

Ptil Sektoroppgave 2018/370

HMS effekter, konsekvenser og muligheter av ekstern kraftforsyning til petroleumsinnretninger

		Dato			
		Sign.			
		Dato			
		Sign.			
		Dato			
		Sign.			
		Dato			
		Sign.			
		Dato			
		Sign.			
02	Endelig	Dato	19. des 2018	19. des 2018	19. des 2018
		Sign.	GN	RØ	GN
01	For kommentar	Dato	28. nov 2018	28. nov 2018	28. nov 2018
		Sign.	GN	RØ	GN
Rev. Nr.	Beskrivelse		Utførende	Kontroll	Godkjent
Dokumentnr.: UPS-2018038-R01		Kundereferanse: Ptil ref. 2018/370/EC, Ptil prosj.nr. 992506			
Dokumenttittel: Ptil Sektoroppgave 2018/370 – HMS effekter, konsekvenser og muligheter av ekstern kraftforsyning til petroleumsinnretninger		UPS prosjektnr.	Rev.	Sider	
		2018038	02	23	

Innholdsfortegnelse

1. SAMMENDRAG	4
2. INTRODUKSJON.....	5
2.1 Bakgrunn	5
2.2 Hensikt	5
2.3 Arbeidsomfang	5
3. REVISJONSHISTORIKK	5
4. FORKORTELSER.....	6
5. REFERANSER.....	6
6. ARBEIDSMETODIKK.....	7
6.1 Tilsendt dokumentasjon	7
6.2 Referansecase	7
6.3 Workshoper	7
6.4 Annen erfaring.....	7
7. FORHOLD SOM PÅVIRKES VED VALG AV KRAFTKILDE.....	8
7.1 Anleggsutforming.....	8
7.1.1 Generelt	8
7.1.2 Eksplosjon og brann i elektrisk utstyr	9
7.2 Krafttilgjengelighet og forsyningspålitelighet	9
7.3 Nødkraft	10
7.3.1 Nødkraft på de undersøkte innretningene	10
7.3.2 Nødkraft der ekstern kraftkilde brukes som nødkraftkilde	11
7.4 Brannvannspumper.....	13
7.4.1 Brannvannsforsyning på de undersøkte innretningene	13
7.4.2 Brannvannsforsyning der ekstern kraftkilde brukes som kraftkilde	13
7.5 Tennkildekontroll	14
7.5.1 Tennkildekontroll på de undersøkte innretningene	14
7.5.2 Tennkildekontroll der ekstern kraftkilde brukes som nødkraftkilde	14
7.6 Vedlikehold	15
7.6.1 Vedlikehold generelt	15
7.6.2 Reservedeler for elektrisk utstyr med lang leveringstid.....	15
7.7 Integrering av vindkraft.....	16
7.8 Fysisk arbeidsmiljø	17
7.8.1 Støy og vibrasjoner.....	17
7.8.2 Sykdomsfravær.....	17
7.8.3 Helsekadelige kjemikalier	18
7.8.4 Annet	18
7.9 Prosjektfase	18
7.9.1 Myndigheter og interessenter	18

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	2 av 23

7.9.2 Ferdigstillelse	19
7.10 Fjerning	19
7.11 EMC/ EMI.....	19
8. KORT OM TEKNOLOGI FOR KRAFT FRA LAND.....	20
9. ANBEFALINGER TIL VIDERE ARBEID	21
9.1 Innretningsforskriften.....	21
9.2 S-001	21
9.3 Mulighetsstudie for vindkraft.....	22
9.4 Avklaring av Havenergilovas anvendelse	22
VEDLEGG N01 - TEKNISK NOTAT 1 FOR BUNNFAST PRODUKSJONSINNRETNING	23
VEDLEGG N02 - TEKNISK NOTAT FOR FLYTENDE PRODUKSJONSINNRETNING.....	23
VEDLEGG N03 - TEKNISK NOTAT 2 FOR BUNNFAST PRODUKSJONSINNRETNING	23
VEDLEGG N04 - TEKNISK NOTAT FOR OPPJEKKBAR BOREINNRETNING.....	23

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	3 av 23

1. Sammendrag

Ptil registrerer at offshore-næringen i økende grad benytter løsninger med bruk av ekstern kraftforsyning til innretninger. Det er utfra dette blitt identifisert et behov for å innhente ytterligere kunnskap og erfaringer med etablerte og nye løsninger på dette området når det gjelder gevinster, ulemper og muligheter helhetlig for innretninger med løsningen. Utslipp av drivhusgasser er ikke en del av vurderingene i denne rapporten, heller ikke driftsutgifter til drivstoff versus kraftkjøp.

Målet med denne rapporten har vært å fremskaffe en helhetlig oversikt over utvalgte operatørers erfaring med ekstern kraftforsyning til innretninger (f.eks. fra land).

Denne rapporten er utarbeidet med bakgrunn i tilsendt dokumentasjon fra 4 operatører av innretninger som har kraft fra land eller kraft fra annen innretning. Det har i tillegg vært avholdt 4 heldags workshoper med operatørene der erfaringer med ekstern kraftforsyning er gjennomgått systematisk og sammenlignet med tradisjonelle løsninger med egen kraftstasjon om bord.

I tillegg til denne rapporten er det utarbeidet 4 tekniske notater – ett for hvert av anleggene.

Hovedkonklusjonen er at det er flere positive effekter av kraft fra land eller annen innretning. Innretningen får lavere vekt, det blir mindre vedlikehold, noe færre personell om bord, forbedret fysisk arbeidsmiljø, mindre fare for gasslekkasjer og brann, enklere og raskere ferdigstillelse i prosjektfasen samt enklere fjerning.

Regulariteten i kraftforsyningen er noe forskjellig på de undersøkte innretningene. Det avhenger av tilknytningspunktet på land samt nettdriften i nettet på land. Noen av innretningene har svært høy regularitet.

Rapporten har forslag om et lite tillegg i innretningsforskriftens §47 der det foreslås at det tas inn et nytt punkt om beskyttelse mot eksplosjoner og brann. Det er også forslag om endring/ presisering i NORSOK S-001 angående bruk av elektriske brannvannspumper.

Det foreslås videre et konsept for å utnytte kraft fra land eller annen innretning til nødkraft og brannvannsforsyning. Konseptet gjør at det ikke er nødvendig å starte noen dieselmaskiner på innretningen i ESD 1-situasjoner når ekstern kraft er tilgjengelig, og der tradisjonelle løsninger innebærer nedstengning av hovedkraft og start av nødgenerator.

Det finnes ikke et etablert kraftnettregime utenfor Grunnlinjen. Dette utgjør en risiko for utbyggingsprosjekter med kraft fra land og krever ekstra kompetanse, planlegging og oppfølging hos operatør, kontraktør og myndigheter.

Tradisjonelle innretninger og innretninger med ekstern kraftforsyning har ingen forskjell i sykefravær. Det er en klar oppfatning i driftsorganisasjonene om at slike innretninger har mindre støy, men dette kan ikke ses på sammenlignbare målinger. Imidlertid er det mindre målt vibrasjon, men dette oppfattes ikke slik av personellet om bord. Det er mindre bruk og håndtering av farlige kjemikalier og mindre tungløftoperasjoner på innretninger med ekstern kraftforsyning.

Det er utfordrende å integrere vindkraft eller andre kraftkilder til eksisterende innretninger, men i forbindelse med nye prosjekter kan dette være en mulighet.

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	4 av 23

2. Introduksjon

2.1 Bakgrunn

Ptil registrerer at offshore-næringen i økende grad benytter løsninger med bruk av ekstern kraftforsyning til innretninger. Dette gjelder både løsninger hvor en innretning forsynes fra en annen innretning og «kraft fra land» løsninger. Det er utfra dette blitt identifisert et behov for å innhente ytterligere kunnskap og erfaringer med etablerte og nye løsninger på dette området når det gjelder gevinster, ulemper og muligheter helhetlig for innretninger med løsningen.

2.2 Hensikt

Målet med oppdraget er at Ptil skal få en helhetlig oversikt over operatørens erfaring med ekstern kraftforsyning til innretninger (f.eks. fra land). Det skal vurderes og konkluderes med hvilke HMS gevinster og ulemper løsningen helhetlig gir for innretningen. I tillegg skal det identifiseres og vurderes hvilke muligheter som finnes ved bruk av slike løsninger.

Prosjektet skal bidra til å gi et dokumentert underlag for erfaringsoverføring, felles forståelse og likebehandling i Ptils saksbehandling. Videre er det et mål at resultatene og konklusjoner bearbejdes slik at de kan deles med næringen. Oppdraget skal også kunne identifisere om det er behov for regelverksjusteringer i form av presiseringer og/eller utdypinger.

Denne rapporten tar ikke opp spørsmål rundt utslipp av GHG gasser ved ekstern kraftforsyning kontra egen kraftstasjon. Dette er godt dekket av andre studier og er noe alle offshore prosjekter er pliktig å utrede.

2.3 Arbeidsomfang

Oppdraget søker å konkretisere hvilke gevinster, ulemper og muligheter som foreligger med denne type løsninger allsidig.

Det skal for identifiserte forhold vurderes styrkeforhold (sammenlignes) opp mot tradisjonell løsning med lokal kraftgenerering (gass/diesel). Det skal fremheves styrker og svakheter, samt muligheter og hvordan forutsetningene for disse mulighetene endres med lokal kraftgenerering kontra ekstern kraftforsyning. Robusthet til identifiserte forhold skal kunne konkluderes. Oppdraget skal omfatte både organisatoriske, operasjonelle og tekniske forhold.

Vurderingene vil bli basert på relevante HMS-forskrifter og normreferanser.

3. Revisjonshistorikk

Dato	Rev. nr.	Beskrivelse	Detaljert beskrivelse
	02	Endelig	
2018-11-28	01	For kommentar	

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	5 av 23

4. Forkortelser

AC	Alternating Current/ Vekselstrøm
AFE	Active Front End
DC	Direct Current/ Likestrøm
ESD	Emergency ShutDown/ Nødavstengning
FIKS	Funksjonskrav I KraftSystemet
FPSO	Floating Production, Storage and Offloading
GHG	GreenHouse Gas/ Drivhusgass
GIS	Gas Insulated Switchgear/ Gassisolert bryteranlegg
HMS	Helse, Miljø og Sikkerhet
HVDC	High Voltage Direct Current/ Høyspenning Likestrøm
IEC	International Electrotechnical Commission
IMO	International Maritime Organisation
NFPA	National Fire Protection Association
NORSOK	NORSK SOKkels Konkurransesposisjon (ansvaret for NORSOK-standardene er overført til Standard Norge)
NVE	Norges Vassdrags- og Energidirektorat
OED	Olje- og EnergiDepartementet
PAD	Plan for Anlegg og Drift
PUD	Plan for Utbygging og Drift
Ptil	Petroleumstilsynet
THD	Total Harmonic Distortion/ Total harmonisk forvrengning
UPS	Uninterruptible power supply/ Avbruddsfri strømforsyning

5. Referanser

- [1] Styringsforskriften
- [2] Innretningsforskriften
- [3] Aktivitetsforskriften
- [4] IEC 61892 – Mobile and fixed offshore units – Electrical installations
- [5] Norsok S-001, 2018 – Teknisk sikkerhet
- [6] NFPA 20 – Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection
- [7] B4-137, A SURVEY OF THE RELIABILITY OF HVDC SYSTEMS THROUGHOUT THE WORLD DURING 2015 – 2016, CIGRE 2018
- [8] IS-25, Emergency and essential system for offshore units with cable connection to another unit or shore, PCIC Europe

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	6 av 23

6. Arbeidsmetodikk

6.1 Tilsendt dokumentasjon

4 innretninger er brukt som casestudier og undersøkt spesielt. Av de 4 innretningene er det 3 stk. faste innretninger (hvorav to bunnfaste og en flytende) og en flyttbar innretning.

Rapporten er utarbeidet med bakgrunn i tilsendt dokumentasjon fra operatørene av disse innretningene som har kraft fra land eller kraft fra annen innretning. Dokumentasjonen ble tilsendt i flere omganger, både før og etter at workshopene (se under) ble gjennomført. Mye av dokumentasjonen fra de 4 operatørene var av samme type (f.eks. enlinjeskjema, elektriske studier og operatørhåndbok), men noe var også forskjellig/ mer spesialisert. F.eks. hadde en operatør rapporter som viste støy og vibrasjoner både på innretningen som hadde ekstern kraftforsyning og en nesten tilsvarende innretning som hadde egen kraftstasjon om bord.

6.2 Referansecase

Under arbeidet med denne rapporten er det foretatt sammenligning av innretninger med kraft fra land eller kraft fra annen innretning med «referansecase», i rapporten benevnt «tradisjonelt anlegg».

For de faste innretningene er referansecaset:

- Egen kraftstasjon om bord med 2 stk. redundante gassturbin-generatorsett der minst et av disse også kan bruke diesel som drivstoff
- Ingen egen reservekraftgenerator
- Alle brannpumper drives av egne dedikerte dieselmotorer eller diesel-generatorsett
- Egen dedikert nødgenerator

For den flyttbare innretningen er det ikke et referansecase på samme måte. Den flyttbare innretningen er laget for å kunne operere uten kraft fra annen innretning og er derfor designet akkurat som den ville vært uten mulighet for ekstern krafttilførsel. Her kommer systemer og utstyr for den eksterne krafttilførselen i tillegg.

6.3 Workshoper

Det ble gjennomført 4 heldags workshoper med operatørene av innretninger som har kraft fra land eller kraft fra annen innretning. I workshopene ble anleggsutforming og forhold som påvirkes ved valg av kraftkilde diskutert og gjennomgått. Fordeler, ulemper, muligheter og andre kommentarer ble notert underveis.

6.4 Annen erfaring

Annen erfaring fra offshore-næringen generelt, og med kraft-fra-land og kabelprosjekter spesielt, er også en viktig del av underlaget for denne rapporten.

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	7 av 23

7. Forhold som påvirkes ved valg av kraftkilde

7.1 Anleggsutforming

7.1.1 Generelt

De 4 innretningene som er spesielt undersøkt har en anleggsutforming som bare i mindre grad skiller seg fra en tradisjonell offshore innretning med egen kraftstasjon om bord. Noe forenklet kan anlegget beskrives som et tradisjonelt anlegg der hovedgeneratorene er fjernet og det isteden er kommet til kabler, transformatorer og annet nødvendig utstyr for å ta inn kraft fra ekstern kraftkilde.

Det er imidlertid noen forskjeller:

Innretningene har enten en reservekraftgenerator eller en hovedkraftstasjon som brukes i de tilfellene der den eksterne kilden ikke er tilgjengelig. Dette er som beskrevet i IEC 61892-2 pkt. 4.2.3. (Bruk av IEC 61892-serien er beskrevet i veiledningen til innretningsforskriftens §47 om elektriske anlegg.). Reservekraftgeneratoren dimensjoneres for å opprettholde enheten i beboelig stand, dvs. den har ikke nok ytelse til å kunne forsyne prosessen om bord. For den flyttbare innretningen er det en full kraftstasjon om bord – denne brukes i de tilfellene der innretningen ikke kan få kraft tilført fra en annen kilde. I tillegg finnes det dedikert nødgenerator om bord på to av de faste innretningene. For en av de faste innretningene er det to stk. kombinerte reservekraft/nød-generatorer.

Vernsystemene om bord er som for vernsystemer i tradisjonelle anlegg. Vernsystemene for ekstern kabel osv. kommer i tillegg, mens vernsystemer for hovedkraftstasjon utgår for anlegg som ikke har dette. Konfigurering av vern om bord er noe mer utfordrende når man har kraft fra land siden den tilgjengelige kortslutningsytelsen i de fleste tilfeller er lavere enn for en innretning med egen kraftstasjon om bord. For den flyttbare innretningen er det motsatt – her er kortslutningsytelsen høyere med kraft fra verftsplattform enn når egen kraftstasjon om bord er i drift. Dette må det tas hensyn til under design. I praksis lar dette seg imidlertid løse.

To av anleggene som er undersøkt har utstyr på land som gjør det mulig å styre den reaktive utvekslingen med nettet på land. Dette er en fordel for nettet på land og gjør det mulig å styre spenningen og den reaktive effektflyten i landnettet i noen grad. Ingen av anleggene er i utgangspunktet designet med dette for øyet, men det er en mulighet som utnyttes for begge anleggene.

Ved kobling av den eksterne kabelforbindelsen må både personell om bord og personell på land/ ekstern innretning involveres. Dette gjør at slik kobling blir noe mer omfattende å gjennomføre enn koblinger som skjer lokalt inne på en tradisjonell innretning (slik det er med egen kraftstasjon om bord). For alle 4 innretninger er det imidlertid gode rutiner for dette og i praksis oppfattes ikke dette som et problem.

Videre er det en innretning som har et systemvern vedtatt av Statnett og følgelig kan kobles ut i situasjoner der kraftnettet på land kommer i en spesielt krevende driftsituasjon pga. en feil i nettet. Systemvernet har koblet ut innretningen én gang og da pga. en feilbetjening.

En av de undersøkte innretningene hadde vektberegninger som viste at topside innretningen ble ca. 350 tonn lettere med kraft fra land enn den ville ha blitt med egen kraftstasjon om bord.

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	8 av 23

IEC 61892-2 (2012) omtaler ikke ekstern kraftforsyning spesielt bortsett fra pkt. 4.2.6 som omhandler nødkraft i et slikt tilfelle (merk at det er utgitt et korrigerendium til dette punktet).

7.1.2 Eksplosjon og brann i elektrisk utstyr

I kraft-fra-land-systemer opptrer AC-spenninger i området 70 kV og høyere. Transformatorer med viklingsspenninger i dette området er oljefylte. Oljefylte transformatorer er normalt vurdert å være svært driftssikre, men i forbindelse med interne feil hender det at disse har eksplodert eller fått lekkasjer som har ført til brann. Oljefylte transformatorer på de undersøkte faste innretningene er plassert slik at en eksplosjon og/ eller brann i disse kan ha storulykkepotensial.

Noen av transformatorene på de undersøkte innretningene er isolert med syntetisk ester (av merket MIDEL) istedenfor mineralolje. Denne brenner dersom den først blir antent, men den har høyere flammepunkt og er derfor sikrere mot antennelse enn mineralolje. I tillegg er syntetisk ester biologisk nedbrytbar slik at spill til sjø ikke er forurensende slik som mineralolje.

Transformatorene som inngår i kraft-fra-land-systemer blir typisk brannsikret ved at man har dreneringsanlegg for oljen (som fjerner noe av det brennbare materialet, men ikke alt) og fastmontert vanntåkeanlegg. Ingen av de installerte transformatorene har påmontert utstyr for hurtig trykkavlastning for å forhindre eksplosjon, selv om slikt utstyr er tilgjengelig på markedet. Slikt utstyr vil også redusere sannsynligheten for at det oppstår oljelekkasjer med tilhørende brannfare. Se kap. 9.1.

7.2 Krafttilgjengelighet og forsyningspålitelighet

For alle 4 undersøkte innretninger er det ikke noen praktisk begrensning hva angår krafttilgjengelighet og kapasitet på land/ ekstern innretning i normal drift.

Generelt er det kapasitet i kraftnettet langs kysten til å forsyne typiske enkeltplattformer med kraft fra land. Kystområdene fra Lista til Sunnmøre har stort sett høy kapasitet og det vil være mulig å finne tilkoblingspunkter i sentralnettet nokså nærme kysten. I Trøndelag sør for Trondheimsfjorden og Nord-Møre er det også god kapasitet, men her ligger sentralnettet et stykke fra kysten. Det samme gjelder store deler av Nord-Norge. I kystnære områder er det mindre kapasitet i disse områdene, men nok til å kunne forsyne typiske enkeltplattformer. I Finnmark er det svakere nett, men det er kapasitet for uttak i Hammerfestområdet. Generelt vil det være en utfordring at olje/gassprosjekter ikke har tid til å vente på nettoppgradering hvis dette er nødvendig for å beslutte et konsept med kraft fra land. Planlegging og bygging av kraftlinjer tar mer tid enn man har tilgjengelig i prosjektet. Man er derfor i praksis avhengig av at nettet allerede har kapasitet eller at det pågår nettoppgraderingsprosjekter som gir nok kapasitet i tilkoblingspunktet.

Det foregår en rekke nettutviklingsprosjekter i områder som forsyner offshore innretninger. Slike forsterkninger øker ytelsen i nettet (kan forsyne mer kraft til offshore innretninger) og øker også forsyningspåliteligheten gjennom redundans. Imidlertid blir det flere «dype» spenningsdipper når nettet forsterkes siden flere kilometer med luftledning kommer elektrisk nærmere innretningen. Hvor dyp en spenningsdipp blir er avhengig av hvor stor impedans det er mellom tilkoblingspunktet og feilstedet og hvor mye generatorkapasitet som finnes i området (som vil kunne bidra til å heve spenningen lokalt).

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	9 av 23

Innretningene opplever noe forskjell i forsyningspåliteligheten. Ikke alle operatørene har statistikk tilgjengelig for forsynings tilgjengelighet, men et par av dem har tall for dette. Tallene for en av innretningene viser en tilgjengelighet i kraft-fra-land på opp til 99,93% (tallene er årlige tall siden anlegget ble satt i normal drift i 2011). Den som har lavest tilgjengelighet har ikke tallmateriale, men hadde hatt en rekke feil i forsyningen fra land inntil nettdriften på land ble lagt om for noen år siden. Etter dette har forsyningspåliteligheten blitt forbedret. Dette viser at det er viktig med godt samarbeid med netteier for å finne gode koblingsbilder osv. som robustgjør nettet på land og gjør kraftforsyningen til innretningen mindre sårbar for feil i nettet.

Spenningskvaliteten på innretningene er god. Et par av innretningene måler/ logger THD-nivået på hovedskinnene. Disse målingene viser svært lave verdier. Det er imidlertid viktig å være klar over at en kabel til land er en stor elektrisk kondensator, som vil introdusere parallellresonanser som i sin tur vil kunne føre til høye enkeltharmoniske spenninger i anlegget. Med normal oppfølging av dette i prosjektfasene og i drift vil dette kunne unngås eller mitigeres. Spenningsdipper som følge av feil i kraftsystemet på land vil forplante seg ut på innretningen (for AC overføring) eller kunne forårsake utkobling av omformere på land (for DC overføring). I praksis viser dette seg å være et mindre problem enn det er for store kompressordrifter på landanlegg. Det har imidlertid vært utkoblinger som følge av spenningsdipper i nettet på land.

For forsyningspåliteligheten er det viktig at feil i kraftforsyningsystemet repareres raskt. Både sjøkabler og transformatorer har lav feilfrekvens, men lange reparasjonstider utgjør en risiko for forsyningspåliteligheten i et kraft fra land system. Transformatorer er tunge og krever løftefartøy i noen tilfeller. I tillegg er det lang leveringstid fra leverandør der produksjonstiden er flere måneder. Feil i sjøkabler krever fartøy som er utstyrt for å kunne kappe, hente opp, skjote og reparere samt legge ned kabel. Alle de faste innretningene har derfor reservetransformator(er) og reservelengde(r) av kabler liggende på lager. I noen tilfeller er det nødvendig å lage og installere utstyr eller strukturer for å få tilkomst til transformatorer med kran, noe som også vil ta tid.

For HVDC-overføringer er det kjent at det er havari i transformatorer som bidrar mest til utilgjengelighet siden disse har lang reparasjonstid/ produksjonstid, se [7].

7.3 Nødkraft

7.3.1 Nødkraft på de undersøkte innretningene

De undersøkte innretningene har forskjellige løsninger for nødkraft. Kun en av innretningene utnytter kraft fra land som nødkraftkilde i situasjoner med brann. Alle innretningene har et system for tenkildefrakobling av den eksterne kraftkilden på et eller annet nivå i ESD hierarkiet. Nødgeneratoren starter i slike tilfeller automatisk når spenningen på nødtavlen forsvinner.

To av innretningene har konvensjonell nødgenerator på lavspenning, en har kombinert reservekraft og nødgeneratorer på høyspenning og den siste innretningen er uten dedikert nødgenerator, men utnytter et redundant hovedkraftanlegg.

For de faste innretningene ville det vært mulig å bruke kraft fra land som nødkraftkilde i større grad enn det er gjort.

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	10 av 23

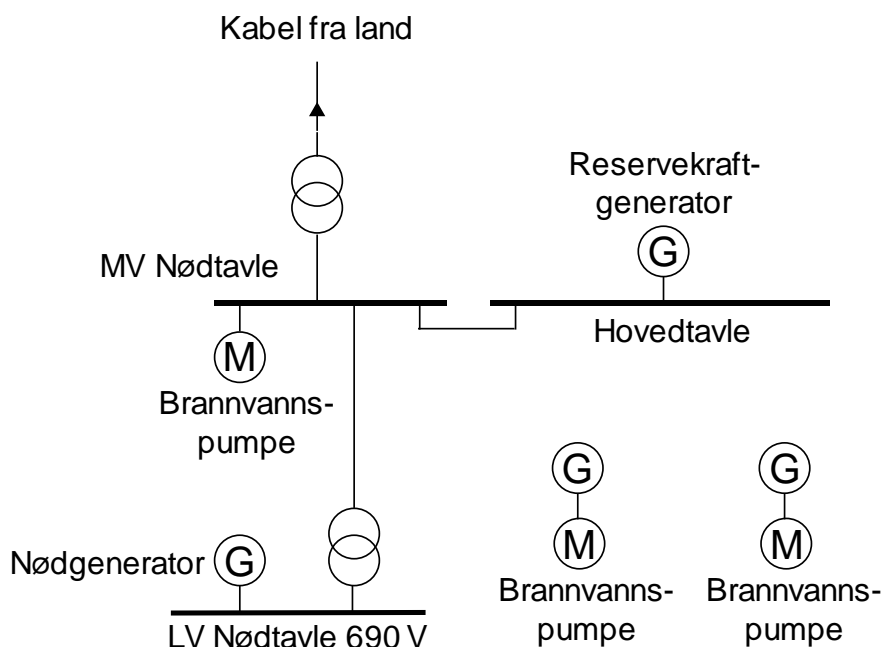
Det er imidlertid vanskelig å gjøre om på nødkraft-systemet. Skal den eksterne kraftkilden benyttes til nødkraftforsyning må dette være en del av designet fra starten av.

7.3.2 Nødkraft der ekstern kraftkilde brukes som nødkraftkilde

Ved en eventuell gasslekkasje om bord er det normalt å stanse og koble fra hovedgeneratorene på offshore innretninger (tennkildefrakobling). Dermed blir anlegget spenningsløst og nødgeneratoren starter. Da er det bare spenning på nødkraftsystemet. Dette gjøres for å fjerne elektriske tennkilder om bord. Dersom nødgeneratoren får gass i forbrenningsluftinntaket vil den bli stanset. I et slikt tilfelle er det bare spenning på UPS-systemene om bord.

Når det finnes en ekstern kraftkilde (kraft fra land eller annen innretning) kan denne eksterne kraftkilden brukes som nødkraftkilde. I Figur 7-1 under er det en skisse som viser hvordan dette kan implementeres. I en situasjon med gasslekkasje kan reservekraft generator stoppes (dersom den går) og forsyningen mellom 11 kV Nødtavle og 11 kV Hovedtavle frakobles automatisk. Hovedkraftsystemet er da spenningsløst (tennkildefrakobling), mens nødkraftsystemene fremdeles har spenning. Det er da ingen spenningsløs periode i nødkraftsystemet med dette designet slik det vil være på et tradisjonelt anlegg. Nødgeneratoren starter ikke i dette tilfelle siden nødtavlen aldri blir spenningsløs. Se også [8].

IEC 61892-2 pkt. 4.2.6 omhandler kraft fra en ekstern kilde. Merk at det er kommet et Corrigendum til dette punktet som fastslår at det skal være to hovedkraftkilder (enten to eksterne kilder eller en ekstern kilde og en reservekraft generator) og at nødgeneratoren kommer i tillegg. Dette betyr at det totalt skal være minimum tre kraftkilder på en bemannet innretning uten segregering i hht. IEC 61892-2 pkt. 4.2.6.



Figur 7-1 Bruk av ekstern kraftkilde som nødkraftforsyning

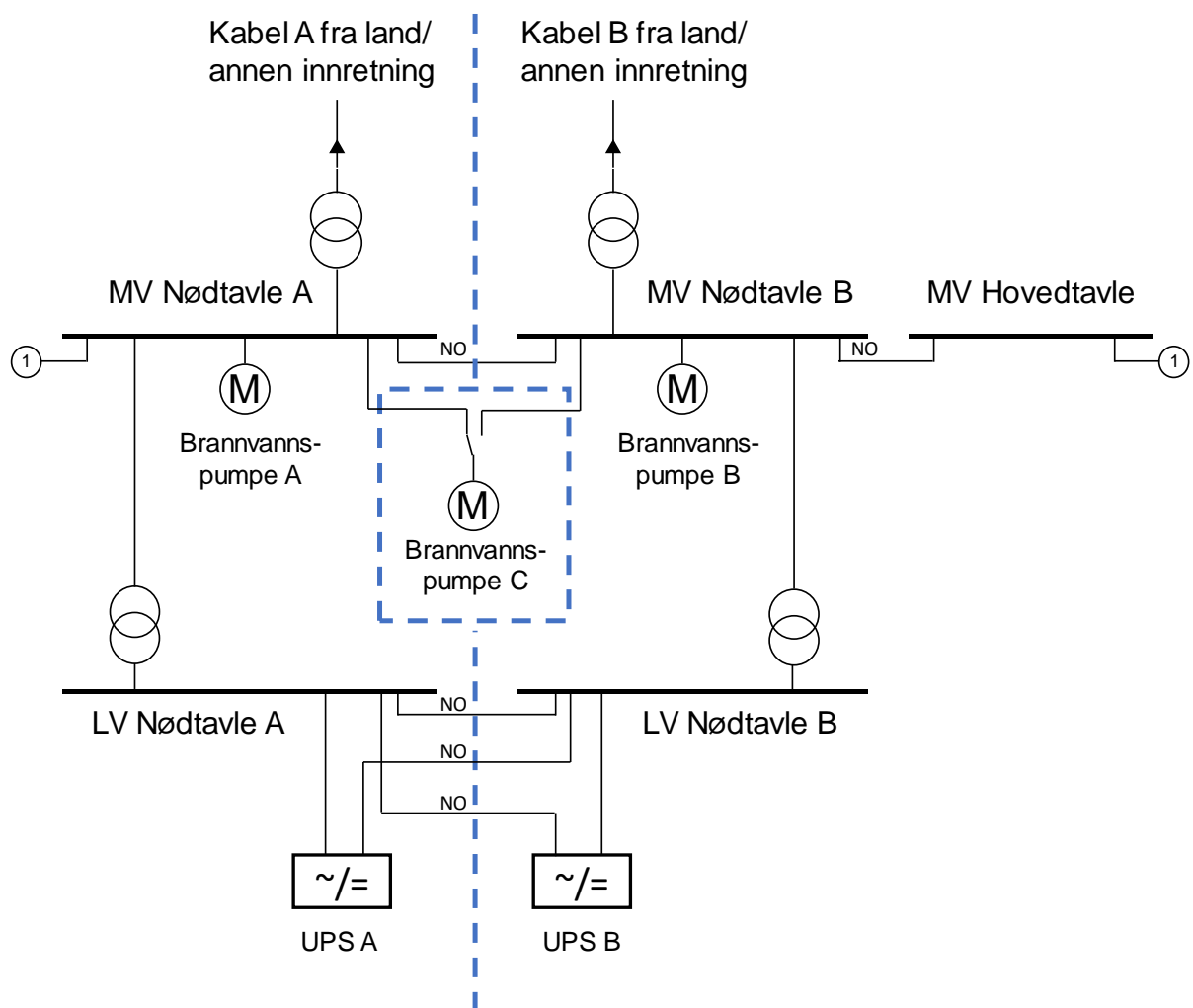
Nasjonale og internasjonale standarder omhandler ikke bruk av eksterne kilder som nødkraftforsyning spesielt, men det er ikke noe i disse standardene som umuliggjør et design som vist i Figur 7-1. Det er imidlertid viktig at et slikt design følger hovedprinsippene som er

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	11 av 23

beskrevet i standardene. F.eks. skal ikke nødkraftsystemet benyttes som kraftkilde for elektriske forbrukere i hovedkraftsystemet (bortsett fra den åpenbare sammenkoblingen mellom 11 kV Nødtavle og 11 kV Hovedtavle).

Det er også prinsipielt mulig å fjerne nødgeneratoren – det må i så fall installeres enda en kabel fra land eller annen innretning. Dersom det installeres en separat nødkraftforsyning fra land eller fra en annen innretning må de to kraftkildene være helt uavhengige. Kildene vil f.eks. ikke være uavhengige dersom de kommer fra samme sted på land eller fra steder på land som er så nærme hverandre at det vil kunne oppstå situasjoner der begge steder blir spenningsløse samtidig av samme årsak.

Videre må det elektriske systemet om bord separeres og segregeres fullstendig slik at alle hjelpesystemer er uavhengige. Med et slikt design kan en nødgenerator utgå. I IEC 61892-2 pkt. 4.3.1 og IMO Modu Code pkt. 5.4.5 er et slikt design omtalt. Se Figur 7-2 der et slikt system er skissert. De stiplede blå linjene antyder at de to systemene skal kunne opereres helt uavhengig av hverandre og uten avhengighet av noen hjelpesystemer i det andre systemet. Dette inkluderer også uavhengig ventilasjonsystemer. Systemene inkl. kabelføringer må også segregeres med tanke på brann eller andre hendelser som kan skade utstyr.



Figur 7-2 Bruk av to uavhengige eksterne kilder som nødkraftforsyning og segregering av alle hjelpesystemer

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	12 av 23

Hvis et slikt system skal implementeres bør det utføres en risikovurdering og det bør vises at systemet totalt sett har likeverdig eller bedre funksjonalitet og robusthet enn et tradisjonelt system.

7.4 Brannvannspumper

7.4.1 Brannvannsforsyning på de undersøkte innretningene

Brannvannsforsyningen på de undersøkte faste innretningene er stort sett som de ville ha vært uten kraft fra land eller fra annen innretning. Det vil si at dette forsynes med egne systemer (dieseldrevne).

Det er et unntak. Den ene faste innretningen har et 4x50% brannvannssystem der to av pumpene drives av elektriske motorer matet fra reservekrafttavlen. På denne innretningen har de to elektriske brannvannspumpene førsteprioritet (de starter først) og de to dieseldrevne starter derfor kun dersom en av de to første ikke starter.

For denne innretningen er det da slik at dersom en av de dieseldrevne pumpene er ute pga. vedlikehold og landstrømmen forsvinner samtidig med at man har en brannsituasjon, så er det kun 50% kapasitet inntil reservekraftgeneratoren er i drift (oppstart av denne tar flere minutter). Sannsynligheten for at et slikt scenario skulle oppstå er liten. Et kompensierende tiltak i en slik situasjon kan være å kjøre reservekraftgenerator under vedlikehold av brannpumper. Erfaringene fra innretningen viser for øvrig at spenningen på land i praksis er tilbake igjen før reservekraftgeneratoren har startet opp og kommet i drift.

Brannvannsforsyningen på den undersøkte flyttbare innretningen er identisk med slik det ville ha vært uten kraft fra annen innretning på andre lokasjoner. Dette siden innretningen også skal kunne operere uten kraftforsyning fra annen innretning. Regelverket for den flyttbare innretningen er noe annerledes enn for faste innretninger knyttet til brannvannsforsyning. Alle brannvannspumpene på den flyttbare innretningen er elektrisk drevne.

Noen av områdene med potensiell brannfare som finnes på en innretning med egen kraftstasjon finnes ikke på de undersøkte innretningene siden det ikke i samme utstrekning er gassturbiner med tilhørende drivstoffsystem om bord. Det er brannfare forbundet med oljefylte transformatorer som kommer som følge av kraft fra land, men denne er vurdert lavere enn for et drivstoffsystem.

7.4.2 Brannvannsforsyning der ekstern kraftkilde brukes som kraftkilde

I Figur 7-1 over er det en skisse som viser hvordan en av brannvannspumpene kan forsynes med ekstern kraftforsyning. Figuren viser et typisk 3x100% system der den ene pumpen er drevet med kraft fra land. Normalt vil da brannvann kunne forsynes fra den eksterne kraftkilden. Systemet er kontinuerlig spenningssett og brannvannet vil være tilgjengelig uten forsinkelse. Skulle den eksterne kraftkilden være utilgjengelig så må den ene dieseldrevne brannpumpen starte.

Et slikt system vurderes å være bedre enn et tradisjonelt system med kun dieseldrevne pumper. Dette fordi systemet vil innebære mindre utstyr og komponenter (enklere), det vil ikke være noen dieselmaskiner i drift i en brannsituasjon og brannvannet er tilgjengelig raskere.

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	13 av 23

I Figur 7-2 over er det en skisse som viser hvordan alle brannvannspumpene kan forsynes med ekstern kraftforsyning. Figuren viser et typisk 3x100% system der pumpene forsynes fra to helt uavhengige systemer. I et slikt system vil det ikke være nødvendig med noen dieselmaskiner.

Hvis et slikt system skal implementeres bør det utføres en risikovurdering og det bør vises at systemet totalt sett har likeverdig eller bedre funksjonalitet og robusthet enn et tradisjonelt system.

7.5 Tennkildekontroll

7.5.1 Tennkildekontroll på de undersøkte innretningene

Tennkildekontrollen på de undersøkte innretningene er stort sett som de ville ha vært uten kraft fra land eller fra annen innretning. Det vil si at hovedkraftkilden (kabelen i dette tilfellet) kobles ut i en ESD situasjon med gassdeteksjon.

I de fleste tilfellene kobles kabelen ut i land-enden. I ett tilfelle blir kabelen kun koblet ut i plattform-enden.

Høyspenningsutstyr er i seg selv lite sannsynlig som tennkilde i og med at de spenningsførende delene er godt skjermet fra omgivelsene. Imidlertid er det instrumentering/ sensorer på slikt utstyr som kan komme i kontakt med atmosfære.

Se for øvrig kap. 7.3.1 over.

Noen av de potensielle gasslekkasjepunktene som er til stede på en innretning med egen kraftstasjon finnes ikke på de undersøkte innretningene siden det ikke er gassturbiner med tilhørende drivstoffsystem om bord i samme utstrekning.

7.5.2 Tennkildekontroll der ekstern kraftkilde brukes som nødkraftkilde

Dersom den eksterne kraftkilden skal brukes som nødkraftkilde som beskrevet i kap. 7.3.2, må alle deler av det elektriske systemet som skal være spenningsatt i en nødsituasjon være egnet for dette og/ eller stå i rom som er designet for dette.

Slike rom har luftinntak med spjeld som lukker automatisk ved gassdeteksjon i luftinntaket. Dette forutsetter at varmeavgivelsen er så lav at rommet/ utstyret ikke inntar uakseptable temperaturer. Det bør utføres en risikovurdering angående dette der et alternativ kan være å ha to luftinntak, begge med spjeld, der en kan veksle mellom å ta inn luft fra to forskjellige steder. F.eks. enten oppe på toppen av plattformen eller nede under nederste dekk.

Angående elektrisk utstyr kan det nevnes at det ikke finnes GIS-anlegg (SF₆ gassisolerte koblingsanlegg) som kan benyttes i eksplosjonsfarlig atmosfære pga. instrumentering/ sensorer som ikke har nødvendig Ex-sertifisering. GIS-anlegg vil være nødvendig på de fleste innretninger der man har kraft fra land pga. de høye driftsspenningene som brukes på slike systemer. I praksis betyr dette at GIS-anlegg derfor må stå inne i et rom utformet slik at det er mulig å ha dette i drift i en ESD-situasjon med gass. Transformatorer og reaktorer kan leveres med nødvendig Ex-sertifisering og kan derfor plasseres ute.

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	14 av 23

7.6 Vedlikehold

7.6.1 Vedlikehold generelt

Vedlikeholdet på de undersøkte innretningene vurderes å være klart enklere og billigere enn det ville vært med egen kraftstasjon om bord. Dette kommer av at det ikke finnes store gassturbiner med tilhørende utstyr som skal vedlikeholdes. Av dette følger det også et behov for mindre personell om bord. Innspart personell varierer mellom de undersøkte innretningene, men vurderes til ca. 1 - 5 færre årsverk totalt pr. innretning.

Vedlikeholdet av det elektriske utstyret som kommer som resultat av kraft fra land (inkludert DC/AC omformere der dette er aktuelt, sjøkabelen, inntrekkingsrør osv.) er mindre omfattende enn det som er tilfelle når man har egen kraftstasjon. Mye av vedlikeholdet, prøvetaking og ettersyn kan også gjøres mens anlegget er i drift eller gjøres som en del av annet vedlikehold som likevel må gjøres.

De undersøkte innretningene har reservekraftgeneratorene som må vedlikeholdes, noe som ikke finnes i referansecaset. Det er normalt vedlikeholdsprogram på reservekraftgeneratorene, men det er mindre vedlikehold enn på normale hovedgeneratorene i et anlegg med egen kraftstasjon. Dette siden reservekraftgeneratorene er lite i drift i forhold til tradisjonelle hovedgeneratorene. Sammenlignet med et tradisjonelt anlegg med egen kraftstasjon er det derfor vesentlig mindre vedlikehold på generatorer og drivmaskiner på de undersøkte anleggene.

For anlegg som har AC-kabel er det betydelig mindre avhengighet av leverandører i forbindelse med vedlikehold enn på innretninger med egen kraftstasjon. Mye av vedlikeholdsarbeidet kan gjøres av eget personell.

For anlegg med DC-kabel gjør operatøren det meste av vedlikeholdet selv, men det er nødvendig at leverandørens personell gjør noe av det spesialiserte vedlikeholdsarbeidet på omformerstasjonene under nedstengninger.

På en av de undersøkte innretningene er det nødvendig å drifte HVDC-utstyr lenger mellom hver vedlikeholdsstans enn det som leverandørene i utgangspunktet ønsker. Anlegget driftes opp til 3 år mellom hver gang det stanses. Erfaringen så langt er imidlertid at dette fungerer bra.

Siden det er mindre eksosutslipp på innretninger med ekstern kraftforsyning er det mindre sot i luften. Dette gjør at det kan være mulig å øke vedlikeholdsintervall på luftfiltre. Dette er i mindre grad gjort på de undersøkte innretningene.

7.6.2 Reservedeler for elektrisk utstyr med lang leveringstid

Innretning med kraft fra land er avhengig av sjøkabler og transformatorer. I noen tilfeller er også reaktorer aktuelle. Dette er utstyr med lav feilfrekvens – de feiler mao. sjelden. Imidlertid har dette utstyret lang leveringstid. Flere måneder er ikke unormalt. Alle de undersøkte innretningene har derfor reserve for slikt utstyr lagret lett tilgjengelig. Selv om utstyret i utgangspunktet er svært pålitelig så vil en feil i utstyret kunne føre til en langvarig stans dersom man ikke har reservetransformatorer og -kabellengder.

Utskifting av transformatorer offshore og reparasjon av kabel er avhengig av været. Tungt utstyr som transformatorer vil også kunne kreve eget løftefartøy i noen tilfeller. Reparasjon av

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	15 av 23

kabel er også avhengig av egnet fartøy som må mobiliseres for oppgaven. Reparasjon av transformatorer på land vil i de fleste tilfeller kunne gjøres raskt siden reservetransformator er tilgjengelig. Varighet på reparasjonen varierer mellom de undersøkte innretningene, avhengig av hvordan anlegget er utformet, tilkomst osv., men er vurdert til 4 - 14 dager.

7.7 Integrering av vindkraft

Rasjonalet for å se på tilkobling av offshore vindkraft til eksisterende innretninger med kraftkabel til land er at det finnes infrastruktur tilgjengelig som kan brukes av en vindpark. For en offshorevindpark er sjøkabelen til land og landtilkoblingen en stor kostnad. I tillegg finnes det driftsrelatert infrastruktur som forsyningsbaser, supplybåter, helikoptertrafikk, boligkvarter osv. til innretningene som det åpenbart vil være interessant å utnytte dersom en vindpark ble bygget nært ved en offshore innretning.

Kraftnettet på land er i alle tilfeller godt egnet for å ta imot den kraften som en slik offshore vindpark ville sendt inn til land gjennom eksisterende kabler. Moderne vindparker har også en viss reaktiv ytelse (både kapasitiv og induktiv) og vil være med og stabilisere spenningen på offshore innretningene.

Det vil imidlertid være utfordrende å integrere vindkraft på de undersøkte innretningene med kabel til land. Det er flere grunner til dette.

For det første er ytelsene på kabelforbindelsen til land så liten at et prosjekt kan være økonomisk mindre interessant for en tiltakshaver. Vindparker til havs har typisk flere hundre MW ytelse, mens en vindpark som kobles til en innretning med kraft fra land vil være begrenset av kapasiteten i overføringen til land og lasten på innretningen, typisk vil dette være opp til ca. 100 MW i ytelse. Det vil ikke være noen utslippsreduksjon på slike innretninger som følge av å koble til en vindpark, slik at det mest naturlige insentivet for å bygge en vindpark vil være at det er prosjektøkonomi i et slikt prosjekt.

Videre er innretningene på så dypt vann at det sannsynligvis kun er flytende vindturbiner som er mulige, evt. bunnfaste turbiner på høye tripods eller lignende. Slike er (i hvert fall foreløpig) mer kostbare enn vindturbiner som står bunnfast på mindre vanndybder.

Det er også utfordrende å finne plass på de undersøkte innretningene til nødvendig elektrisk utstyr (kabelinntrekking, koblingsutstyr og transformatorer). Leverandørene av vindturbiner standardiserer sine leveranser for å få ned kostnadene. Leverandører av vindturbiner har standardisert seg på 33 kV og 66 kV tilkoblingsspenning. Dersom en vindpark skal kobles til et system med en annen spenning må det derfor installeres en ekstra transformator, noe som er tungt og plasskrevende. Det er også vektrestriksjoner som er utfordrende. Dette er sannsynligvis løsbart, men ingen av de undersøkte innretningene hadde en åpenbar god løsning eller var tilrettelagt for dette.

Under arbeidet med denne rapporten er det ikke utført noen studier eller beregninger for muligheten av å integrere vindkraft til en eksisterende innretning med kabel fra land, men det hadde vært interessant å få gjort et studiecasse for å se hva som skal til for å få økonomi i et slikt prosjekt.

Det er imidlertid mulig å tenke seg at vindparker kan bygges ut i forbindelse med nye prosjekter offshore der det velges løsning med kraft fra land. I en slik situasjon kan kapasiteten i kabelforbindelsen økes uten at totalkostnaden for kabelen økes tilsvarende. I praksis er det da nødvendig at vindparkprosjektet og plattformprosjektet planlegges og utføres

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	16 av 23

med beslutningsprosesser som gjøres samtidig/ parallelt i de to prosjektene. I et slikt tilfelle kan man designe plattformen slik at det elektriske utstyret som er nødvendig for innretningen selv og for vindparken blir utnyttet optimalt. I et slikt tilfelle er det mulig å installere en større vindpark og lay-out, overføringsspenninger osv. kan optimaliseres.

Det er noe uklart hvordan nettariffen skal beregnes for et tilkoblingspunkt som både forsyner en offshore innretning og i tillegg er tilkoblet en vindpark. Nettariffen skiller mellom produksjon og forbruk, og det er uklart hvilken modell som skal benyttes for et punkt som fra landnettets side vil kunne være både et forbrukspunkt og et produksjonspunkt. Merk at bestemmelsene om nettariffen gjelder i Energilovens virkeområde, altså innenfor Grunnlinjen.

7.8 Fysisk arbeidsmiljø

7.8.1 Støy og vibrasjoner

Flere av de undersøkte innretningene hadde målinger av støy og vibrasjoner. Det er imidlertid vanskelig å sammenligne disse målingene med målinger foretatt på innretninger med egen kraftstasjon om bord. Dette siden støy- og vibrasjonsbildet er avhengig av mange andre forhold enn om det er egen kraftstasjon om bord.

Imidlertid finnes det målinger på den flyttbare innretningen som er blitt sammenlignet med tilsvarende målinger på en svært lik innretning.

Disse målingene viser at det ikke er forskjell i støy på de to innretningene bortsett fra i området rett rundt eksosstacker ute og inne i maskinrom. Imidlertid kom det frem i workshopene at alle de aktuelle innretningene oppfattes som stille blant de som arbeider der. Det har f.eks. hendt at personell har søkt om overflytning til en av de undersøkte innretningene med den begrunnelse at innretningen oppleves stillere enn andre lignende innretninger. Selv om det begrensede måleunderlaget ikke viser noen forskjell så er det likevel en klar oppfatning om at innretningene er stillere med kraft fra ekstern kilde. Noe av grunnen til dette kan være at det er mindre støyende utstyr nært boligkvarteret på en innretning med ekstern kraftkilde. På en innretning med egen kraftstasjon om bord er denne normalt lokalisert nokså nært boligkvarteret.

For vibrasjon (helkroppvibrasjon) er det motsatt. Målinger på den flyttbare innretningen er blitt sammenlignet med tilsvarende målinger på en svært lik innretning og her er det helt klart forskjell. Operasjonen under måling på de to innretningene var forskjellig, men ikke på en slik måte at det skulle ha innflytelse på resultatene. Det er helt klart mer vibrasjoner på den innretningen som har egen kraftstasjon om bord enn den som har ekstern kraftkilde. Verdiene er under grenseverdiene også for innretningen med egen kraftstasjon om bord, men de er helt klart høyere. Imidlertid oppfattes det ikke slik av personellet om bord. Den målte ekstra vibrasjonen blir altså ikke oppfattet av de som arbeider på innretningen.

7.8.2 Sykdomsfravær

Sykdomsfraværet på innretninger som har egen kraftstasjon om bord viser ingen forskjell fra sykdomsfraværet på de undersøkte innretninger med ekstern kraftkilde.

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	17 av 23

7.8.3 Helseskadelige kjemikalier

Det er forskjell i eksponering for helseskadelige kjemikalier for en innretning med egen kraftstasjon om bord sammenlignet med en innretning med ekstern kraftforsyning. Dette kommer først og fremst fra håndtering av rensedmidler og smøremidler til turbiner, dieselmotorer og generatorer. Smøreoljer forbrukes og forringes når en kraftstasjonen er i drift. Det er derfor behov for å bytte og etterfylle smøreolje. Håndtering av smøreoljer vil også kunne forårsake spill.

7.8.4 Annet

Med en egen kraftstasjon om bord er det nødvendig med flere løfteoperasjoner enn med ekstern kraftforsyning. Gassturbiner må byttes ut med jevne mellomrom og feil i generatorer vil også medføre håndtering av tunge deler. Slike løfteoperasjoner medfører alltid en viss klemfare. Med ekstern kraftforsyning er det mindre av slike løfteoperasjoner.

Innretninger med kraft fra land eller annen innretning har mindre eksosutslipp enn tradisjonelle innretninger. Eksos i boligkvarter er normalt et lite problem på tradisjonelle innretninger, men under ugunstige vindforhold kan dette skje.

7.9 Prosjektfase

7.9.1 Myndigheter og interessenter

Når en innretning skal bygges ut med kraft fra land vil det åpenbart bli nødvendig for prosjektet å forholde seg til flere myndigheter og andre interessenter enn det som er tilfelle for en innretning med egen kraftstasjon om bord. Dette kan være utfordrende dersom disse myndighetene og/ eller interessentene ikke er samkjørte eller har erfaring med prosjekter der en innretning skal ha kraft fra land. Dette gjelder f.eks.:

- PUD
- PAD
- Konsesjon
- Tilkoblingspunkt
- Netteier
- Systemansvarlig
- Skatteregime

Alle nye offshore prosjekter må få godkjent PUD i Stortinget (Plan for Utbygging og Drift). Denne prosessen er i utgangspunktet lik for en innretning med egen kraftstasjon om bord versus en innretning med ekstern kraftforsyning. Imidlertid vil en PUD for en innretning med kraft fra land også omfatte det elektriske anlegget for kraftforsyningen, inkludert f.eks. tilkoblingspunkt. Dersom dette ikke er godt samkjørt med prosessen rundt konsesjon vil det kunne resultere i forsinkelser og ekstra kostnader for prosjektet.

De enkelte nettoperatorene på land har svært varierende erfaring og kunnskap om de spesielle forholdene rundt kraftforsyning til offshore innretninger. Dette vil også kreve ekstra oppfølging fra prosjektet.

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	18 av 23

Et prosjekt med kraft fra land må forholde seg til både Energiloven og Havenergilova. Havenergilova har ingen forskrifter og det er ikke utpekt regulator eller systemansvarlig på samme måte som under Energilovens virkeområde. Prosjekter må derfor tidlig avklare prosessene mot NVE og OED slik at man ikke kommer i en situasjon der prosjektet ikke møter de forventninger som myndigheter og nettoperatører har.

Overordnet kan man si at det ikke finnes et etablert kraftnettregime utenfor Grunnlinjen. På land er det et etablert regime med Energiloven (inkl. forskrifter) og myndigheter (NVE og Statnett), fastlagte krav til utstyr og systemer i kraftsystemet (FIKS), netteiere på sentralt, regionalt og lokalt nivå samt kraftprodusenter. Det finnes også et system for kraftomsetning og avregning. Utenfor Grunnlinjen må prosjektene håndtere dette selv, noe som øker risikoen og arbeidsmengden i prosjektet.

7.9.2 Ferdigstillelse

Ferdigstillelse av innretninger med kraft fra land eller annen innretning er klart enklere og tar mindre tid enn det gjør dersom det hadde vært egen kraftstasjon om bord. Aktørens erfaringer tilsier at ferdigstillelse kan gjøres av 2-3 elektroingeniører på 2-3 dager. Til sammenligning er ferdigstillelse av en kraftstasjon mye mer omfattende (gjørne 15 personer) og kan ta et par uker eller lengre avh. av type turbiner. Ferdigstillelse av en kraftstasjon har også flere avhengigheter av andre systemer (drivstoffsystem osv.) som gjør arbeidet mer komplekst. Det er også flere HMS-utfordringer knyttet til ferdigstillelse av en kraftstasjon enn av et anlegg med ekstern kraftforsyning.

7.10 Fjerning

Fjerning/ decommissioning av innretninger med ekstern kraftforsyning vil sannsynligvis bli enklere enn det ville vært dersom de hadde hatt egen kraftstasjon om bord. Dette fordi det sannsynligvis vil være mulig å ha strømforsyning tilgjengelig uten bruk av midlertidige generatorer helt frem til plattformen skal fjernes.

Det er usikkert om sjøkablene som ligger mellom land og innretningene må fjernes eller om de kan etterlates. Valg av disponeringsalternativ må avgjøres i hvert enkelt tilfelle på bakgrunn av en bred vurdering der kostnader ses i forhold til konsekvensene for miljøet, fiskeriene og andre brukere av havet, og hensyn tas til blant annet internasjonale vedtak og retningslinjer.

7.11 EMC/EMI

Alle anlegg skal være slik at de ikke frembringer elektriske og elektromagnetiske forstyrrelser som overstiger et nivå der apparater eller anlegg ikke kan fungere etter sin hensikt. Anlegget skal også ha tilstrekkelig indre immunitet overfor ytre elektromagnetisk påvirkning. Det er ingen forskjell i EMC-kravene for et elektrisk anlegg med kraft fra land eller annen innretning sammenlignet med et anlegg der det er egen kraftstasjon om bord.

Det elektriske utstyret som produserer elektromagnetisk støy er typisk utstyr som inneholder kraftelektronikk og som samtidig har høye elektriske ytelser. Dette er typisk frekvensomformere, AC/DC-konvertere osv. I tillegg kommer selvsagt antenner (Telecom-anlegg) som i sin natur sender og mottar elektromagnetiske signaler.

Elektrisk utstyr som genererer støy finnes gjerne i større omfang på en innretning med kraft fra land siden stort utstyr som kompressordrifter osv. i større grad vil være elektrifiserte på slike innretninger. Allikevel vil inndeling i EMC-soner være likt, og ved å overholde

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	19 av 23

avstander mellom utstyr og naturlig avskjerming med rom er det i praksis liten eller ingen forskjell i utførelsen og omfanget av avskjerming, jording, innføring i kapslinger, segregering av kabelsystemer osv. så lenge dette følges opp på normal måte når anlegget designes og bygges.

8. Kort om teknologi for kraft fra land

Kraftforsyning fra land til offshore innretninger krever lange kabler og forholdsvis høye overføringsspenninger. En vekselstrømskabel har stor kapasitans til jord og den vil følgelig produsere reaktiv effekt som må håndteres innenfor de krav som gjelder for landnettet. Videre har kabelen stor serieimpedans (resistans og induktans) som gjør det utfordrende å regulere spenningen på offshoreinnretningen når lasten varierer og/ eller spenningen i landnettet varierer. Dette setter grenser for hvor lang en vekselstrømskabel kan være i praksis og hvor mye effekt som kan overføres.

Likestrømssystemer har ikke de samme begrensningene, men for slike systemer er det nødvendig med omformerstasjoner i begge endene av kabelen.

Alle prosjekter på norsk sokkel som har kraft fra land har vært nyskapende når det gjelder teknologi. De er alle sammen unike i verden eller var i det minste «verdensrekord» da de ble satt i drift. Denne utviklingen fortsetter med de prosjekter som er under planlegging og bygging.

I tiden fremover vil det være aktuelt å ta i bruk teknologi som:

- Subsea transformatorer og reaktorer
- Svivel (for skipsformede FPSO-er) for spenninger opp mot 100 kV og høyere
- Industrielle frekvensomformere for forsyning av 60 Hz innretninger
- Seriekondensatorer
- Bruk av store motordrifter med aktiv front end (AFE) som dynamisk regulerer spenningen på innretningen
- HVDC på flytende innretninger
- Dynamiske kabler for HVDC
- Batterier

Noen av disse teknologiene er forholdsvis kostbare (som f.eks. subsea transformatorer). Bruk av AFE omformere til dynamisk spenningsregulering er på den andre siden et rimelig tiltak. Det vil være teknologiutvikling forbundet med alle disse nye teknologiene med tilhørende risiko. Bruk av ny teknologi eller «strekking» av tilgjengelig teknologi har imidlertid vært regelen for alle prosjekter som har hatt kraft fra land så langt.

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	20 av 23

9. Anbefalinger til videre arbeid

I dette kapittelet er anbefalinger til videre arbeid oppsummert.

9.1 Innretningsforskriften

Det anbefales at det ses nærmere på om bruk av utstyr for å hindre eksplosjon/ lekkasje fra oljefyllt elektrisk utstyr skal være et krav i regelverket. Dette kan f.eks. gjøres som et tillegg i innretningsforskriftens §47 med en ny bokstav l:

... Anleggene skal utformes med tilstrekkelig beskyttelse mot blant annet

l) eksplosjon og brann

I veiledningen til innretningsforskriftens §47 kan dette legges til:

Kravet om beskyttelse mot eksplosjon og brann som nevnt i bokstav l, innebærer at det bør monteres et hurtigvirkende trykkavlastningssystem, definert i NFPA 850 som «Fast Depressurization System», på oljefyllt elektrisk utstyr som trykkavlaster utstyret i tilfellet av en intern elektrisk lysbue.

En vanlig overtrykksventil er ikke tilstrekkelig for å etterkomme dette kravet.

NFPA 850 definerer «Fast depressurization system» som «*et passivt mekanisk system designet for å trykkavlaste transformatoren noen få millisekunder etter at en elektrisk feil har oppstått*». NFPA 850 har også noen utfyllende beskrivelser av et slikt system der det bl.a. står at «*hurtig trykkavlastning kan oppnås ved en rask evakuering av olje aktivert av den dynamiske trykkpulsene som genereres av kortslutningen. Denne vernteknologien aktiveres innen millisekunder før det statiske trykket øker, derigjennom forhindres transformatoreksplosjon og påfølgende brann*».

Erfaring med denne type vernteknologi er god så langt.

9.2 S-001

NORSOK S-001 har krav til brannvannssystemer, men kravene virker å være noe uklare og ufullstendige når det gjelder muligheten til å forsyne brannvannspumper med eksterne kraftkilder. F.eks. står det i pkt. 21.4.3:

Fire water driver/ pump systems shall be self-contained (...). It shall be possible to start the FW system even if no other systems on the platform are operational.

En streng tolkning av dette kravet innebærer at en brannvannspumpe skal kunne starte uten at det elektriske systemet er i drift. Imidlertid står det videre at:

Pumps powered through cable(s) from an external source shall be subject to special consideration for aspects such as reliability, configuration, ignition source control and survivability.

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	21 av 23

Brannvannspumper som er avhengig av at det elektriske systemet er i drift er altså beskrevet i S-001. Videre i samme kapittel i S-001 står det krav som ser ut til å være skrevet for brannvannspumper drevet med egne dieselmaskiner.

Kapittel 21.4.3 kunne med fordel vært gjennomarbeidet slik at kravene som gjelder for elektrisk drevne brannvannspumper blir klargjort. NORSOK S-001 viser til NFPA 20. Kravene til den elektriske motoren, kraftforsyningen til denne osv. i NFPA 20 er imidlertid basert på amerikanske standarder og forhold, og disse kravene er ikke enkelt overførbart til norske offshore innretninger. Kravene i NFPA 20 er imidlertid et godt utgangspunkt for å utarbeide krav i NORSOK S-001 til elektrisk drevne brannvannspumper.

Merk at veiledningen til innretningsforskriftens §36 viser til NORSOK S-001, ikke til NFPA 20.

9.3 Mulighetsstudie for vindkraft

Det anbefales at det skaffes til veie midler for å få utført en mulighetsstudie der en designer et konsept der en offshore vindpark kobles til en eksisterende innretning som har kraft fra land. Det bør da velges en konkret innretning.

En slik mulighetsstudie bør levere et teknisk konsept for et slikt anlegg inklusive kostestimat og økonomisk analyse. Videre bør det undersøkes hvilke stønadsordninger som vil kunne bli benyttet for å få gjennomført et slikt vindkraftprosjekt.

Det bør også gjøres juridiske vurderinger av lover, forskrifter osv. som vil komme til anvendelse.

9.4 Avklaring av Havenergilovas anvendelse

Det er noe uklart hvilken rolle Havenergilova har i elektrifiseringsprosjekter og ved utbygging av kraftnett mellom olje/gass-innretninger og/eller mellom olje/gass-innretninger og offshore vindparker. Det er behov for en avklaring av virkeområdene til Havenergilova, og nødvendige forskrifter må på plass dersom Havenergilova skal anvendes. Og i så fall er det behov for å utnevne regulator, systemansvarlig, tilsynsmyndighet osv. for nettutbygging utenfor Grunnlinjen.

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	22 av 23

Vedlegg N01 - Teknisk Notat 1 for bunnfast produksjonsinnretning

Vedlegg N02 - Teknisk Notat for flytende produksjonsinnretning

Vedlegg N03 - Teknisk Notat 2 for bunnfast produksjonsinnretning

Vedlegg N04 - Teknisk Notat for oppjekkbar boreinnretning

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Rev.	Side
2018038	UPS-2018038-R01	02	23 av 23