eller mindre det samme HVDC systemet. Sleperingen vil bli designet ut fra en 1000 Ampere likestrøm og en likestrømsspenning på mellom 30 til 36kV.

4.3.3. ELEKTRIFISERING MED EKSISTERENDE 2007-TEKNOLOGI

36kV kraftforsyning fra land

Begrenset elektrifisering av FPSO-er via sleperinger plassert innenfor strukturen til dreiesylinderen, uavhengig av dreiesylindertypen, er mulig med dagens teknologi.



Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger**Doc. No.:****Rev.:**

03

Date:

29.01.08

Page:

18 of 29

For en 100 km kraftkabel fra land, uten transformator installert subsea eller i dreiesylinder, vil det høyeste spenningsnivået begrenses til 36 kV som er maksimums spenning for elektriske sleperinger. Det bør i denne sammenhengen nevnes at på dette nivået vil høyspenningsoverføring over lange distanser begrenses grunnet tap i forhold til størrelsen på tverrsnittet til kabelen.

Den tidligere nevnte sleperingen fra Bohai Bay – Kina, skal hvis den er i drift på mellom 30 til 33 kV, muliggjøre en kraftoverføring på 30 MW til en FPSO.

En tilsvarende sjøkabel for 36 kV vekselstrøm fra land vil da ha en merkestrøm på rundt 720 ampere for hver fase, noe som typisk kan kreve en kabel på 630 mm². For en slik kabel er det "totale" overføringstapet estimert til 4-5 MW med henvisning til 30 MW kraftimport og 720 A.

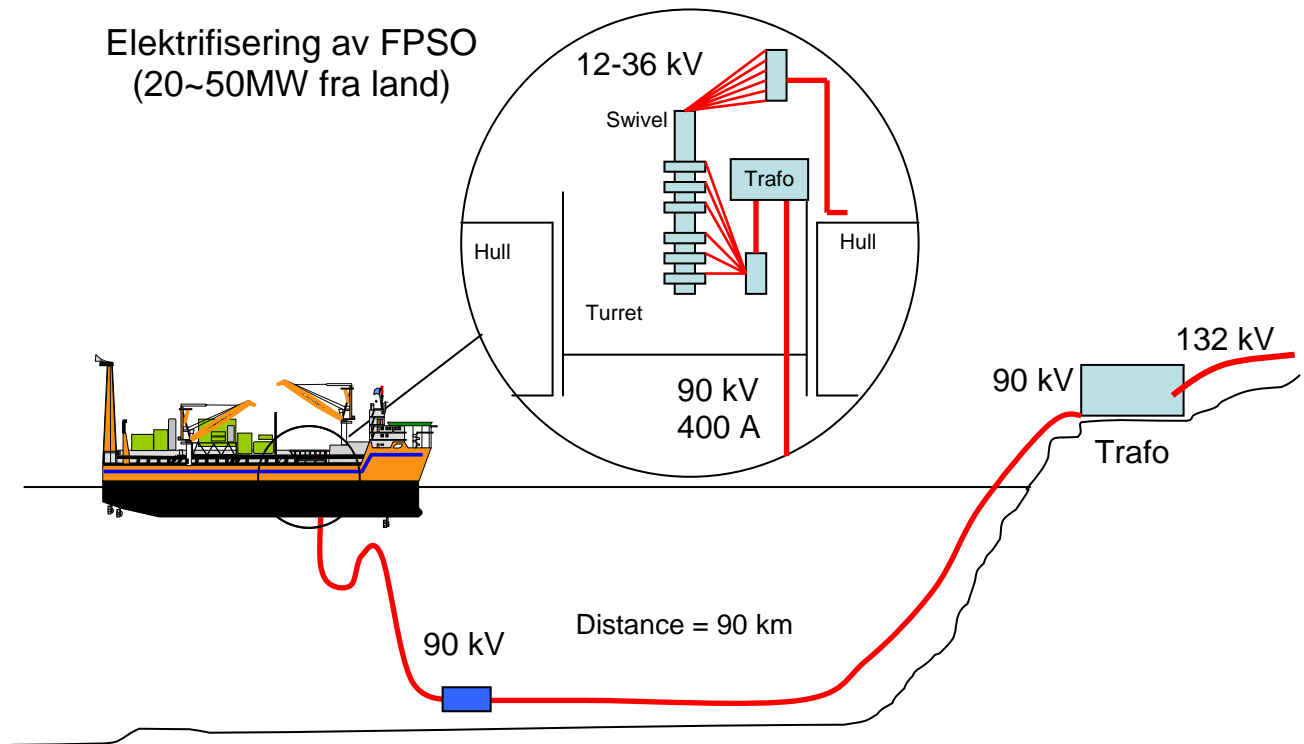
Den generelle dynamiske stabiliteten i enden av en FPSO kabel i et elektrisk kraftsystem på 36 kV og med en kraftvekslingsevne på 30 MW, vil ha nytte av å stabilisere kraftgenereringen på rundt 10-30 MW. Synkrone maskiner på en FPSO vil da kunne påvirke eller delvis kontrollere den reaktive effektflyten gjennom en slepering. Dette vil begrense belastningstapet i kraftkabelen som kommer fra land og delvis kompensere for det lastbetingete spenningstapet langs vekselstrømkabelen på havbunnen.

En annen av fordelene med kraftsystemet på 36 kV er at man opp til dette nivået kan bruke transformatorer med tørr isolasjons av epoksy eller cast-resin typen.

Transformator installert på Dreiesylinderen og 12, 24 eller 36kV sleperinger

En transformator installert innenfor dreiesylinderstrukturen er en annen løsning uten teknologikvalifisering av utstyrskomponenter. En slik løsning kan bygges opp av kjente elementer. Det finnes noe sikkerhetsrisiko i forhold til brann/eksplosjon i en slik løsning, men det bør være teknisk mulig å designe en dreiesylinder hvor sikkerhetsaspektene er ivarettatt.

En transformator til dette formålet må konstrueres for å bli installert i et eksplosjonsfarlig område. Henvisning til Gjøa transformatorene.



Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger Doc. No.:

Rev.: 03 Date: 29.01.08

Page: 20 of 29

5. KRAFTSAMKJØRING I OMRÅDER

5.1. PROBLEMSTILLING

Redusert produksjon på eldre plattformer har gjort at flere elektriske anlegg i dag går med redusert ytelse, og denne trenden er økende framover. Noen installasjoner har installert 2 x 100% generatorer (1 til drift og 1 til reserve), men må p.g.a noe økt kraftbehov kjøres begge motorene på lav virkningsgrad. Dermed har man en situasjon hvor anleggene går med en dårligere virkningsgrad enn det var prosjektert og bygd for, og man får en dårligere miljøsituasjon enn ønskelig.

Gassturbindrevne generatorer som går på redusert kapasitet medfører en dårlig situasjon for miljøet. En gassturbindrevet generator som kjøres på 50% ytelse, vil forbrenne 70% av gassforbruket i.f.t en enhet som går på full drift. D.v.s at man forbrenner mer gass i.f.t produsert elektrisk kraft enn man ville gjort ved bruk av maskiner kjørt på full ytelse.

Det er også ønskelig å redusere installasjon av nye gassturbindrevne generatorer på nye plattformer. Samkjøring med eksisterende installasjoner kan forhindre dette.

Man kan godt tenke seg at eksisterende felt vil kunne koble seg sammen med kabelforbindelse og ha store fordeler av å samkjøre sine elektriske kraftsystemer både mht til regularitet og ikke minst mht miljø. En fullstendig elektrifisering av et område på norsk sokkel vil ta flere år fra avgjørelsen er tatt til anlegget er i drift. En raskere og enklere løsning er å samkjøre to eller flere plattformer for på den måten å utnytte motorene bedre. Den kabelforbindelsen man da legger kan seinere inngå som en del av anlegget ved full elektrifisering.

D.v.s man får en raskere del-løsning som hjelper miljøet og som seinere kan inngå i en helhetlig løsning.

5.2. VALG AV OMRÅDER

I Oljedirektoratets ”Fakta rapport 2007, avsnitt Utbygginger i framtida” ser vi at de aktuelle felt som ligger klar for utbygging med platform-alternativ framover ikke er mange. Aktuelle nye felt og områder som skal moderniseres, som kan være aktuelle for samkjøring er:

- Ekofisk / Eldfisk området
- Sleipner området dersom utbygging av Gudrun skjer ved en fast installasjon.
- Kvitebjørn med Valemon

Ved en oppdatering av Eldfisk-området bør man også se på en samkjøring mot Ekofisk og eventuelt Vallhall som jo legger kabel fra land.

Gudrun vil, dersom det bygges ut med plattform-alternativ, ligge under 50km fra Sleipner A og Grane.

En kabelforbindelse fra 1 eller 2 av disse nærliggende plattformene kan her være aktuelt.

Valemon ligger ca 10 km fra Kvitebjørn og elektrisk kraft herfra er aktuelt.

5.2.1. HALTENBANKEN

Et prosjekt som er under utarbeidelse er "Halten Power From Shore" HPFS. Prosjektet startet opp i november 2007 og vil være avsluttet i februar 2008. Prosjektet omhandler konseptutvikling og kostnadsoverslag for kraft fra land til plattformene: Draugen, Njord, Kristin, Åsgard A, Åsgard B, Heidrun, Skarv og Norne. Det vil bli sett på likestrømsoverføring fra land (Tjeldbergodden) og ut til en av plattformene. For forbindelsen videre vil man evaluere likestrøm eller samkjøring med vekselstrøm. Kraftbehovet for disse plattformene til sammen er på ca. 350MW.

5.2.2. EKOFISK OMRÅDET

Valhall har allerede besluttet å ta kraft fra land via et HVDC-light anlegg. Slik det prosjekteres i dag er det kun beregnet for Valhall feltet. Men dette anlegget kunne lett vært dimensjonert opp til også å dekke Ekofisk og Eldfisk.

Ekofisk og Eldfisk har også sett på muligheten av kraft til land. Det er sett på overføring av likestrøm til Ekofisk og en vekselstrømsoverføring videre til Eldfisk.

Men siden Eldfisk evaluerer en modernisering av anlegget vil det kanskje være mer naturlig å legge en omformerstasjon her, d.v.s føre likestrøm fra land og til Eldfisk, for så å overføre kraft til Ekofisk via en vekselstrømsoverføring. HVDC-light ble evaluert i begge tilfellene. Kapasiteten varierte for de forskjellige alternativene fra 100MW opp til 250MW.

Plassering av en HVDC-light modul på en ny plattform vil ikke medføre problemer i forhold til bruk av generatorer. En vekselretter-modul vil ta mindre plass enn et anlegg på f eks 3 stk gassturbindrevne generatorer.

5.3. INNFLYTELSE PÅ VIRKNINGSGRAD

Forutsetter man at en gassturbin blir drevet på 100% last istedenfor at to maskiner går på ca halv last på hver sin plattform blir besparelse som følger:

Ved halv last bruker en gassturbin 70% av gassforbruket ved full last.

Det vil gå med et tap i overføringen mellom plattformene, som vi ikke har dersom det er generering på hver plattform.

Den totale besparelse i forbrenningsgass ved å stoppe en generator på halv last og kjøre den gjenværende med tilnærmet optimal last i samkjørings mode vil medføre en forbedring på 30 - 33% i brennstoff forbruk på denne installasjonen. Reduksjonen i utslippene blir derfor i størrelses orden 30 - 33% på denne mens samkjøringspartneren vil få en liten økning i utslippene.

Den totale brenngass utslippsreduksjonen vil være avhengig av driftsbetingelsene for begge plattformene sett under ett, men faklingsbehoved skulle gå ned pga. bedret regularitet.

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger **Doc. No.:**

Rev.: 03 **Date:** 29.01.08

Page: 22 of 29

5.4. VIKTIGE KOSTNADSBÆRERE

Der man har en større plattform med stor kraftproduksjon har man flere steder overføring av kraft via kabel til en mindre plattform i nærheten.

Kobler man sammen to eller flere kraftnett offshore via høyspent undervannskabel vil en mindre plattform uten generatorer, få elektrisk kraft fra en moder plattform. Alternativt, dersom den nye plattformen er koblet sammen med to eksisterende plattformer, vil en samkjøring av disse antagelig gi mer tilgjengelig kraft og større stabilitet for alle i nettverket.

To steder genererer kraft, og begge vil kunne ha et mer optimal kraftproduksjon ved i perioder å få kraft fra den andre.

For å få til en samkjøring av kraftnettet på 2 eller flere plattformer, er det ønskelig at disse har samme frekvens i sine kraftnett (50Hz eller 60Hz). Men dette er ikke en absolutt betingelse, ved å installere en roterende omformer i kontaktpunktet mellom nett med 50Hz og nett med 60Hz, vil man kunne overføre kraft mellom nettene.

En likestrømsforsyning fra land vil kunne omformes både til 50 og til 60Hz, ved å benytte to vekselretter enheter. Det er derfor fordelaktig å koble enheter med samme frekvens sammen i et samkjøringsnett.

Dette passer bra med en sammenkobling på et tidlig stadium og at man benytter denne kabelforbindelsen seinere ved kraftlevering fra land.

Avstanden mellom de aktuelle plattformene er av betydning. Teknisk/økonomisk er det nok en fordel om avstanden er under 50km.

Havdypet på det aktuelle feltet vil spille inn. På Snorre A / B er det en slik overføring. Havdypet her er på ca 300m.

Eierinteresser har også spilt inn i valg av løsninger. Samme eierkonstellasjon har hatt lettere for å finne løsninger for å utnytte eksisterende fasiliteter. Det må derfor settes krav til operatørene slik at man utnytter positive miljømessige løsninger utover egne konsesjoner.

5.5. MODIFIKASJONSBEHOV PÅ EKSISTERENDE PLATTFORM

Samkjøring av en ny plattform og en eller flere eksisterende plattformer vil medføre modifikasjoner på de eksisterende plattformene.

Et samkjøringssystem som beskrevet over vil medføre at man har et spenningsnivå på kabeloverføringene som er betydelig høyere en dagens plattform fordelingsnivå.

Overføringskabelen bør ha en spenning på 36kV, 66kV eller 90kV avhengig av blant annet overføringskapasitet og lengde. Det er derfor nødvendig å installere en transformator på hver plattform. Likeledes må hovedtavlen modifieres, og det må finnes plass til nytt stigerør for kabel. Alt utstyret vil medføre plass og vekt problematikk som må løses i hvert enkelt tilfelle.

Løfteevne til kranene må også evalueres pga den store vekta på transformatoren.

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger Doc. No.:

Rev.: 03 Date: 29.01.08

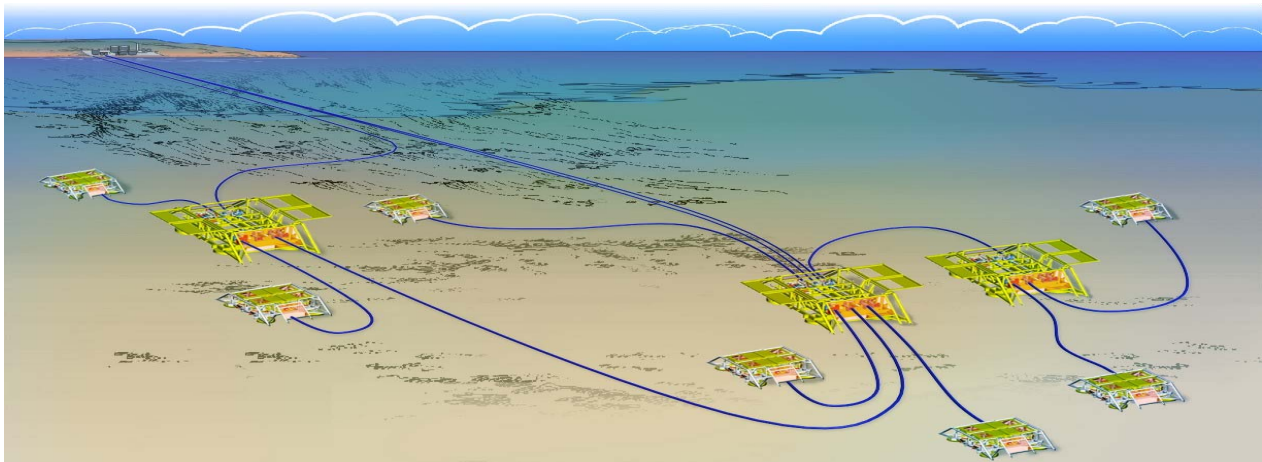
Page: 23 of 29

6. FORVENTET TEKNISK UTVIKLING

Dette kapitlet omhandler forventet utvikling og kvalifisering i årene fremover. Det er forventet at den viktigste tekniske utviklingen vil finne sted i prosjekter knyttet til undervannsinstallasjoner og FPSO'er. Elementer som utvikles for undervannsinstallasjoner vil kunne tas i bruk for å forenkle elektrifisering av overflateinstallasjoner.

6.1. UNDERVANN SINSTALLASJON MED KRAFT FRA LAND

Pilotprosjektet for undervanns gasskompresjon for Ormen Lange representerer et signifikant skritt fremover for teknologistatus for undervannsanlegg. Dette pilotprosjektet bygger videre på den generelle teknologiutviklingen i andre prosjekter som Tyrihans (undervanns sjøvannsinjeksjon for trykkstøtte), BP King (undervanns flerfasepumpe), Troll Pilot (undervanns vannseparasjon og reinjeksjon) og andre.



Med utgangspunkt i disse prosjektene kan teknologistatusen for undervanns kraftforsyning beskrives på følgende måte:

Undervanns transformorteknologi:

20-70MVA, forventet kommersielt tilgjengelig på markedet i 2009-2011.

Generelt for VSD Modul, CB Modul og UPS Moduler for Ormen Lange:

Design dybde 900m, med 1-atm.

Designen vil bli tilpasset 3000 m, men ikke implementert på Ormen Lange på grunn av mindre dybde.

Undervannskompressor VSD Modul

Under design/kvalifisering, forventet kommersielt tilgjengelig på markedet i 2009-2011

Undervanns strømbrytermodul

Under design/kvalifisering, forventet kommersielt tilgjengelig på markedet i 2009-2011

Undervanns UPS-modul

Under design/kvalifisering, forventet kommersielt tilgjengelig på markedet i 2009-2011

Teknologi som kan utvides til å bli brukt for mer kraft og last.

Undervanns Pumpe VSD-modul

Under design/kvalifisering, forventet kommersielt tilgjengelig på markedet i 2009-2011

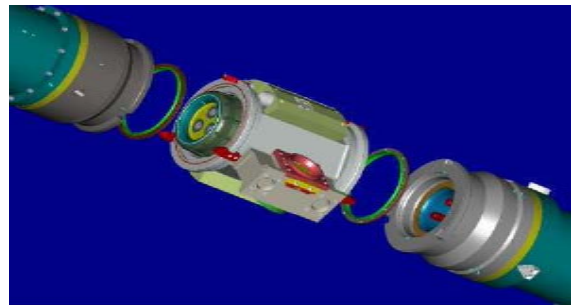
Variabel frekvensdrift opp til 20 MW.

Til Ormen Lange designer vi for 400kW.

Undervanns høyspentkoblinger

To viktige leverandører for høyspentkoblinger under vann er:

1. Troniks SpecTRON 30 er en ekeltfase kobler-gruppe designet i henhold til IEC klassifiseringene 18/30 (36) kV og er i stand til å overføre opp til 70MW i et trefase system. De er designet og kvalifisert for 25 års drift under vann på dyp ned mot 2000m. Se forøvrig leverandørens hjemmesider
2. Vetco Gray har en produktserie kvalifisert for kobling og drift under vann med spenninger opp til 36 kV og 500A
 - Kobler 3 faser samtidig
 - 12-24-36 kV/500A/ 1500mWD rating



6.2. FREMTIDIG KRAFTFORSYNING TIL FPSO'ER

Undervannstransformator og 36kV Slepering

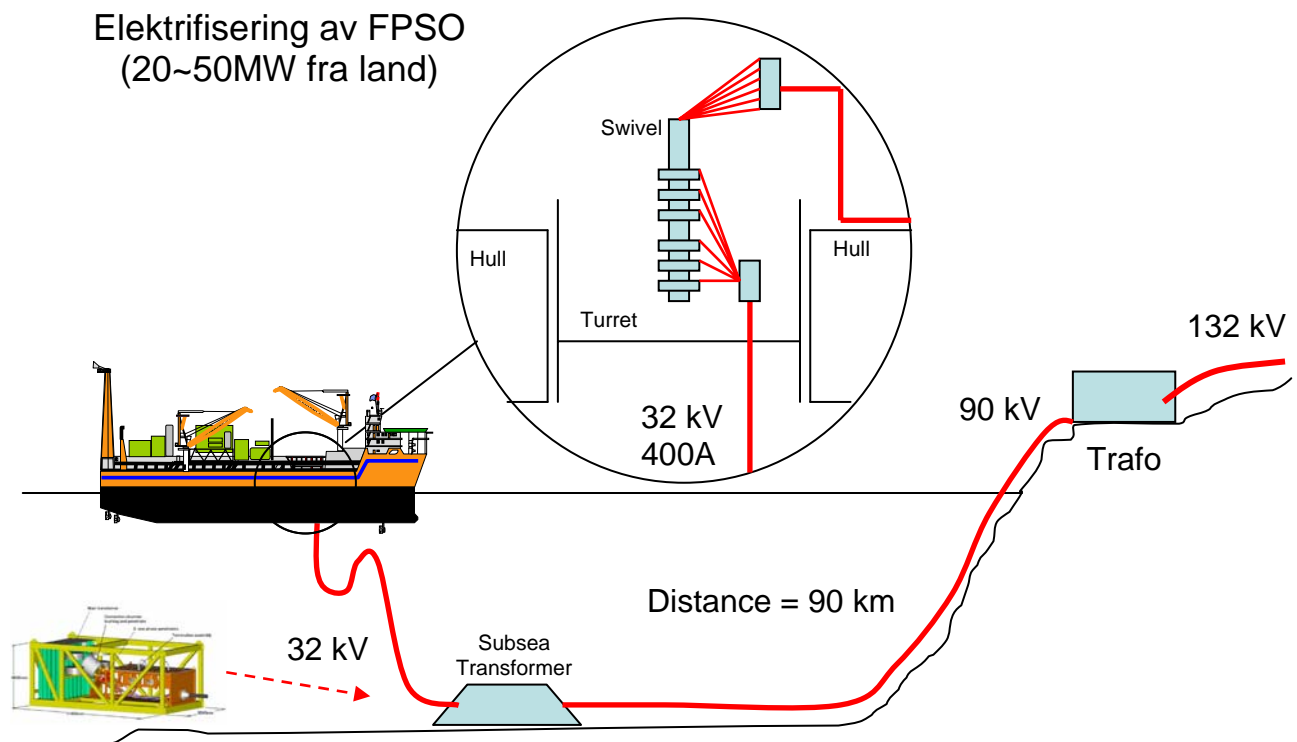
En omfattende installasjon for gasskompresjon mer enn 800 m under havoverflaten inngår i det pågående teknologi kvalifiseringsprogrammet for Ormen Lange pilot.

Følgende illustrasjon viser hvordan det ser ut hvis man benytte eksisterende svivel teknologi på en installasjon med undertransformator kvalifisert gjennom Ormen Lange Pilot.

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger Doc. No.:

Rev.: 03 Date: 29.01.08

Page: 25 of 29



I tillegg til lave overføringstap fra land, vil denne løsningen fjerne risikoen forbundet med høyeffekts oljefylte transformatorer på bemannede offshore installasjoner. Installasjonskostnadene vil kunne reduseres hvis man inkluderer transformatoren i en nødvendig pakke.

Kan passe som ”ettermonasje” ved elektrifisering av eksisterende innretninger.

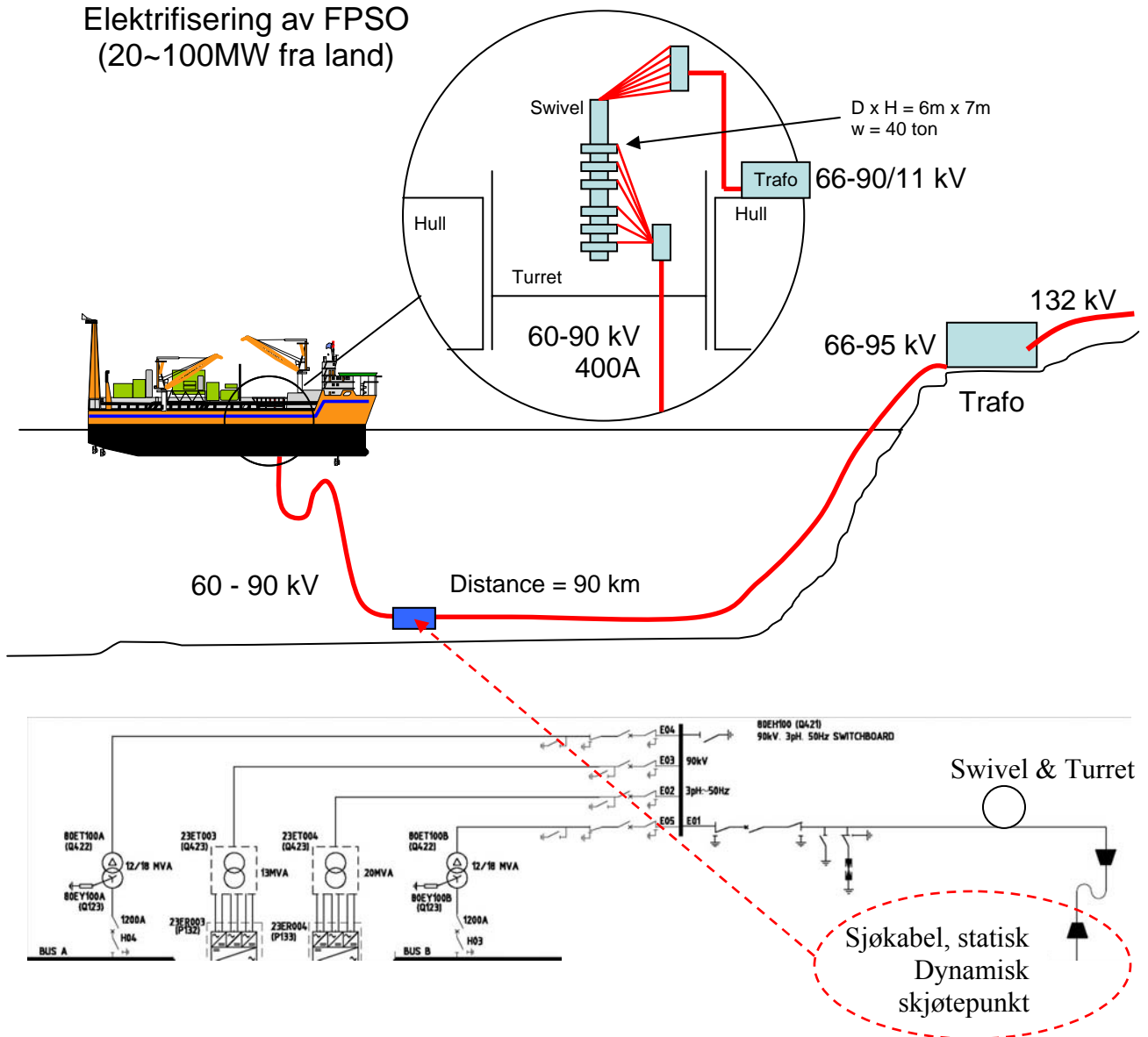
Transformator på Fartøyet og 60 - 90 kV Svivel

Hvis en design inneholder oljefylte høyspennings strømtransformator(er) på den utvalgte FPSOen, vil det fra et sikkerhetssynspunkt være bedre å sette transformatoren på et mer passende sted enn i den sentrale dreiesylinder strukturen.

Denne tilnærmingen er mulig hvis en elektrisk kraft svivel designet for 60 til 90 kV utvikles og kvalifiseres til bruk på en skipsformet FPSO.

Teknologiutvikling rettet mot høyere spenningsnivåer og tilsvarende kvalifikasjonsprogrammer skal ifølge typiske elektriske kraftsvivelleverandører som Framo og Focal være mulige hvis de blir iverksatt av kunder med passende prosjekter og ressurser.

Det elektriske grensesnittet på FPSO-en (etter svivel tårnet) mot sjøkabel-tilkobling kan da bli tilsvarende det man har på Gjøa SEMI'n.



Evaluering av mulighetene

Tabellen under gir en oversikt over forskjellige eksisterende og fremtidige løsninger for elektrifisering av vinddreierende flytende innretninger (FPSO). Tabellen indikerer behov for teknologiutvikling i årene som kommer. Teknologikvalifisering vil være drevet av oljeselskapenes behov og tekniske og økonomiske krav for å oppnå ønsket funksjonalitet og kapasitet på FPSO-en. I tabellen er tiltakene rangert med "1" som "best" i kolonnen med beste mulige teknikker (BMT). Her er begrepet BMT brukt på en slik måte at det også inkluderer teknologier under utvikling. BMT er i denne sammenheng den forventede beste teknologien innen de nærmeste årene.

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger Doc. No.:

Rev.: 03 Date: 29.01.08

Page: 27 of 29

AC - alternativer	Teknologistatus	Fordeler	Ulemper	BMT
Alt.: 1 36 kV fra land direkte via 36 kV sviveltårn	Tilgjengelig	<ul style="list-style-type: none"> Ikke oljefylte trafoer på dekk. 36kV kan brukes direkte som høyspent fordelingspenning. 	<ul style="list-style-type: none"> Høyt overføringstap 	3
Alt.: 2 66 til 132 kV fra land via trafo i turet og et 18-36 kV sviveltårn.	Alle komponenter er tilgjengelige. Ingen totalsystemer er bygget.	<ul style="list-style-type: none"> Lavt overføringstap 36kV kan brukes direkte som høyspent fordelingspenning. 	<ul style="list-style-type: none"> Eksplisjonsikkerhet med oljefylt transformator på turrettårn er ikke avklart. 	4
Alt.: 3 66-132 kV fra land via undervannstrafo på bunnen ved innretning og et 36 kV sviveltårn	Kvalifisering av undervannskomponenter pågår. Forventes kvalifisert som ledd i pågående programmer (HOLD).	<ul style="list-style-type: none"> Lavt overføringstap Ikke oljefylte trafoer på dekk. 36kV kan brukes direkte som høyspent fordelingspenning. 	<ul style="list-style-type: none"> Ukjent pålitelighet på undervannsenheter Vanskelig vedlikehold av undervannsenheter Høyere investeringskostnad 	1
Alt.: 4 60-100 kV fra land direkte til sviveltårn med samme spenning videre til trafoer på dekk.	Krever dedikert utvikling av svivelt teknologi for 60-100 kV (leverandører indikerer at dette er mulig).	<ul style="list-style-type: none"> Lavt overføringstap Høyt effektpotensiale (> 100 MW) 60 til 100 kV fordeling på fartøyet tilsvarende nyeste semi (Gjøa). 	<ul style="list-style-type: none"> Oljefylte transformatorer på dekk (eksplosjonsfare). Mulige problemer med mekanisk toleranse i svivel i forhold til turrettebevegelse. 	2

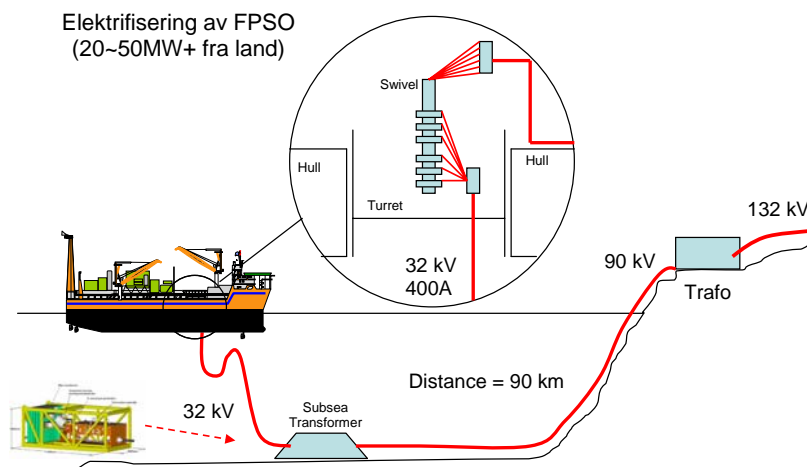
Tabellen viser at det nå er fullt mulig å elektrifisere flytende fritt vinddreierende innretninger (FPSO) med lav spenning (<36 kV) og over kortere avstander. Problemene er imidlertid ikke løst for alle tenkelige kapasiteter og skipsstørrelser eller avstander fra land (overføringsavstand), Kombinert med kraftgenerering og spenningsregulering på en FPSO kan effektoverføringer i størrelsesorden 20-30MW opp mot 100km tilsynelatende bli teknisk / økonomisk akseptabelt.

Tabellen indikerer imidlertid noen videre utviklingsstrategier. Den løsningen som vurderes som beste mulige teknologi (BMT) er overføring av høyere spenningsnivåer (66 - 132 kV) via en undervannstransformator og et sett med 36 kV sleperinger i sviveltårn(Alt.: 3). Med denne løsningen unngås store endringer i dreietårn. Mange av dagens FPSO'er vil dermed trolig kunne få ettermontert et 36 kV sleperingsett. En skisse av en slik løsning er gitt i figuren under.

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger Doc. No.:

Rev.: 03 Date: 29.01.08

Page: 28 of 29

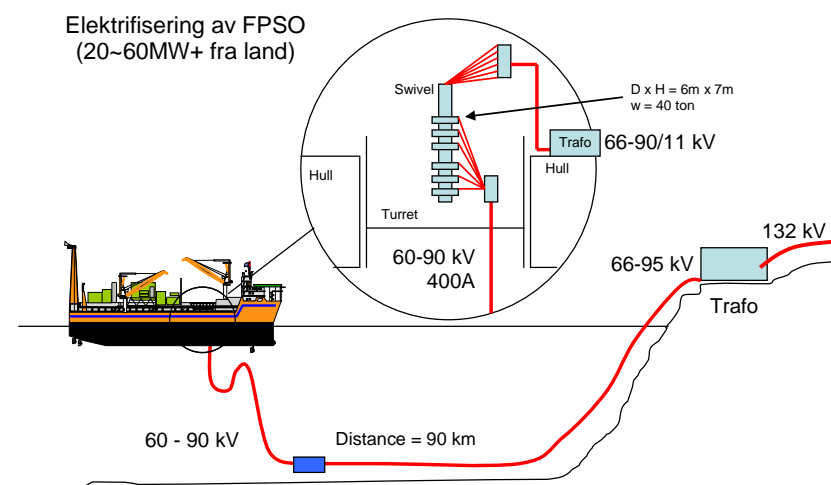


Alt: 3. Overføring med bruk av undervannstransformator.

Denne løsningen er drevet frem av utvikling av høyspennings undervannsutstyr. Slik utvikling har pågått i mer enn ti år, men det er først i de seneste tre til fire årene at denne utviklingen har skutt fart. ABB har opplyst om at en 20 MVA pilottransformator er under utvikling.

Undervannstransformatorer i størrelsesorden 20-70 MVA er forventet på markedet innen 2009-2011. Ulempen med denne løsningen er at man har liten driftserfaring med elektrisk utstyr plassert på havbunnen.

En annen mulig strategi for overføring av høyere spenningsnivåer (60 - 100 kV) fra land direkte til swiveltårn med tilsvarende spenningsnivå (Alt: 4). Transformator må da lokaliseres på selve skipet. Figuren under viser en prinsippskisse for dette.



Alt: 4. Overføring med transformator på skipet.

Dette er en skisse som viser det siste alternativet i tabellen med en rangering BMT = 2. Det er mer nærliggende at dette vil kunne være neste trinn i utviklingen av elektrisk kraftoverføring til FPSO. Løsningen krever videreutvikling av dreietårnet med sleperinger dimensjonert for 90-100kV. For

Title: Elektrifisering: Kraft fra land og Samkjøring mellom innretninger**Doc. No.:****Rev.:****Date:****Page:**

03

29.01.08

29 of 29

Øvrig baserer løsningen seg på kjent og moden teknologi. Fordelen med denne løsningen er at man oppnår svært lavt overføringstap (dvs. lav OPEX) og en unngår å sette utstyr på havbunnen. Minst to ledende leverandør av dreietårn med sleperinger for overføring av elektrisk kraft har antydnet at dette kan være en løsning som lar seg realisere i løpet av 3 - 5 år.

6.3. KRAFTFORSYNING I FORBINDELSE MED VINDMØLLEPARK

Det har også vært fremsatt planer om vindmølle-installasjoner på norsk sokkel.

Skal man overføre store mengder energi fra en slik park til havs og inn til land vil en overføring måtte legges for sammenkobling av det elektriske nettet i land med det man får offshore.

Dette nettet bør også kunne benyttes til å elektrifisere innretningene som da vil ligge i nærheten.