

PETROLEUMSTILSYNET

KUNNSKAPSUTVIKLING – ELEKTRISK KRAFT FRA LAND, RESERVEKRAFT OG NØDKRAFT

HOVEDRAPPORT

ST-10167-2

Type dokument:

Hovedrapport

Rapport tittel:

Kunnskapsutvikling – Elektrisk kraft fra land, reservekraft og nødkraft

Kunde:

Petroleumstilsynet

OPPSUMMERING:

Rapporten gir en helhetlig oversikt over operatørers beslutningsprosesser knyttet til valg og robustgjøring av tekniske løsninger for elektrisk kraftgenerering og distribusjon, og da spesielt faktorer som påvirker beslutningsunderlaget for valg av hoved-, reserve-, og nødkraft for faste innretninger offshore. Prosjektet har basert seg på innsamling av informasjon fra gjennomgang av ulike selskapsspesifikk dokumentasjon, regelverk og intervjuer av 57 personer fra åtte norske operatørselskap tilknyttet ni prosjekter.

Rapporten viser at valg av hovedkraft påvirkes av faktorer som økonomi og kraftbehov, tidspunktet for når valget av hovedkraftforsyning gjøres, politisk påvirkning, tilgang på det norske kraftnettet, ny innretning eller modifikasjonsprosjekter, og om prosjektet har tilkobling til andre felt. Valg av reserve- og nødkraftforsyning påvirkes i liten eller ingen grad av løsning for hovedkraftforsyning. De faktorer som har betydning for valg av nødkraft er lastene koblet til nødkraft, regelverket relevant for nødkraft, engineeringsselskaper og prosjekteringskontraktører, kjølesystem for nødkraft-generator, samt tidsriktig påvirkning fra Petroleumstilsynet gjennom dialog, rådgivning og observasjoner fra tilsyn.

Det anbefales at regelverk og veiledninger revideres og utvides for å gi bedre støtte til prosjekter, og at utnyttelsen av strøm fra land eller annen innretning evalueres mer som en pålitelig kraftforsyning. Relatert til nødkraft anbefales det at prosessen med å etablere lastlister bedres. Til sist pekes det på viktigheten av god kommunikasjon og tilgjengelig kompetanse.

Dokument nr. ST-10167-2	Filreferanse st-10167-2_hovedrapport_elkraft fra land, reserve og nødkraft			
Forfattere H. N. Hansen, S. Anda, K. Mo, B. A. Gran				
<i>Referanse til deler/utdrag av denne rapporten som kan føre til feiltolkning, er ikke tillatt.</i>				
Rev.	Dato	Grunn for rev.	Kontrollert	Godkjent
1.0	14.11.2014	Utkast for kommentarer	G. Hauland	E. Kvam
2.0	13.03.2015	Endelig	K. Mo	A. Rian
3.0	30.04.2015	For publisering	K. Mo	A. Rian

Innhold

1	SAMMENDRAG	5
2	INTRODUKSJON	7
2.1	Bakgrunn og målsetting.....	7
2.2	Avgrensning og usikkerhet	7
2.3	Forkortelser	8
2.4	Leseveiledning	8
2.5	Anerkjennelse.....	8
3	METODE.....	9
3.1	Operatørselskapene	9
3.2	Datainnsamling.....	9
4	REGELVERK, STANDARDER OG POLITISKE FØRINGER	11
4.1	Regelverk og standarder	11
4.1.1	Krav til design av hoved- og reservekraft	13
4.1.2	Krav til nødkraft.....	14
4.2	Politiske føringer om kraftforsyning fra land	16
5	PRINSIPPER FOR KRAFTFORSYNING	17
5.1	Hovedkraftforsyning med lokal kraftgenerering.....	17
5.2	Kraftforsyning fra land eller annen innretning.....	17
6	RESULTATER	19
6.1	Hovedkraftforsyning.....	19
6.1.1	Økonomi og varmebehov	19
6.1.2	Tidspunkt for når valget av hovedkraftforsyning gjøres	20
6.1.3	Politisk påvirkning.....	21
6.1.4	Tilgang på det norske kraftnettet.....	21
6.1.5	Ny innretning eller modifikasjonsprosjekter	22
6.1.6	Tilkobling til andre felt.....	22
6.2	Reserve- og nødkraftforsyning	23
6.2.1	Hovedkraft, reservekraft og nødkraft	23
6.2.2	Nødkraftforbrukere	24
6.2.3	Regelverk	26
6.2.4	Engineeringselskaper og prosjekteringskontraktører	26
6.2.5	Nødkraftgeneratorens kjølesystem.....	27
6.2.6	Påvirkning fra Ptil.....	27
7	KONKLUSJONER.....	28

7.1	Valg av kilde for hovedkraft	28
7.2	Reservekraft	29
7.3	Nødkraft	29
7.4	Andre aspekter	30
8	FORSLAG TIL FORBEDRINGSTILTAK	32
9	REFERANSER	33

Appendiks A: Intervjuprosess

1 SAMMENDRAG

Formålet med prosjektet er at Petroleumstilsynet (Ptil) «skal få en helhetlig oversikt over operatørers beslutningsprosesser knyttet til valg og robustgjøring av tekniske løsninger for elektrisk kraftgenerering og distribusjon, herunder kraft fra land eller annen innretning, reservekraft og nødkraft». Prosjektet har basert seg på innsamling av informasjon fra gjennomgang av ulike selskapsspesifikk dokumentasjon, regelverk og intervjuer av 57 personer fra åtte norske operatørselskap tilknyttet ni prosjekter.

Myndighetene har stilt som krav at løsning med elektrifisering av innretningen skal utarbeides i forbindelse med PUD, men det er ikke krav om at operatørselskapene skal velge en slik løsning. Samtidig er det satt konkrete politiske målsetninger om reduksjon av klimagassutslipp, og politikerne viser til elektrifisering av norsk sokkel som et viktig tiltak. For design av hoved- og reservekraft er det mest relevant å se på standarden IEC 61892-2. Standarden skiller ikke eksplisitt på hoved- og reservekraft. Det er krav til redundans i forbindelse med hovedkraft som kan utløse behovet for eventuell reservekraft. Fra blant annet NORSOK S-001 ser en at nødkraftforsyningen eksklusivt skal dedikeres for forsyning av nødkraft i operasjonsmodus for nødssituasjoner. Videre sier NORSOK S-001 at vurderinger bør gjøres om hvilket arrangement som kreves for å starte innretningen etter nedstengning. En lokal nødkraftgenerator er et krav uavhengig av valgt løsning for hovedkraftforsyning. Det er ikke noe krav om at det skal være en reservekraftforsyning, men det skal være kraftforsyning som sikrer beboelige forhold ved utfall av deler av hovedkraftforsyningen.

Prosjektet har vist at man kan definere to prinsipper for kraftforsyning på faste innretninger offshore:

- Hovedkraftforsyning med lokal kraftgenerering, samt dedikerte generatorer for nød- og reservekraft.
- Kombinasjon av lokal kraftgenerering og kraftforsyning fra land eller annen innretning, samt lokale dedikerte generatorer for nød- og eventuell reservekraft.

Valg av hovedkraft påvirkes av følgende faktorer:

- Økonomi og varmebehov, det vil si lønnsomheten i alternativene.
- Tidspunkt for når valget av hovedkraftforsyning gjøres, dette i forhold til tidspunkt for påvirkning fra myndigheter, og om teknologi er tilgjengelig når beslutningen om hovedkraft skal tas.
- Politisk påvirkning, dvs. det politiske presset gjennom at PUD søknaden skal inneholde et alternativ for elektrifisering.
- Tilgang på det norske kraftnettet, inkludert konsesjonsbehandlingen for forsyningsanlegg.
- Ny innretning eller modifikasjonsprosjekter, kraftbehovet av modifikasjonen kan for eksempel helt eller delvis dekkes av eksisterende kraftproduksjon.
- Tilkobling til andre felt, som når aktuelt gir ekstra utfordringer gjennom at gjennomføringen av prosjekt må tilpasses flere selskaper.

Valg av nødkraftforsyning avhenger ikke av valget av hovedkraft, men påvirkes av følgende faktorer:

- Nødkraftforbrukere, dvs. størrelsen og antallet laster som er tilkoblet nødkraftsystemet. Størrelsen og antallet laster har økt over tid. Gjennomsnittlige laster basert på innhentede lastlister fra syv ulike prosjekter viser at 61 % brukes til induksjonsmotorer inklusiv HVAC.
- Regelverkets krav og føringer som regelverket legger på nødkraftgeneratoren.
- Engineeringselskaper og prosjekteringskontraktør som har sine løsninger tidlig i prosjekter.

- Avhengigheter til nødkraftgeneratoren sitt kjølesystem.
- Påvirkning fra Ptil, det vil si tilbakemeldingene og avvikene som blir gitt, og tidspunktet for når prosjekter får påvirkning fra Ptil gjennom dialog, rådgiving og observasjoner fra tilsyn. Til tross for at de kommer tidsriktig, oppleves de ofte å komme sent og i kontrast til tidlige tilbakemeldinger.

Det er store forskjeller i hvordan ulike prosjekter ser på prosessen rundt valg av kilde for hovedkraft og da spesielt myndighetenes håndtering av prosessene. Basert på intervjuene synes følgende å være utfordrende med tanke på valg av kraftforsyning på produksjonsinnretninger:

- Uklare rammebetingelser ved at det er krav om at økonomiske kriterier skal legges til grunn ved valg av utbyggingsløsninger samtidig som det for enkelte prosjekter er sterke politisk motiverte føringer og krav om kraft fra land.
- For enkelte prosjekter er det stor usikkerhet rundt når tilstrekkelig kraft fra land vil være tilgjengelig. Denne usikkerheten forsterkes gjennom behov for / krav om samkjøring med andre utbyggingsprosjekter i området og usikkerhet rundt utbygging av nødvendig offshore infrastruktur.
- Usikkerheten om tilgjengelighet av kraft fra land gjør at innretningen planlegges og bygges ut med tanke på produksjon både med og uten kraft fra land, noe som medfører at valgte løsninger ikke blir optimal for noen av fasene.

Med kraftforsyning via egne turbiner om bord på innretningen er behovet for reservekraft for å opprettholde essensielle funksjoner sikret med den innebygde redundansen i kraftforsyningen. På feltsentre sikres det samme ved at man overfører kraft fra turbiner på andre (ofte flere) plattformer på feltsenteret, i de tilfeller plattformen sin primære kraftforsyning faller ut. Ved kraft fra land vil eventuell reservekraft måtte sikres ved en egen dedikert generator for reservekraft. Et prosjekt kan redusere kostnader, vekt og plassbehov ved å ikke ha slik reservekraft om bord. Dette kan medføre behov for større nødkraftgenerator ved at brukere som tradisjonelt vil bli tilkople reservekraft blir koplet mot nødkraft når reservekraft ikke er tilgjengelig. Dette prosjektet oppfyller ikke regelverket, men har fått unntak ved enkeltvedtak.

Bestilling av nødkraftgenerator må på grunn av leveringstid skje relativt tidlig i prosjektet. Det er usikkerhet knyttet til i hvor stor grad norsk regelverk for nødkraft gir rom for å tilpasse løsninger til en ny situasjon med utstrakt bruk av kraft fra land. Alle prosjekter sier at NORSOK S-001 legges til grunn for prosjekteringen og at man ikke har nødkraftbrukere utover det som er listet i denne. Det er imidlertid også klart at nødkraftbehovet har en tendens til å endre seg underveis i prosjektet. En rekke faktorer som virker i samme retning er:

- Etter hvert som ulike disipliner begynner å spesifisere og få oversikt over sitt elektrisk utstyr kan det være et press/ønske om at utstyr som er i grenselandet til å kreve nødkraft blir hengt på nødkraft likevel
- Engineeringselskaper og prosjekteringskontraktører med liten erfaring med norsk regelverk.
- Små enkeltvis endringer som ikke fanges opp før det blir nødvendig med en større endring.

På basis av disse observasjonene er det utarbeidet forslag til forbedringstiltak relatert til blant annet revidering av regelverk med hensyn til strøm fra land, utnyttelse av strøm fra land som en pålitelig kraftforsyning, tydeliggjøring av regelverk knyttet til nødkraft, bedre prosess for etablering av lastlister og tydeligere kommunikasjon fra Ptil til operatørselskapene om regelverkskrav, fortolkning og intensjon. Disse tiltakene er beskrevet i kapittel 8.

2 INTRODUKSJON

2.1 Bakgrunn og målsetting

Bakgrunn for prosjektet er gitt i Petroleumstilsynet (Ptil) sin beskrivelse av oppdraget: «I de senere år har vi fått en tettere integrering mellom land og hav. Elektrisk kraftgenerering foregår i økende grad fra land og distribueres via vekselstrøms eller likestrømskabler ut til de faste innretningene offshore som en konsekvens av en tettere integrasjon mellom hav og land». Ptil har «sett en negativ trend når det gjelder valg av størrelse på lokale nødkraftgeneratorer», og uttaler at «det har vært en markant økning i generatorstørrelse noe som har medført økt kjølebehov til dieselmotoren i form av sjøvann. Dette har resultert i at integriteten og robustheten svekkes ved at nødkraftsystemet ikke oppfyller prinsippet om at det skal være "selfcontained"». I henhold til Ptil er derfor en sentral oppgave «å se nærmere på hvilke laster som inngår i nødkraftsystemet, bruk av samtidighetsfaktorer samt om det finnes muligheter for optimalisering innenfor rammene i regelverket».

Ptil uttaler også at de «i den senere tid har sett flere eksempler på PUD-søknader der det er valgt lite robuste løsninger som ikke tilfredsstiller intensjonen i regelverket. Dette har medført utvidet saksbehandling av unntakssøknader og ankesaker som signaliserer økt behov for sterkere føringer».

En av hovedreferansene for prosjektet er tildelingsbrevets pkt. 2.2.5 om at «Ptil skal ha oversikt over HMS-utfordringene og bidra til å skape et omforent og helhetlig bilde av risikoforhold i næringen som grunnlag for iverksetting av forebyggende tiltak». Den andre hovedreferansen er HP-B (Barrierer): «Ptil ser behov for bedre forståelse for samspillet mellom operasjonelle, organisatoriske og tekniske elementer i barrierer og at barriereelementenes rolle i risikobildet blir synliggjort og vektlagt. Barrierer skal ivaretas på en helhetlig og konsistent måte, slik at risiko reduseres så langt som mulig. Næringen må sørge for robusthet både med hensyn til teknologi, organisasjon og operasjon». Videre er oppgaven knyttet til HP-L: Ledelse og storulykkesrisiko - Initiativ og beslutninger ledelsen står bak definerer og påvirker betingelser som har betydning for storulykkesrisiko. I sammenheng med dette prosjektet har ledelsen en sentral rolle når det besluttet hvilke løsninger som velges (økonomiske rammer, investering i teknologi, bemanning etc.)».

Formålet med prosjektet er at «Ptil skal få en helhetlig oversikt over operatørers beslutningsprosesser knyttet til valg og robustgjøring av tekniske løsninger for elektrisk kraftgenerering og distribusjon, herunder kraft fra land eller annen innretning, reservekraft og nødkraft».

Et delmål med dette prosjektet for Ptil er at den anvendte metodikk skal ha en intern effekt hos operatørene. Effekten oppnås gjennom at de involverte operatørselskapene får økt bevisstheten rundt problemstillingen.

2.2 Avgrensning og usikkerhet

Dette prosjektet har kartlagt tema som inngår i operatørens beslutningsprosess knyttet til valg av elektrisk kraft fra land, reservekraft og nødkraft. Prosjektet har ikke gått inn på å vurdere om for eksempel valgene har vært gode økonomisk, eller om løsninger har vært i tråd med regelverk eller anbefalinger. Prosjektet har heller ikke lagt til grunn at et valg er å anse som foretrukket. Således er heller ikke formålet med denne rapporten å argumentere for eller imot en valgt løsning.

Prosjektet har gjennomført intervjuer med 57 personer fra åtte norske operatørselskap. I tillegg er det utført en dokumentgjennomgang. All informasjon som prosjektet har motatt er anonymisert ved at fremstilling av informasjon ikke skal kunne spores tilbake til en spesifikk innretning, eller at et utsagn

ikke skal kunne spores tilbake til en bestemt person. Det medfører at detaljet informasjon er utelatt i denne rapporten.

2.3 Forkortelser

Følgende forkortelser er benyttet

AC	Vekselstrøm (eng. «alternating current»)
DC	Likestrøm (eng. «direct current»)
DE	Dieselmotor (eng. «Diesel Engine»)
EERS	Evakuerings, rømnings- og redningsstrategi (eng. «Evacuation, Escape, and Rescue Strategy»)
EMG	Nødkraftgenerator (eng. «Emergency Generator»)
ESG	Essensiellgenerator (eng. «Essensial Generator»)
FEED	(eng. «Front End Engineering Design»)
FES	Brann og eksplosjonsstrategi (eng. «Fire and Explosion Strategy»)
GT	Gassturbin (eng. «Gass Turbine»)
HMS	Helse Miljø Sikkerhet
HP-B	Hovedprioritering - Barriere
HP-L	Hovedprioritering – Ledelse og storulykkerisiko
HVAC	(eng. «heating, ventilation, and air conditioning»)
MG	Hovedgenerator (eng. «Main Generator»)
PFS	Strøm fra land (eng. «Power From Shore»)
Ptil	Petroleumstilsynet
PUD	Plan for utbygging og drift
UPS	Uavbrutt strømforsyning (eng. «Uninterruptible Power Supply»)
WHR	Spillvarmegjenvinning (eng. «Waste Heat Recovery»)
WHRU	(eng. «Waste Heat Recovery Unit»)

2.4 Leseveiledning

Den videre oppbygging av rapporten er som følger:

- Kapittel 3 omhandler metoden som har blitt anvendt for å samle inn kunnskapen.
- Kapittel 4 gir en oversikt over relevante regelverk, standarder og politiske føringer.
- Kapittel 5 presenterer to hovedprinsipper for kraftforsyning på faste innretninger.
- Kapittel 6 presenterer resultatene fra intervjuene, og har organisert dette under noen hovedfaktorer som påvirker beslutningsprosessen.
- Kapittel 7 diskuterer hovedproblemstillingene og gir konklusjonene.
- Kapittel 8 belyser potensielle forbedringstiltak.

For lesere med god kjennskap til problemstillingene kan det anbefales å gå rett til kapittel 6.

2.5 Anerkjennelse

Dette prosjektet har kun vært mulig å gjennomføre takket være stor velvilje fra enkeltpersoner og selskaper.

3 METODE

Prosjektet har vært gjennomført av et tverrfaglig prosjektteam med lang erfaring både fra ingeniørvitenskapelig og samfunnsvitenskapelig forskning og rådgivningsarbeid. Teamet var representert ved en bred kompetanse innen sikkerhetsfaget generelt, elkraft, HMS, organisatoriske og menneskelige faktorer. Hensikten med å etablere et tverrfaglig team har vært å sikre at både tekniske, organisatoriske og menneskelige årsaker har blitt kartlagt. Hele teamet har deltatt aktivt i hele prosjektet, fra utforming og gjennomføring av datainnsamlingsaktiviteter, analyse av de enkelte kildene samt sammenstilling og rapportering av resultater.

Prosjektet har basert seg på innsamling av informasjon fra gjennomgang av ulike selskapsspesifikk dokumentasjon, regelverk og standarder og semi-strukturerte intervjuer. Gjennom perioden for datainnsamlings har det blitt avholdt jevnlig møter for å diskutere foreløpige resultater. Intervjuguiden beskrevet i vedlegget har for eksempel blitt justert underveis, for å få mer utdypende informasjon om tema som er identifisert i de første intervjuene.

3.1 Operatørselskapene

Kunnskapsinnhenting ble gjennomført i tidsrommet august – oktober 2014. Tabell 3.1 viser hvilke operatørselskaper og prosjekter som har vært involvert i prosjektet.

Tabell 3.1: Oversikt over utførte intervjuer.

Operatørselskap	Felt
BP	Valhall
DetNorske	Ivar Aasen
Conoco Phillips	Ekofisk
Eni	Goliat
GDF SUEZ	Gjøa
Lundin	Edvard Grieg
Statoil	Gina Krog
Statoil	Troll A
Total	Martin Linge

3.2 Datainnsamling

Datainnsamlingen for dette prosjektet har i hovedsak bestått av semi-strukturerte intervjuer med personell fra de åtte norske operatørselskaper. Til sammen er det blitt intervjuet 57 personer. De som ble intervjuet har posisjoner innenfor ledelse, drift eller prosjektorganisasjon. Intervjuobjektene ble valgt ut ved at selskapene ble bedt om å peke ut sine mest sentrale fagfolk på temaet og helst personer som har vært med i prosessen knyttet til valg av løsninger. Formålet med intervjuene var å etablere et godt datagrunnlag, for å øke kunnskapen om operatørselskapenes beslutningsprosesser knyttet til valg av elektrisk kraft fra land, reserve- og nødkraft. Temaene for intervjuene var de samme for alle intervjuobjektene, men ble tilpasset intervjuobjektens roller, bakgrunn og kompetanse. Hovedtemaet var beslutningsprosesser knyttet til valg av løsninger for kraftforsyning.

I forkant av intervjuene ble det etterspurt relevant dokumentasjon fra prosjektene. Disse dokumentene ble gjennomgått av intervjuetimet før intervjuene. Gjennomgåtte dokumenter er for eksempel:

- Overordnet driftskonsept
- Filosofidokumenter for hovedstrøm, reservekraft og nødkraft.
- Operasjonsmanualer for hoved-, reserve- og nødkraft.
- Designdokumentasjon for valgt løsning.

I tillegg til at disse dokumentene fungerte som bakgrunnsmateriale og hjelpemiddel i intervjuene, ble det gjort en gjennomgang og sammenligning av oversendte lastlister for nødkraftforbrukere. Dette ble gjort for å få bedre kunnskap om hvilke forbrukere som er tilkoblet nødkraftsystemet, og om det er store forskjeller fra prosjekt til prosjekt.

4 REGELVERK, STANDARDER OG POLITISKE FØRINGER

Dette kapittelet skal gjennomgå relevant regelverk, standarder og politiske føringer for dette kunnskapsutviklingsprosjektet. Lesere med god kjennskap til disse temaene kan hoppe over dette kapittelet. Dette kapittelet er tatt med for å kunne gi kontekst til rapportens resultater, og som grunnlag for videre diskusjon og konklusjon.

4.1 Regelverk og standarder

For elektriske anlegg og elektrisk utstyr finnes det gjennomgående felleskrav; det henvises til innretningsforskriftens § 10 Anlegg, systemer og utstyr (Ref. 1):

«Anlegg, systemer og utstyr skal utformes robust og på enklest mulig måte og slik at
a) muligheten for menneskelige feilhandlinger begrenses,
b) de eller det kan opereres, prøves og vedlikeholdes uten fare for personellet og
med lavest mulig risiko for forurensning,
c) de eller det er egnet for bruk og i stand til å motstå de lastene de eller det kan bli
utsatt for under drift.
Anlegg, systemer og utstyr skal være merket slik at det legges til rette for en sikker
drift og et forsvarlig vedlikehold.»

I Ptil sin veiledning til innretningsforskriftens § 10 står det at standarden IEC 61892 (Ref. 2) bør brukes for utforming av elektriske anlegg og elektrisk utstyr.

For nødkraft henvises det til innretningsforskriftens § 38 Nødkraft og nødbelysning:

«Innretninger skal ha et pålitelig, robust og enkelt nødkraftsystem som sikrer
tilstrekkelig krafttilførsel til utstyr og systemer som skal fungere dersom
hovedkraften faller ut.
Ved overgang fra hovedkraft til nødkraft skal det sikres at avbrudd ikke medfører
driftsproblemer for nødkraftforbrukerne.
Nødkraftsystemet skal ha færrest mulig automatiske utkoplingsfunksjoner for å sikre
kontinuerlig drift.
Innretninger skal være utstyrt med nødbelysning som sikrer nødvendig belysning på
innretningen dersom hovedbelysningen faller ut.»

I veiledning til innretningsforskriftens § 38 står det at følgende standarder bør brukes:

- NS-EN ISO 13702 kapittel 9 og vedlegg C.1 (Ref. 3)
- NORSOK S-001 kapittel 18 (Ref. 4)
- IMO 2009 MODU CODE kapittel 5 (Ref. 5)

Følgende bemerkes:

«(..) forbrukere av nødkraft bør begrenses til utstyr som bidrar til å opprettholde
innretningens integritet i en nødssituasjon.»

IEC 61892-2 omtaler også nødkraft, selv om denne standarden ikke er listet i veiledning til paragraf § 38 om nødkraft.

For vern og beskyttelse i forbindelse med elektriske anlegg henvises det til innretningsforskriftens § 47 Elektriske anlegg:

«Elektriske anlegg skal utformes med vern og annen beskyttelse slik at unormale tilstander og feil som kan medføre fare for personellet og innretningen, unngås. Anleggene skal utformes med tilstrekkelig beskyttelse mot blant annet

- a) elektriske støt under normal bruk og ved feil,*
- b) termiske virkninger,*
- c) overstrøm,*
- d) feilstrømmer,*
- e) overspenning,*
- f) underspenning,*
- g) variasjoner i spenning og frekvens,*
- h) avbrudd i kraftforsyningen,*
- i) antennelse av eksplosiv gassatmosfære,*
- j) elektromagnetiske forstyrrelser,*
- k) helseskade som følge av elektromagnetiske felt.»*

Krav om tilstrekkelig beskyttelse er forklart for hvert av punktene over i petroleumstilsynets veiledning til innretningsforskriftens § 47:

«Kravet om beskyttelse mot elektriske støt under normal bruk som nevnt i bokstav a, innebærer at det skal hindres at personell utilsiktet blir utsatt for strømgjennomgang, eller begrenser strømmen til en ufarlig størrelse.

Kravet om beskyttelse mot elektriske støt ved feil som nevnt i bokstav a, innebærer at det skal sørges for hurtig automatisk utkopling av strømtilførselen når det oppstår en feil som kan føre til farlig strømgjennomgang for personell som utilsiktet kommer i berøring med utsatte anleggsdeler.

Kravet om beskyttelse mot termiske virkninger som nevnt i bokstav b, innebærer at det skal brukes egnede vern som sikrer mot unormal varmeutvikling, lysbue og brann i anlegget.

Kravet om beskyttelse mot overstrøm som nevnt i bokstav c, deriblant beskyttelse mot overbelastning og kortslutning, innebærer at det skal sørges for automatisk og selektiv utkopling av forbrukere som forårsaker slik overstrøm, før denne når en farlig størrelse, eller på annen måte begrenser overstrøm slik at den ikke representerer noen fare.

Kravet om beskyttelse mot feilstrømmer som nevnt i bokstav d, innebærer at andre ledere enn strømførende ledere og enhver annen del som er beregnet på å føre en feilstrøm som følge av isolasjonssvikt eller feil, skal kunne føre denne feilstrømmen uten å få for høy temperatur. Det bør spesielt tas hensyn til anleggets mulige jordfeilstrømmer og lekkasjestrømmer.

Kravet om beskyttelse mot overspenning som nevnt i bokstav e, innebærer at det skal brukes egnede vern som sikrer mot fare- og ulykkeshendelser som følge av overspenninger ved isolasjonssvikt, feil i spenningsregulator eller feil mellom strømkretser med ulike spenninger, lastendringer ved inn- og utkoplinger av brytere, jordfeil og atmosfæriske overspenninger.

Kravet om beskyttelse mot underspenning som nevnt i bokstav f, innebærer at det skal settes i verk tiltak mot fare eller skade som skyldes at spenningen kommer tilbake etter helt eller delvis utfall. Dersom slik gjeninnkopling kan medføre fare, bør ikke gjeninnkoplingen skje automatisk.

Kravet om beskyttelse mot variasjoner i spenning og frekvens som nevnt i bokstav g, innebærer at kraftforsyningen skal dimensjoneres slik at spenning og frekvens under normale forhold ligger innenfor de toleransene som anlegget og tilkoplede utstyr er beregnet for.

Kravet om beskyttelse mot avbrudd i kraftforsyningen som nevnt i bokstav h, innebærer at det skal settes i verk tiltak for å sikre tilfredsstillende pålitelig kraftforsyning, jf. § 38.

Kravet om beskyttelse mot antennelse av eksplosiv gassatmosfære som nevnt i bokstav i, innebærer at elektrisk utstyr skal plasseres i uklassifisert område så langt som praktisk mulig. For krav til områdeklassifisering og anlegg, systemer og utstyr for bruk i eksplosjonsfarlige områder, se § 5 og § 10.

Kravet om elektromagnetiske forstyrrelser som nevnt i bokstav j, innebærer at elektriske anlegg og utstyr skal fungere tilfredsstillende i sitt elektromagnetiske miljø uten å forårsake uakseptable elektromagnetiske forstyrrelser for annet utstyr i dette miljøet. Når det gjelder krav til elektrisk utstyr, se § 77 og § 78.

Beskyttelse mot helseskade som følge av elektromagnetiske felt som nevnt i bokstav k, er særskilt regulert i strålevernsforskriften § 26.»

I veiledningen til § 47 i innretningsforskriften bemerkes det at det skal tas hensyn til effektbehov, fordelingssystem, jordingssystem, beskyttelse mot avbrudd og tilstrekkelig selektivitet mellom vern og feil i anlegget. Videre i veiledningen står det at standarden IEC 61892-serien, inklusiv corrigendum 1 til IEC 61892-2 (2012) bør brukes. Der IEC 61892-serien ikke er dekkende, bør relevante deler av IEC 60092-serien og forskrift om elektriske forsyningsanlegg brukes.

4.1.1 Krav til design av hoved- og reservekraft

For design av hoved- og reservekraft er det mest relevant å se i kapittel 4 i standarden IEC 61892-2 (Ref. 2). Standarden skiller ikke eksplisitt på hoved- og reservekraft. Det er krav i forbindelse med hovedkraft som kan utløse behovet for eventuell reservekraft.

Kapittel 4 i standarden innledes med et generelt krav om at alle elektriske funksjoner nødvendig for å opprettholde innretningen i normal operasjon og opprettholde beboelige forhold på innretningen skal være ivarettatt uten bruk av nødkraft. Kilder for hovedkraft skal bestå av minst to generatorsett. For faste innretninger kan andre kilder av arrangementer for elektrisk kraftforsyning brukes såfremt det innhentes samtykke fra relevant myndighet.

Kapasiteten til generatorene skal være slik at, hvis én generator stopper, skal det være mulig – uten å bruke nødkraft – å forsyne de elektriske funksjonene nødvendig for å gi:

- normale operasjonelle forhold (men det kreves ikke at full operasjon skal opprettholdes),
- og minimum komfortable forhold for beboelighet.

Arrangementet av generatorsett skal være slik at en fellesfeil ikke setter alle generatorsettene ut av spill eller fører til tap av all kraftgenerering (Ref. IEC 61892-2, seksjon 4.2.3). Det skal videre gjøres tiltak i form av lastavkasting eller separasjon av samleskinner slikt at generatorer som operer parallelt ikke overbelastes ved tap av én eller flere generatorer (Ref. IEC 61892-2, seksjon 4.2.5). Andre

systemer som for eksempel drivstoffsystem, kjølesystem, smøresystem og kontrollsystem for generatorsettene skal adskilles så lang som praktisk mulig. Fungeringen av hovedkraftsystemet skal forsikres i tilfelle en brann oppstår i rom som inneholder nødkraftforsyning (Ref. IEC 61892-2, seksjon 4.2.3).

Ved *ekstern* hovedkraftforsyning skal arrangementet være slik at en lokal reservegenerator sikrer minimum komfortable forhold for beboelighet. Standarden bemerker at den eventuelle lokale generatoren må være en reservekraftgenerator og i tillegg til nødkraftgenerator. Den lokale generatoren skal ikke være nødkraftgeneratoren (Ref. IEC 61892-2, seksjon 4.2.6). Der transformatorer, omformere eller lignende apparater utgjør en essensiell del av det elektriske kraftforsyningssystemet, skal systemet arrangeres slik at samme kontinuitet av kraftforsyning oppnås som for krav til generatorkapasitet og -arrangement beskrevet ovenfor (Ref. IEC 61892-2, seksjon 4.2.7).

4.1.2 Krav til nødkraft

I følge NORSOK-standarden «Teknisk sikkerhet» er hensikten med et nødkraftsystem å gi (Ref. NORSOK S-001, seksjon 18.1):

- elektrisk kraft for spesifikke forbrukere når generering av hovedkraft nedstenges,
- og elektrisk nødkraft forsyning for en spesifikk tidsperiode for systemer som kreves å operere under eller etter en nødssituasjon.

En UPS (uavbrutt strømforsyning) inngår i nødkraftsystemet og skal sikre kontinuerlig kraftforsyning til alt sikkerhetskritisk utstyr og systemer ved bortfall av hovedkraft. UPS-en skal ha kapasitet til å forsyne nødkraft for minimum en periode på 30 minutter eller lengre, hvis det kreves av FES/EERS (brann- og eksplosjonsstrategi / evakuerings- rømnings- og redningsstrategi).

I tillegg til UPS skal en pålitelig nødkraftforsyning være tilgjengelig i minimum 18 timer i full last uavhengig av innretningens hovedkraftforsyning. Kilde for nødkraftforsyning skal evalueres, typisk lokal nødkraftgenerator eller dedikert kabel fra en annen innretning. Nødkraftforsyningen skal eksklusivt dedikeres for forsyning av nødkraft i operasjonsmodus for nødssituasjoner. Nødkraftsystemet skal være tilgjengelig for vedlikehold uten behov for produksjonsstans (Ref. NORSOK S-001, seksjon 18.4.2).

For nødkraftgenerator(er) gjelder følgende (Ref. NORSOK S-001, seksjon 18.4.2):

- Det skal være mulig å isolere drivstoffsystemet til hver dieseldreven generator fra utsiden av generatorrommet.
- Nødkraftgeneratorsystemet skal være «self-contained».
- I tillegg til automatisk startoppstilling skal manuelle start- og testenheter være etablert.
- Luftinntak skal lokaliseres slik at eksponering fra gasslekkasjer minimeres. Luftinntak for forbrenning skal være separert fra ventilasjonsluftinntaket i rommet.
- Drivenheten for nødkraftgeneratorer skal bare kunne stoppes automatisk hvis; gass detekteres i ventilasjonsluftinntaket; turtallet blir for høyt; eller smøreoljetrykket tapes¹.

¹ Hvis nødkraftgeneratoren forsyner brannvannspumpe(r) skal ikke nødkraftgeneratoren stenge hvis det detekteres gass i ventilasjonsluftinntaket eller smøreoljetrykket tapes.

Drivstoff for drivenehten skal ikke representere eksplosjonsfare under forventet operasjonsforhold. Eksosrør skal ikke slippe ut gnister eller ha overflatetemperatur som overstiger antennelsestemperaturen til gassblandingen som produseres eller lagres på innretningen (Ref. NORSOK S-001, seksjon 18.4.2).

NORSOK standarden S-001 sier videre at det skal identifiseres hvilke systemer som kreves å operere under en nødssituasjon. Disse systemene skal forsynes med nødkraft. Typisk har følgende utstyr/systemer (laster) en funksjon i en nødssituasjon og skal ha nødkraftforsyning (Ref. NORSOK S-001, seksjon 18.4.2):

- SAS (sikkerhets- og automasjonssystem)
- Aktivt røykkontrollventilasjonssystem(er)
- Lading av UPS og livbåtsbatterier
- Nødbelysning
- Hjelpetstyr som kreves for å kjøre ned turbiner og generatorer etter en nedstengning
- Elektriske kraner på dekk (kraftkapasitet kreves for operering av én kran)
- Brønnutstyr som kreves for å sikre brønnen som spesifisert i NORSOK D-001
- Rensesystemer
- Brannvann- og skumsystemer
- Andre brannvernssystemer som kreves av FES,
- Helikopter landings- og varselslys
- PA-, alarm- og nød kommunikasjonssystemer
- Navigasjonsapparater
- Lense- og ballastpumper

NS-ISO 13702 omfatter mye av det samme som NORSOK S-001 med tanke på nødkraft; systemer som krever elektrisk kraft for å utføre deres funksjoner og tillate innretningen å stenge ned og evakuere skal ha en robust kraftforsyning med tilstrekkelig kapasitet og varighet for en periode med tilstrekkelig effektiv styring av innretningen, mens hovedkraftforsyningen er utilgjengelig.

NS-ISO 13702 inneholder informativt appendiks for veiledning (appendiks B). Der står det at kilde for nødkraftforsyning kan være et av følgende system:

- en nødkraftgenerator,
- innretningens hovedkraftgenerering gitt at denne kan pålitelig tilby kraft under nødssituasjoner,
- kabler med egnet integritet fra land eller andre innretninger
- eller en kombinasjon av disse.

Appendiks C er også informativt og inneholder typiske anbefalinger knyttet til design av nødkraft. NS-ISO 13702 og NORSOK S-001 foreslår mer eller mindre de samme essensielle/kritiske sikkerhetssystemene som krever nødkraftforsyning. NS-ISO 13702 lister i tillegg området for ombord-stigning, sykestue og andre områder som nødvendigvis bemannes i en nødssituasjon.

Varigheten nødkraftsystemet skal kunne forsyne disse systemene er også om lag det samme; mellom 18 og 24 timer er typisk periode for å kunne håndtere en nødssituasjon.

Nødkraftgeneratoren bør være dieseldrevet med en pålitelig og sikker dieselforsyning tilstrekkelig for å forsyne alle laster i påkrevd periode. Drivstoff forsyning bør fortrinnsvis gjøres med gravitasjon. Der dette ikke er mulig må dieselpumper forsynes fra nødkraftsystemet.

NS-ISO 13702 bemerker at det bør gjøres vurderinger om hvilket arrangement som kreves for å starte opp innretningen etter nedstengning.

For flyttbare boreinnretninger gjelder IMO 2009 MODU CODE. Som angitt i bakgrunn og målsetning for dette prosjektet så er fokus på faste innretninger. Denne standarden er derfor ikke diskutert her.

4.2 Politiske føringer om kraftforsyning fra land

Petroleumssektoren er ansvarlig for om lag en fjerdedel av Norges klimagassutslipp, der størstedelen av utslippene kommer fra produksjonen. Norge har forpliktet seg internasjonalt å redusere utslippene av klimagasser gjennom Kyotoavtalen og FNs klimakonvensjon. I tillegg er Norge gjennom EØS omfattet av EUs fornybardirektiv, som innebærer at EU innen 2020 skal redusere CO₂-utslippene med 20 prosent.

22. februar 1996 vedtok stortinget at det skal legges fram en oversikt over energimengden og kostnadene ved å elektrifisere innretningen framfor å bruke gassturbiner ved alle nye feltutbygginger på norsk sokkel (Ref. 6). Vedtaket fører til at løsning med elektrifisering av innretningen skal utredes i plan for utbygging og drift (PUD). PUD skal utarbeides av rettighetshaver og godkjennes av myndighetene. Departementet kan avslå en PUD ut fra miljøhensyn på grunnlag av petroleumslovens § 4-2 og be om at det fremlegges en ny eller endret PUD. Om elektrifisering er egnet, og skal kreves for en aktuell utbygging, fremkommer i praksis i dialogen mellom utbygger og myndighetene før PUD er ferdigstilt.

Gjennom «klimaforliket» inngikk flertallet på Stortinget i 2008 en avtale om nasjonalt mål for utslippskutt (Ref. 7). Målet er at de innenlandske utslippene skal reduseres med 13–16 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i forhold til referansebanen slik den er presentert i nasjonalbudsjettet for 2007. Referansebanen utgjør utslipp på 59 millioner tonn i 2020. Dette betyr at utslippene i Norge ikke skal overstige mellom 43–46 millioner tonn i 2020. I 2012 lå utslippene på om lag 53 millioner (Ref. 8). Som del av «klimaforliket» ble det enighet om sektorvise tiltak, der et av tiltakene for petroleumssektoren er at arbeidet med utslippsfri kraft intensiveres, og med bakgrunn i tekniske, økonomiske og forsyningsmessige forhold skal kraft fra land/utslippsfri kraft vurderes ved nye utbygginger og større utviklingsprosjekter.

Klimaforlikets politikk ble videre bekreftet og forsterket gjennom Stortingsvedtak 11. juni 2012 (Ref. 9). Basert på en skjønnsmessig vurdering ble det lagt til grunn at de nye tiltakene i klimaforliket gjør det realistisk å anta ytterligere utslippsreduksjoner i Norge, og at intervallet for utslippsreduksjoner kunne økes til 15–17 millioner tonn CO₂-ekvivalenter i forhold til referansebanen slik den er presentert i nasjonalbudsjettet for 2007. I stortingsmelding, som var grunnlag for vedtaket, setter regjeringen som mål å øke bruken av kraft fra land. I stortingsmeldingen legger regjeringen til grunn syv tiltak for å bidra til økt bruk av kraft fra land ved nye utbygginger på norsk sokkel. Det heter videre at regjeringen vil ta stilling til spørsmålet om bruk av kraft fra land ved behandlingen av de enkelte utbyggingene. I innstillingen til Stortinget peker komiteens flertall på at det er fornuftig å se flere felt i sammenheng, der dette er mulig og hensiktsmessig, og ber regjeringen legge til rette for rask og god samordning mellom relevante aktører.

5 PRINSIPPER FOR KRAFTFORSYNING

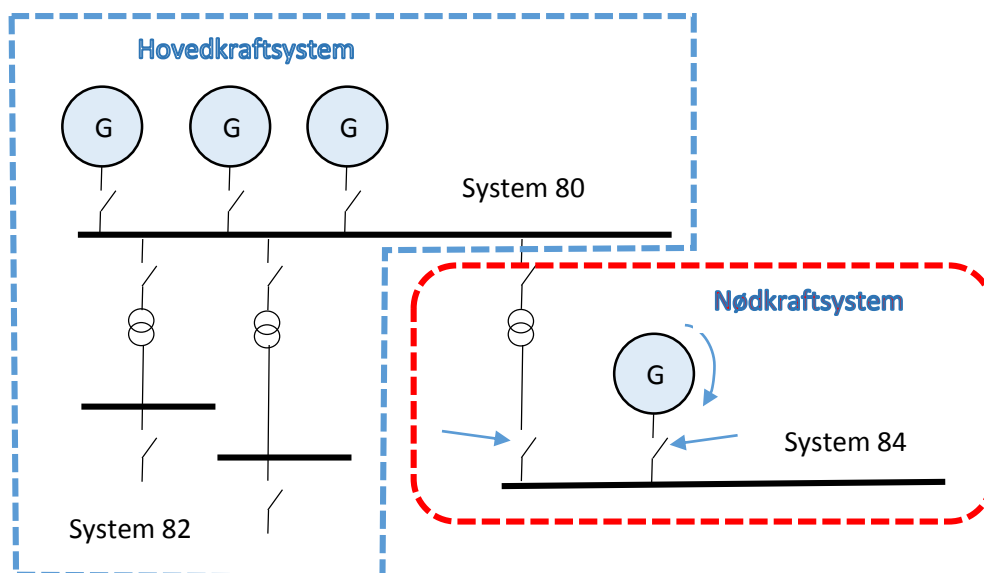
Dette kapitlet beskriver to prinsipper for kraftforsyning på faste innretninger offshore. Prinsippene er begrenset til hovedkraft, reservekraft (også kalt essensiell kraft) og nødkraft. Kraftforsyning til for eksempel brannvannspumper omfattes ikke her. De to prinsippene er etablert for å kunne gi en referanseramme til en valgt løsning uten at man må peke på en spesiell innretning.

Kraftforsyning fra land inkluderer også løsninger der kraftforsyning skjer gjennom en annen fast innretning offshore eller gjennom en «hub-plattform». En «hub-plattform» er en transformator- og fordelingsstasjon offshore, og er aktuell når flere faste innretninger i samme geografiske område skal ha kraft fra land.

I en nødsituasjon skal nødkraftgeneratoren starte automatisk. Oppstart av reservegeneratorene og hovedkraftforsyning gjøres typisk på følgende måte. Nødkraftgeneratoren får i gang reservegeneratorene. Reservekraftsystemet tar over for nødkraftsystemet, og nødkraftgeneratoren kan stoppes. Deretter får man i gang hovedkraftforsyningen fra reservegeneratoren. Hovedkraftsystemet tar så over for reservekraftsystemet og reservegeneratorene kan stoppes.

5.1 Hovedkraftforsyning med lokal kraftgenerering

Hovedkraftforsyning med lokal kraftgenerering er historisk og internasjonalt den vanligste måten å forsyne faste innretninger offshore med elektrisk kraft. Kraften genereres fra gassturbiner. Typisk benyttes det en eller flere «Waste Heat Recovery Unit(s)» (WHRU), som benytter overskuddsvarme fra gassturbin til å dekke et varmebehov. Figur 5.1 viser en tradisjonell løsning med tre gassturbiner, der en av gassturbinene fungerer som en reserve (3 x 50 %). For nød- og reservekraftgenerering benyttes det vanligvis en diesलगenerator.

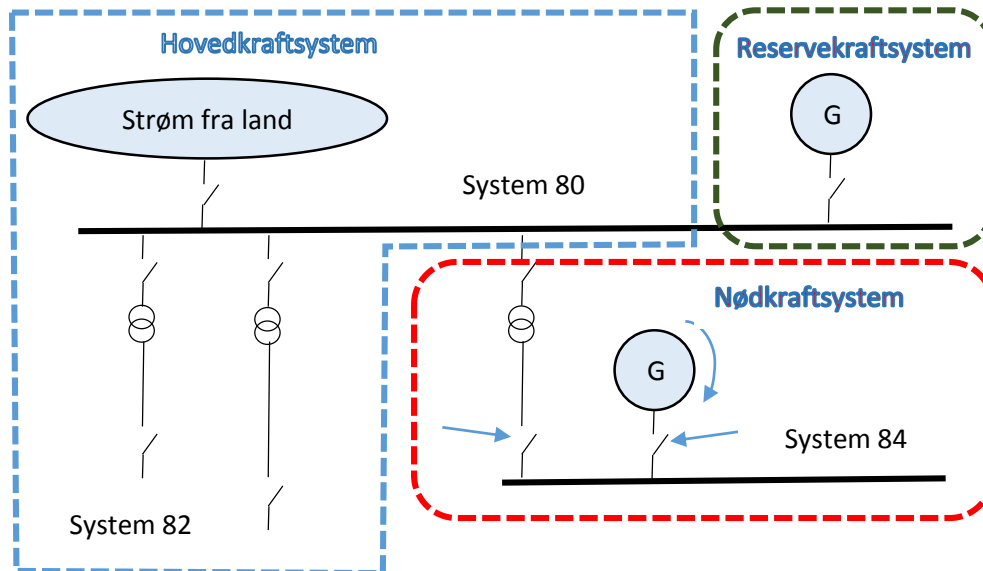


Figur 5.1 Prinsipp med 3 x 50 % løsning med gassturbiner og varmegjenvinning.

5.2 Kraftforsyning fra land eller annen innretning

Hovedkraftforsyning med *bare* kraft fra land kalles «fullelektrifisering» og benyttes typisk der varmebehovet er lavt. Hovedkraft forsynes utelukkende fra kraftnettet på land gjennom undersjøisk kabel. Det finnes to måter å overføre elektrisiteten på. Overføringen skjer gjennom en «AC-kabel» (vekselstrøm) eller «DC-kabel» (likestrøm). DC-kabelen har mindre tap av elektrisk energi i

overføringen enn hva AC-kabelen har, men krever omformere på land og offshore, da kraftnettet på land og på offshore innretninger benytter vekselstrøm. Kraftforsyning fra land er avhengig av å ha et egnet tilkoblingspunkt på land. Figur 5.2 viser prinsippet med kraftforsyning fra land. Merk at det er inkludert et reservekraftsystem. Dette er gjort for å illustrere et behov for reservekraft, da det ikke er redundans i hovedkraftforsyningen.

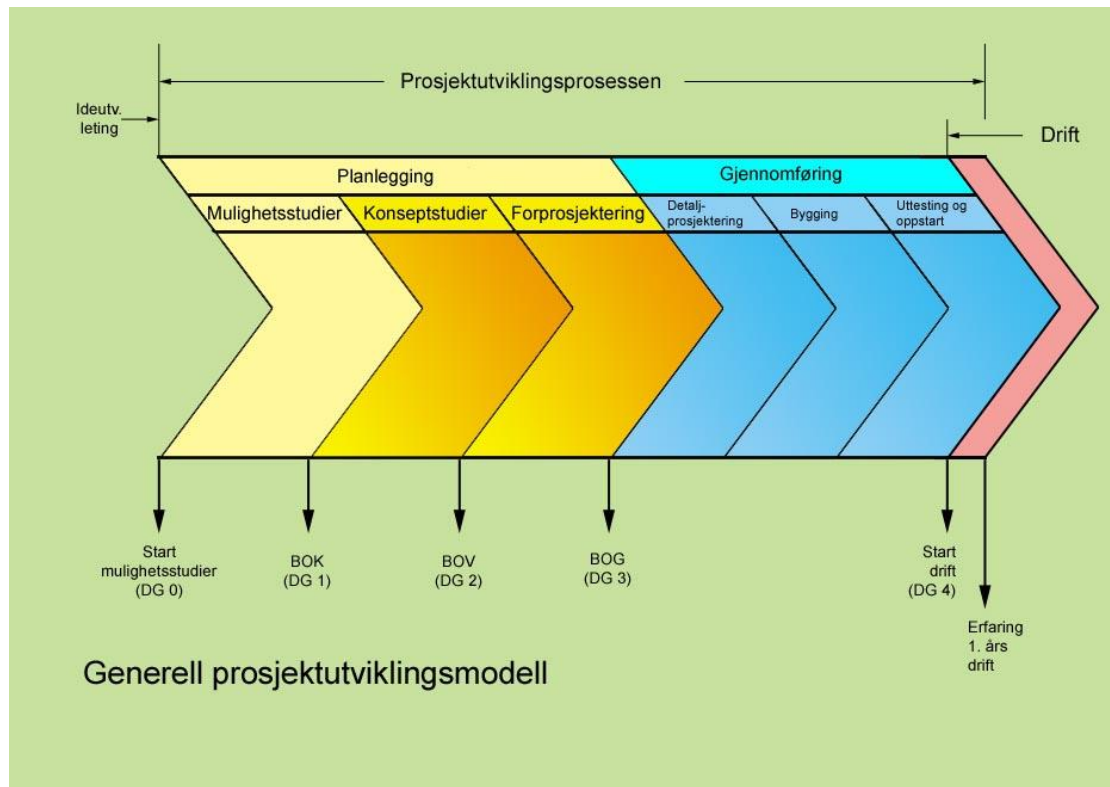


Figur 5.2 Prinsipp med kraftforsyning fra land.

Kombinasjon av lokal kraftgenerering og kraftforsyning fra land benyttet for å utnytte gevinsten av å ha en WHRU, som gjør at gassturbinen får en høy virkningsgrad og varmebehovet kan dekkes uten bruk av elektriske varmeapparater. Teknologien for store elektriske varmeapparater med høy spenning er så langt ikke velutviklet eller velprøvd. Av disse grunnene er kombinasjonsløsningen foretrukket når; det er ønskelig med kraftforsyning fra land; og det er et stort varmebehov til prosess, produksjon og/eller oppvarming. I nordområdene er for eksempel varmebehovet stort, på grunn av lav temperatur i omgivelsene.

6 RESULTATER

I dette kapittelet presenteres resultatene fra intervjuene. Som referansegrunnlag for aspektene som drøftes brukes Figur 6.1 som viser en generell prosjektutviklingsmodell. Ptil sin interaksjon med prosjektene skjer formelt første gang ved overgang mellom planlegging og gjennomføring når PUD (plan for utbygging og drift leveres). Neste formelle interaksjon er ved søknaden om «samtykke til bruk» som skjer i den siste gjennomføringsfasen.



Figur 6.1 En generell prosjektutviklingsmodell

6.1 Hovedkraftforsyning

Valg av hovedkraftkraftforsyning avhenger spesielt av 6 faktorer:

- Økonomi og varmebehov
- Tidspunkt for når valget av hovedkraftforsyning gjøres
- Politisk påvirkning: som skjer i de ulike planleggingsfasene
- Tilgang på det norske kraftnettet
- Ny innretning eller modifikasjonsprosjekter
- Tilkobling til andre felt

Alle disse faktorene kommer opp på ulike tidspunkt under planleggingsfasen.

6.1.1 Økonomi og varmebehov

Operatørselskapene forteller at myndighetene har stilt krav om at et alternativ med elektrifisering av feltutbyggingen skal utarbeides i forbindelse med PUD, men at de ikke er pålagt å velge elektrifisering av den grunn. Lønnsomheten i disse alternativene er derfor avgjørende for selskapenes valg.

Kostnadene med elektrifisering kontra ikke elektrifisering reduseres i forbindelse med kvoter for klimagassutslipp. Elektrifiseringsprosjektene forteller oss at dette er en del av regnestykket, men de

legger heller vekt på redusert plass- og vektbehov. Bedre arbeidsmiljø i form av mindre støy og rystelser pekes også på som viktig, og kan være avgjørende i de tilfellene, der elektrifisering er om lag like lønnsomt som en tradisjonell løsning med gassturbiner.

Et utsagn fra intervjuene er at en tradisjonell løsning med gassturbiner om bord har en kostnad med at gassen som brennes av kunne vært solgt, og at det er billigere å kjøpe elektrisitet. Det poengteres at dette ikke gjelder for alle typer produksjons- og prosessanlegg, og at regnestykket kan gi helt forskjellige resultater i ulike prosjekter avhengig av hvilke tall man putter inn for eksempelvis pris på elektrisitet og gass.

Varmebehov har vært en gjenganger som diskusjonstema i intervjuene. Prosjektene mener at varmebehovet er avgjørende for om man vil gå for en løsning med lokal kraftgenerering, fullelektrifisering eller en kombinert løsning med ekstern kraft og lokal produsert kraft. Et felt kan ha stort varmebehov på grunn av lavt trykk og lav temperatur i oljereservoaret, «seighet» i råoljen og/eller lav omgivelsestemperatur (for nordområdene). En kombinert løsning er attraktiv fordi varmebehovet kan dekkes ved å gjenvinne spillvarmen. Dette fordi virkningsgraden av en gassturbin nesten doubles. I tillegg slipper man å bruke elektriske varmeapparater. Teknologien for store elektriske varmeapparater er verken velutviklet eller velprøvd. Selskapene mener det er et behov for teknologiutvikling av store elektriske varmeapparater for å kunne realisere fullelektrifisering for prosjekter med stort varmebehov.

6.1.2 Tidspunkt for når valget av hovedkraftforsyning gjøres

Vi har observert at det har vært en økende grad av politisk påvirkning fra 1990-årene til i dag. Det har ikke vært mulig å si at den politiske påvirkningen har vært økende som et resultat av et isolert intervju med ett prosjekt. Grunnlaget for å kunne si at det har vært en økning i påvirkning er basert på et helhetlig bilde, som har dannet seg over flere intervjuer.

Et selskap kunne fortelle at selskapet allerede i 1975 begynte å se på mulighetene for å elektrifisere på norsk sokkel. Dette var 26 år før Stortinget vedtok at PUD skal inneholde et alternativ med elektrifisering. I denne 26-årsperioden har selskaper på eget initiativ utforsket mulighetene for elektrifisering på norsk sokkel. En mulighet som ble utforsket, var å etablere et offshore kraftnett både på norsk og britisk sektor. Man så for seg en rekke positive virkninger. Norge kunne utveksle kraft med Storbritannia via dette kraftnettet samtidig som man la til rette for elektrifisering. Prosjektet viste seg vanskelig å realisere delvis på grunn av ulike politiske forutsetninger/rammebetingelser på norsk og britisk sektor.

For eldre elektrifiseringsprosjekter har vi observert liten respons fra myndighetenes side. Leverandørene av elektrifiseringsløsningene opplevde ikke at dette var prioritert hos ulike aktører på land. I senere tid har andre selskaper utredet muligheten for tilkobling til strømnettet på land etter politisk press. Disse alternativene ble lagt til side av ulike årsaker.

Resultater fra tidligere studier og beregninger konkluderte med en maksimal AC-kabel overføringslengde på ca. 100 km. For lengre distanser var konklusjonen dermed at man måtte bruke DC-kabel. I senere tid har teknologiutviklingen vist at det er mulig å planlegge med en 160 km lang AC-kabel. Dette medfører at flere utbyggingsprosjekter vil kunne benytte seg av AC-kabel. Fordelen med AC-kabel er hovedsakelig at man slipper å omforme DC-strøm fra kabel tilbake til AC-strøm om bord offshore. Dermed kan operatørselskapet redusere vekt, plass og kostnader. Med en utvidelse av den maksimale AC overføringslengden har elektrifisering blitt mer attraktivt.

6.1.3 Politisk påvirkning

Det er et politiske mål om å redusere klimagassutslippet i Norge. For å oppnå disse målene må noen av tiltakene gjøres på norsk sokkel, der utslippet er stort. Politikerne har mulighet til å påvirke et prosjekt gjennom behandling av PUD. Valget av hovedkraftforsyning skal i utgangspunktet gjøres av selskapene basert på lønnsomhet. Det fremkom under intervjuene med personell involvert i den eldre andelen av prosjektene at de ikke følte noe politisk press om elektrifisering, men at de var blitt pålagt at PUD skulle inneholde et alternativ med elektrifisering. Disse prosjektene har valgt elektrifisering fordi det var det beste alternativet sett fra et bedriftsøkonomisk ståsted.

For den yngre andelen av prosjektene har vi observert større grad av politisk press. Politisk press var utslagsgivende for utbyggingsprosjektene på Utsirahøyden, der man fikk beskjed om at kun en samordnet løsning ville blitt godtatt. Selskapene forteller at de vurderte samarbeid tidlig og utforsket mulighet i Pre-FEED uavhengig av politiske føringer.

6.1.4 Tilgang på det norske kraftnettet

Et egnet tilkoblingspunkt på land med stabilt nett og tilstrekkelig kapasitet er en forutsetning for å kunne ha kraftforsyning fra land. Dette har imidlertid ikke vært et problemområde så langt for bransjen. Bransjens bekymringer rundt nettilkobling på land har i større grad vært rettet mot usikkerhet for å få innvilget konsesjon, prioritering ved redusert kraftforsyning og kabelbrudd.

Hovedsakelig har ikke selskapene hatt store utfordringer i forbindelsen med tilkobling til det norske kraftnettet på land. Den lokale stabilitet i kraftnettet har i de fleste tilfeller vært ansett som tilfredsstillende. Kun unntaksvis har elektrifiseringsprosjekter planlagt med utbedringer i kraftlinjer til landanlegg. De planlagte landanleggene har i mange tilfeller kunnet bidra til mer stabile spenningsnivå i det lokale kraftnettet. Selskapene har hatt gode samarbeid med nettplanlegger og lokale kraftleverandører.

Erfaringer fra elektrifiseringsprosjektene viste at konsesjonsbehandlingen for forsyningsanlegg på land var en ukjent og komplisert prosess. Konsesjonsbehandlinger for slike forsyningsanlegg er tradisjonelt tidkrevende, og elektrifiseringsprosjektene fryktet behandlingstid på flere år. Konsesjonsbehandling viste seg å være omfattende, men ikke så tidkrevende som man fryktet. Prosessen med å få innvilget konsesjon tok om lag ett år for de aktuelle prosjektene.

En interessant observasjon fra intervjuene er at myndighetene kan påvirke et prosjekt i retning mot en løsning med kraft fra land uten at det foreligger noen garanti for å få innvilget konsesjon for forsyningsanlegget på land. Samtidig kan PUD-en for det samme prosjektet bli godkjent med en forutsetning om tilgjengelig kraft fra land.

Elektrifiserte utbygginger med driftserfaring kan fortelle at de har opplevd høy driftssikkerhet, og at de er veldig komfortabel og fornøyd med strøm fra land. Erfaringene tilsier at man er meget avhengig av leverandører av elektrisk utstyr for vedlikehold og reparasjoner, men at dette har fungert bra på grunn av godt samarbeid og stabilitet i leverandørens organisasjon.

Et hyppig diskusjonstema i våre intervjuer med elektrifiseringsprosjekter har vært innretningens prioritering i kraftnettet, det vil si hvem som blir koblet ut dersom kraftforsyning plutselig reduseres eller faller bort. Det pekes på at byer og prosessanlegg på land prioriteres foran kraftforsyning offshore. Lav prioritering betyr lavere regularitet og økonomiske tap. Klarhet rundt dette krever at det inngås avtaler med relevante aktører.

Kabelbrudd har vært en stor bekymring hos enkelte og mindre hos andre. Noen mener man bør ha to uavhengige kabler fra land, men de peker samtidig på at dette ikke er mulig fra et økonomisk ståsted. Vi observerer at man etablerer veldig robuste og redundante løsninger for landanlegget og offshoreanlegget, mens kabelen mellom forblir usikkerhetsmomentet. En slik framstilling er et resultat av ulike oppfatninger/måter å forholde seg til problemstillingen. Prosjekter har ulike tilnærminger; noen har regnet med et kabelbrudd på «x» antall år, mens andre mener at dette ikke er nødvendig. Noen hevder at det er kabelen som er den største årsaken til lavere regularitet, mens andre peker til at det ikke har vært noen kabelbrudd i slike sjøkabler på norsk sokkel.

6.1.5 Ny innretning eller modifikasjonsprosjekter

Historien vi blir fortalt er at modifikasjonsprosjekter må ses i sammenheng med eksisterende feltutbygging. Kraftbehovet av modifikasjonen kan for eksempel helt eller delvis dekkes av eksisterende kraftproduksjon. Slike løsninger vil økonomisk sett være klart fordelaktige. Samvirke mellom eksisterende og nytt kan også gi merverdi i form av større fleksibilitet og høyere regularitet totalt sett. Prosjektene gjør også betraktninger om eventuelle framtidige modifikasjoner. Valg av frekvens og spenningsnivåer må tilpasses eksisterende anlegg.

6.1.6 Tilkobling til andre felt

Vi har blitt fortalt at det må være en viss størrelse på kraftbehovet for å kunne elektrifisere. Dette utløser et behov for felles områdeløsninger for å kunne ha et stort nok samlet kraftbehov. Tilkoblingen kan gjøres via innretninger på andre felt eller via en egen plattform dedikert som omformer- og fordelingsstasjon offshore.

Prosjekter som planlegger med eller har vurdert tilkobling til andre felt mener at en felles områdeløsning er en utfordring, fordi det krever en annen prosjektgjennomføring. Tradisjonelle prosjekter har blitt kjørt uten avhengigheter til andre aktører, og man er vant med å ha «frie tøyler» til å optimalisere hovedkraftforsyning til eget behov. Bransjen er generelt konservativ til å være avhengig av andre, da dette betyr risiko for forsinkelser og følgelig potensielt store økonomiske konsekvenser for prosjektene. Det har også blitt pekt på driftsmessige utfordringer av å involvere andre aktører.

På land har Statnett et overordnet ansvar som nettplanlegger. Offshore er det ingen som har det samme ansvaret. Dette har vært et gjentakende diskusjonstema i intervjuene. Bransjen etterlyser en aktør offshore slik Statnett er på land. Selskapene mener at bedre nettplanlegging offshore vil bidra til økt suksess i realiseringen av elektrifiseringsprosjekter. Vi har blitt fortalt at det er helt nødvendig at myndighetene griper inn og tildeler ansvar.

Der det har vært aktuelt med felles områdeløsning har det vært stor usikkerhet rundt når kraft fra land vil være tilgjengelig. Utbyggingsprosjektene er avhengige av hverandre for når tilkobling skal være tilgjengelig. Vi har observert at utbyggingsprosjekter initieres når (og kun vil initieres hvis) de er lønnsomme i seg selv. Dermed har ikke prosjektene vært organisert med tanke på en felles løsning fra starten av. Når et prosjekt først er i gang vil det være uaktuelt å vente på andre aktører. Utbyggingene blir ikke ferdig i en naturlig rekkefølge, og man ender opp med mindre optimale midlertidige løsninger. Fra intervjuene har det også fremkommet at man tror at man med dagens kunnskap og muligheter for strøm fra land kunne ha valgt mer optimale løsninger på avsluttede prosjekter.

Fra intervjuene har det også fremkommet et spørsmål om vurderinger av løsninger knyttet til samarbeid mellom innretninger gjøres tidlig nok. Ved en felles områdeløsning oppstår det grensesnitt mellom kraftsystemene på de ulike feltene. Flere faktorer som frekvens, spenningsnivå og

toleransegrenser spiller inn. Vi har observert at man ikke i tilstrekkelig grad har tatt høyde for dette tidlig nok. Innkommende frekvens og spenningsnivå var ikke hensyntatt i egen design, og man endte opp med å måtte gjøre tilpasninger som kunne vært unngått. Vi har også observert at selskapene har vist vilje til samarbeid og handlingskraft, når problemet gjorde seg gjeldene. Vi har blitt fortalt at det var essensielt å utarbeide og enes om spesifikasjoner, som kan gi føringer på tvers av prosjektene. Det var helt nødvendig at man gjorde avklaringer sammen for å kunne tilpasse eget design.

6.2 Reserve- og nødkraftforsyning

Valg av reserve- og nødkraftforsyning relaterer seg spesielt til følgende faktorer:

- Det avhenger ikke av valget av hovedkraft
- Nødkraftforbrukerne
- Regelverket
- Engineeringselskaper og prosjekteringskontraktører
- Nødkraftgeneratorens kjølesystem
- Påvirkning fra Ptil

De fire første faktorene forholder seg mer eller mindre til planleggingsfasen. De to siste derimot, forholder seg til problemstillinger som ofte kommer opp under gjennomføringsfasen.

6.2.1 Hovedkraft, reservekraft og nødkraft

Operatørselskapene ser liten eller ingen sammenheng mellom valg av løsning for hovedkraftforsyning og valg knyttet til nødkraftgenerator. De mener at valg av løsning med elektrifisering fra land har liten eller ingen betydning for dimensjonering av nødkraftgenerator. Bransjen forholder seg til regelverket, når de designer nødkraftsystemet. Regelverket om nødkraftforsyning skiller ikke på om det elektrifisering fra land eller ikke.

Informasjonen fra involverte prosjekter viser at valg av løsning for reservekraftforsyning ikke har stor betydning for valg av nødkraftgenerator. Historien vi blir fortalt, er at det ikke er slik at man kan sjonglere lastene mellom reservekraftsystemet og nødkraftsystemet. Derimot sier informasjonen fra flere prosjekter at nødkraftgeneratorens størrelse velges tidlig i planleggingsfasen basert på forventede laster til de forbrukerne regelverket krever skal være tilkoblet nødkraftsystemet.

I intervjuene har vi fått høre hvilke behov selskapene har til reservekraft utover regelverk. Et slikt behov, begrunnet i å forhindre økonomiske tap, er for eksempel å kunne opprettholde en viss grad av sirkulasjon i produksjon. For felt med lav temperatur og lavt trykk er det et varmebehov knyttet til dette. Operatørselskapene forteller at dette er en utfordring med fullelektrifisering. Hvis kabel faller ut har man behov for en reserveturbin. Dette vanskeliggjør løsning uten gassturbin for prosjekter med stort varmebehov.

Noen prosjekter har sett på muligheten for å kombinere reservekraftforsyning med nødkraftforsyning. Operatørselskapenes forslag til løsning er å ha parallelle dieselgeneratorer som kan fungere både i reserve- og nødmodus. Dette er ikke i henhold til gjeldende krav til nødkraft som krever at nødkraftgeneratoren eksklusivt skal dedikeres til forsyning av nødkraft.

Selskapene har også tilegnet seg erfaringer som peker på andre behov knyttet til reserve- og nødkraft enn regelverkets minimumskrav. Samtidig forteller selskapene at de må tenke på økonomien i det hele. Summen av dieselgeneratorer enten de er nødkraft- eller reservegeneratorer har i planleggingsfasen en kostnad i form av økt plass- og vektbehov. Vedlikeholdsbehovet knyttet til flere generatorer ble ikke

tillagt noen betydning, men det ble stilt spørsmål ved om bransjen har gode nok prosedyrer for å gjøre testing og vedlikehold på transformatorer offshore. Dette krever at man har prosedyre for å stenge ned en transformator gradvis. En utfordring er også at man ikke får øvd på dette siden strøm for land har høy oppetid.

6.2.2 Nødkraftforbrukere

Personene vi har intervjuet mener at det ikke er noen unødvendige laster som er tilkoblet nødkraftsystemet. Det kan ha blitt flere, men da er det av gode grunner. Dette er et resultat av de erfaringene bransjen har opparbeidet seg. Personer vi har intervjuet framstilte dette ofte som et valg mellom å ha ekstra funksjoner koblet til nødkraftsystemet ellers å risikere å ha lengre driftsstopp.

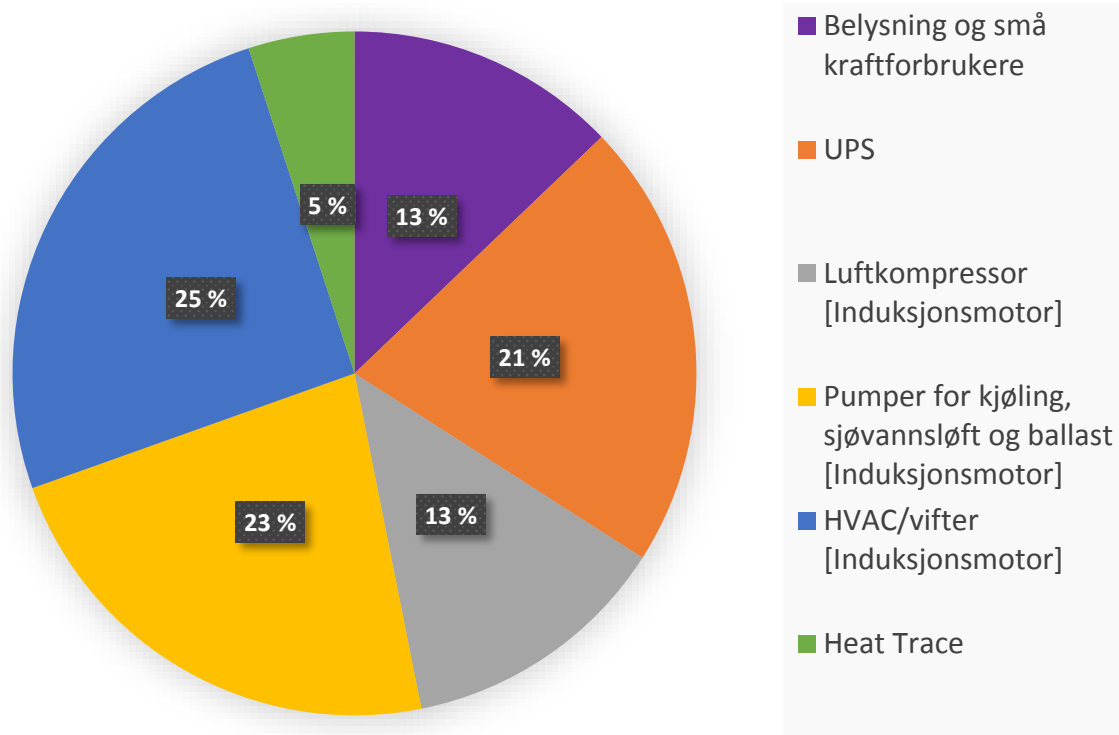
Størrelsen og antallet laster som er tilkoblet nødkraftsystemet har økt, men man må langt tilbake i tid for å kunne følge denne utviklingen. Prosjektene omtalt i denne rapporten er hovedsakelig fra nyere tid. Fra intervjuene har det fremkommet at denne utviklingen har foregått over tid og uavhengig av om innretningen skal elektrifiseres eller ikke.

Bransjen peker på at blant annet automatiseringssystemene og IT-/telecom-systemene har blitt større og mer avanserte, og derfor krever med strøm enn før. Det synes likevel at diverse andre (små) behov er blitt introdusert litt vilkårlig fra prosjekt til prosjekt. Vi har observert at behov for kraft til brønnvedlikehold har blitt knyttet til innretningen av miljøhensyn, slik at dette også har blitt definert som nødkraftforbrukere. Et annet eksempel på et bidrag fra små nødkraftforbrukere er behovet for å holde varmtvannsbeholder varm. Varmtvannet er derfor hengt på nødkraftsystemet av sanitære årsaker (bakteriedannelse hvis temperatur faller under viss grense). Disse små nødkraftforbrukerne er ikke avgjørende for størrelsen på nødkraftgeneratoren i seg selv, men summen av disse kan være utslagsgivende.

Vi har observert at prosjekter har etablert koblinger mellom reserve-/hovedkraft og nødkraft, for bruk i spesielle «black-start» situasjoner og ved havari av nødkraftgeneratoren. Personer vi har intervjuet sier at regelverket er noe uklart rundt dette, men at de har fått gehør for slike løsninger hos Ptil. Man peker på at dette kraftbehovet ikke er utslagsgivende for dimensjoneringen av størrelsen på nødkraftgeneratoren fordi dette vil være et kraftbehov som kun introduseres ved oppstart etter strømutfall.

I forbindelse med intervjuene av prosjektene ble det hentet inn lastlister for nødkraftsystemene. Lastlisten er grunnlaget for dimensjonering av størrelsen på nødkraftgeneratoren. Lastlistene summerer opp behovet for nødkraft. Lastlisten og beregningene er basert på en kategorisering av lastene. Typisk er det tre kategorier; kontinuerlig last, «standby» last og intermitterende last. En «standby» last har typisk null bidrag i regnestykket, mens intermitterende laster multipliseres med en faktor. Kraftbehovet er kort fortalt summen av kontinuerlig last pluss en romslig margin for resterende laster og til slutt et påslag på 10%. Beregnet kraftbehov er dermed å regne som relativt konservativt.

Beregningene er gjort basert på dimensjonert effekt for utstyr. Det reelle kraftbehovet vil ikke være klart før utstyret kjøres. Noe utstyr vil også ha varierende belastning selv om de har havnet under kategorien kontinuerlig. Figur 6.2 viser et bilde av omtrentlig fordeling av kraftbehov for laster på nødkraftsystem. Fordelingen er gjennomsnittlig og basert på innhentede lastlister fra syv ulike prosjekter. Laster under 30 kW er ikke inkludert i beregningen da inntrykket er at de ikke vil påvirke fordelingen vist i Figur 6.2. I lastlistene til de syv prosjektene tas alle laster med i beregningene.



Figur 6.2 Omtrentlig fordeling av kraftbehov for laster på nødkraftsystem basert på innhentede lastlister.

Fordelingen viser at mesteparten av kraftbehovet (61%) brukes til induksjonsmotorer. Luftkompressoren har et større kraftbehov enn hva figuren viser. Mye av kraftbehovet for sjøvannsløft og kjøling er typisk knyttet til luftkompressoren.

Heat trace varierer mellom prosjektene, og kan være i størrelsesorden 400 kW. Heat trace brukes typisk i nordområdene, men kan også forekomme lenger sør på norsk sokkel av prosessikkerhetsmessige årsaker. Dette nødkraftforbruket kreves blant annet for oppvarming av rømningsveier for sikker evakuering.

Nødkraftbehov til ballastpumper er heller ikke representativt for flesteparten av prosjektene, men behovet er utslagsgivende for de prosjektene det gjelder. Dette nødkraftbehovet er også i størrelsesorden 400 kW. Fra intervjuene fremkom det ikke noen store behov knyttet til boring og brønn.

Fra våre intervjuer har vi observert at det har blitt satt størst spørsmålstegn ved det reelle kraftbehovet forbundet med UPS. Ett prosjekt hadde gjennomgått beregningene og kommet opp med et mye lavere behov enn først antatt. Et annet prosjekt kunne i ettertid fortelle at det sannsynligvis var beregnet et for stort kraftbehov for UPS, og at man ikke nødvendigvis kan sette UPS i kategorien for kontinuerlige laster uten å gjøre ekstra vurderinger. Det kom fram eksempel på at dette har skyldes misforståelser hos prosjekteringskontraktør som ikke kjenner NORSOK og norsk regelverk.

Under intervjuene har det fremkommet diskusjoner rundt hvorfor HVAC/vifter tar en så stor andel av lastlistene. Flere av personene vi har intervjuet kan ikke forklare hvorfor det er slik, eller om hele behovet burde være tilkoblet nødkraftsystemet. En årsak til dette kan være at vi i hovedsak har intervjuet personer fra prosjektledelsen og fagdisiplinen elektro. Nødkraftbehovet blir beregnet for ulike komponenter/systemer i de ulike fagdisiplinene, og elektrodisiplinen ender så opp med en liste

som resultat av dette. Størrelsen på behovet ser ut til å variere mye fra prosjekt til prosjekt tatt i betraktning ulike forutsetninger for ulike prosjekt.

En siste observasjon er at intervjuobjekter har gjort et skille på systemer som er mer eller mindre komplekse (det vil si består av flere del-systemer). Det er blitt understreket at systemene er «self-contained» i betydningen av at alle delsystemer som inngår får strøm fra nødkraftgenerator, men det har variert i hvilken grad intervjuobjektene har ment at «robusthet» vektlegges nok.

6.2.3 Regelverk

Ved fullelektrifisering har man ikke lokal redundans i hovedkraftforsyningen. Nødvendig kraft for å opprettholde beboelige forhold må derfor dekkes av lokal reservekraftkilde. Det fremkom i flere av intervjuene at dette kunne vært løst med anvendelse av et ringnett versus sprednett (dvs. to kabler til en innretning), men at denne løsningen ikke var mulig på grunn av beliggenhet av innretning eller utfordringer knyttet til samarbeid med andre (se også kapittel 6.1.6). Med lokal kraftgenerering har operatørselskapet ofte reservekraft inkludert i løsningen for hovedkraft.

Vi har fått høre mange ganger at regelverket er førende for hvilke forbrukere som skal kobles på nødkraftsystemet, og at det er dette man har forholdt seg til. Vi har også fått høre at regelverk og standarder i liten grad er tilpasset kraft fra land, og at det er behov for en total gjennomgang både med tanke på hovedkraft, reservekraft og nødkraft (formålstjenlig å utnytte høy leveransesikkerhet med kraft fra land). Det hevdes at regelverket og standardene ikke åpner for å utnytte kraft fra land som en del av en barrierestyringsstrategi. I dette tenker man for eksempel på muligheten for å fjerne en generator som tennkilde og i stedet for bruke strøm fra land som kraftkilde for sikkerhetsbarrierer. Personer vi har intervjuet mener også at regelverket og standardene bør revideres for blant annet å ta høyde for spenningsnivået man nå bygger ut med.

Det pekes på at regelverket mangler beskrivelse og er uklart med tanke på behov knyttet til reservekraft. Flere av operatørselskapene har derfor sine egne behovslistor for reservekraft og nødkraft. Operatørselskapenes behovslistor for nødkraft skiller seg fra NORSOK-listen fordi operatørselskapene også tar høyde for prosessikkerhet (og ikke bare personellsikkerhet). Personer vi har snakket med sier de har hatt problemer med å forstå hva regelverket betyr for sitt prosjekt, og at de i prosjektene bruker mye tid på å diskutere hva regelverket betyr. Noen hevdet også at dersom regelverket hadde vært tydeligere kunne det ha medført at andre løsninger hadde vært valgt. Det er også pekt på en inkonsistens i regelverk og standarder: hva som krever nødkraft i forbindelse med belysning (det vil si belysning utover belysning til rømningsveier).

6.2.4 Engineeringselskaper og prosjekteringskontraktører

Vi blir fortalt at engineeringselskaper og prosjekteringskontraktører spiller inn sine løsninger tidlig i prosjekter basert på hva som er gjort i andre prosjekter og erfaringer, men at det er operatørselskapene som tar beslutningene. Operatørselskapene forteller at de ofte stiller krav om at løsningene skal være utprøvde. Flere prosjekter setter også krav til at løsningene skal være standard løsninger. Flere har poengtert at det er viktig å gjøre tidlige og gode valg, da dette er kostnadsbesparende. Man vil unngå å måtte gjøre endringer som får konsekvenser for andre systemer/disipliner, der man allerede valgt løsninger og er i ferd med å gjøre bestillinger. I denne sammenheng har det blitt sagt at det er stor risiko med å velge for liten nødkraftgenerator tidlig i prosjektet. Det er enklere å gjøre endringer som for eksempel medfører redusert vekt- og plassbehov enn motsatt.

Personer vi har intervjuet sier at engineeringselskapene og prosjekteringskontraktørene mangler kompetanse på tekniske aspekter rundt elektrifisering, og at operatørselskapet har måttet gjøre en større innsats enn planlagt i egen regi. Et eksempel som ble trukket fram er dimensjonering av UPS-er.

I enkelte prosjekter har man framhevet positive erfaringer av å ha norsk engineeringselskap/prosjekteringskontraktør. Man peker på at norske selskaper i større grad enn utenlandske, kjenner norske forhold og norsk regelverk. Det pekes også på at dialog og oppfølging fungerer bedre og er mindre ressurskrevende sammenliknet med utenlandske selskaper.

6.2.5 Nødkraftgeneratorens kjølesystem

De fleste prosjektene vi har gjennomgått har løsning med vannkjøling av nødkraftgeneratoren. Dette fordi nødkraftgeneratoren er vurdert til å være så stor at det ikke egner seg med luftkjøling. Noen personer vi har intervjuet sier at det ville vært enklere og bedre med luftkjøling, mens andre personer mener vannkjøling er en minst like god løsning. Rent teknisk er luftkjøling mindre komplisert og luftkjøling krever i seg selv mindre elektrisk energi enn vannkjøling.

Prosjektene forteller oss at det finnes ulike løsninger for hvordan vannkjøling av nødkraftgenerator kan gjøres. Noen prosjekter har vurdert eller planlagt å bruke kjølevann fra brannvannsystem eller en kombinasjon brannvannsystem og andre kjølesystem. Slike løsninger gjør at nødkraftgeneratoren ikke er fullt ut uavhengig av andre systemer for å fungere. Yngre prosjekter har fått kommentarer og avvik på en slik løsning.

Man kan ha en selvstendig løsning for vannkjøling med å ha en egen sjøvannspumpe og eget sirkulasjonssystem for nødkraftgeneratoren. Bakdelen er enda større kraftbehov som må dekkes av nødkraftgeneratoren, slik at størrelsen på denne igjen øker. Selvstendige løsninger har blitt anerkjent av Ptil, men operatørselskapene peker på at slike løsninger tar stor plass og har høy vekt.

Noen prosjekter har sett på muligheten med å forsyne brannvannsystem helt eller delvis med kraft fra land/nødkraftsystem. Dette er blitt valgt bort da alternativet setter krav til forsyningskabel fra land (redundans og brannsikkerhet). Vi har observert et ønske om å utnytte høy regularitet med kraft fra land uten at man har kommet i mål med slike løsninger.

6.2.6 Påvirkning fra Ptil

Noen prosjekter er frustrert over å få kommentarer og avvik på løsninger de mener er gode og standard løsninger. Personene vi har intervjuet peker på at løsninger kan være i konflikt med regelverket, men likevel god nok og med tilstrekkelig pålitelighet. Bransjen etterspør bedre veiledning og bedre beskrivelser og begrunnelser i regelverket.

I intervjuene er det fremkommet at noen prosjekter opplever å få avvik på løsninger som ikke har gitt avvik tidligere. Dette har ført til følgende situasjon: Løsninger bransjen mener er standard, er løsninger Ptil ser på som avvik. Dette er åpenbart blitt et problem for nyere prosjekter som må forholde seg til denne utviklingen. Et annet problem for prosjekter er *når* tilbakemelding i form av råd og avvik skjer i prosjektforløpet. Det pekes på at mangel på råd og føringer under prosjektforløpet har medført at man har gått videre med løsninger man trodde var i henhold til regelverket. Operatørselskapene mener de er villig til å endre løsningene sine, men peker også på at det er uheldig å gjøre endringer sent i prosjektgjennomføringen. Kommentarer og avvik fra Ptil kommer sent, og medfører utfordringer for prosjektene som må gjøre bestillinger tidlig. Dialog og rådgivning bør komme inn tidligere i prosjektløpet, fordi man stort sett har gjort beslutninger på tilhørende systemer, som er avhengige av løsningen.

7 KONKLUSJONER

I dette kapitlet presenteres konklusjoner på følgende hovedproblemstillinger innenfor de områdene som dekkes av dette kunnskapsutviklingsprosjektet:

- Valg av kilde for hovedkraft, beslutningsprosesser og elementer som påvirker valget.
- Løsninger for reservekraft og hvordan denne påvirkes av valgt løsning for hovedkraft).
- Løsninger for nødkraft, hvordan denne påvirkes av kilde for hovedkraft samt andre aspekter som leder til økende behov for nødkraft.
- Andre aspekter som er kommet opp i intervjuene.

7.1 Valg av kilde for hovedkraft

Det er store forskjeller i hvordan ulike prosjekter ser på prosessen rundt valg av kilde for hovedkraft og da spesielt myndighetenes håndtering av prosessene.

Noen prosjekter hadde tatt valg om kraft fra land tidlig i prosjektet da økonomiske analyser viste at dette ga samme eller fordelaktig økonomi som tradisjonelle turbinløsninger. I disse tilfellene ble politisk press eller myndighetenes rolle i prosessen betraktet som ukomplisert. Dette var også prosjekter der det var liten usikkerhet knyttet til tilgjengelighet av kraft fra land og ikke behov for å samkjøre utbygging av strømforsyning med andre feltutbygginger.

Ved videreutvikling og oppgradering av eksisterende felt hadde man konkludert med å videreføre strøm fra egne turbiner da dette er klart fordelaktig ut fra et økonomisk synspunkt. Her er muligheter for gjenbruk av eksisterende utstyr et viktig element i de økonomiske analysene. For disse prosjektene hadde det ikke blitt oppfattet politisk press for å velge kraft fra land og det var ikke spesielle utfordringer i prosessen med myndighetene.

De prosjektene der valg av strømforsyning hadde vært vanskelig var i de tilfellene der kraft fra land var ufordelaktig fra et økonomisk synspunkt, men der politisk føringer og krav gjorde at man likevel må gå for utbyggingsløsninger med kraft fra land. I tillegg til de direkte økonomiske konsekvensene for prosjektene blir det sett på som vanskelig at en blir pålagt å gå for løsninger som ikke var økonomisk fordelaktige da dette bryter med krav i petroleumslovgivningen om at økonomiske kriterier skal legges til grunn i valg av utbyggingsløsninger. Spesielt i tidlig fase av prosjektet er denne usikkerheten en like stor utfordring som de ekstra kostnadene ved å velge strøm fra land.

Noen utbygginger prosjekteres med usikkerheter rundt når kraft fra land vil være tilgjengelig og ulike tidslinjer og prioriteringer i andre utbyggingsprosjekter som man må samarbeide med for å utvikle strømforsyningen. Usikkerheten vedvarer langt inn i prosjektene og blir forsterket av manglende struktur/ansvarsforhold rundt utbygging av nødvendig felles infrastruktur for overføring og distribusjon av kraft fra land.

Samlet bidrar dette til dels store ekstrakostnader ved at det enkelte prosjektet må planlegge og bygge for faser med ulike kraftforsyninger. Man planlegger for en periode med produksjon av kraft fra egne turbiner før man på et senere tidspunkt går over til å drifte feltet med kraft fra land, enten fullt ut eller i kombinasjon med fortsatt egen kraftproduksjon. Dette gjør at man både får høyere investeringskostnader og at man får løsninger som ikke er optimal verken for fasene før eller etter at kraft fra land er tilgjengelig.

Basert på dette synes da følgende å være utfordrende med tanke på valg av kraftforsyning på produksjonsinnretninger:

- Det er uklarerhet i rammebetingelser ved at det er krav om at økonomiske kriterier skal legges til grunn ved valg av utbyggingsløsninger samtidig som det for enkelte prosjekter er sterke politisk motiverte føringer og krav om kraft fra land. Slike føringer eksisterer også der dette ikke er vurdert økonomisk fordelaktig.
- For enkelte prosjekter er det stor usikkerhet rundt når tilstrekkelig kraft fra land vil være tilgjengelig. Denne usikkerheten forsterkes gjennom behov for / krav om samkjøring med andre utbyggingsprosjekter i området og usikkerhet rundt utbygging av nødvendig offshore infrastruktur.
- Usikkerheten om tilgjengelighet av kraft fra land gjør at innretninger planlegges og bygges ut med tanke på produksjon både med og uten kraft fra land, noe som medfører at valgte løsninger ikke blir optimal for noen av fasene.

7.2 Reservekraft

Med tradisjonell kraftforsyning via egne turbiner om bord på innretningen er behovet for reservekraft for å opprettholde essensielle funksjoner (for eksempel varme til prosess), i tilfelle utfall av hovedkraft, sikret med den innbygde redundansen i kraftforsyningen. Der kraftforsyningen skjer via egne turbiner (for eksempel 3x50% turbiner) sikres reservekraft ved at essensielle brukere forsynes via en reservekrafttavle forsynt av en eller flere av turbinene som er rigget for dette. På feltsentre sikres det samme ved at man overfører kraft fra turbiner på andre (ofte flere) plattformer på feltsenteret, i de tilfeller plattformen sin primære kraftforsyning faller ut.

Ved kraft fra land vil eventuell reservekraft måtte sikres ved en egen dedikert generator for reservekraft. Et prosjekt reduserer kostnader, vekt og/eller plassbehov ved å ikke ha slik reservekraft ombord. Dette kan medføre behov for større nødkraftgenerator ved at brukere som tradisjonelt vil bli koplet reservekraft blir koplet mot nødkraft når reservekraft ikke er tilgjengelig.

7.3 Nødkraft

Valg av hovedkraft (kraft fra land, annen innretning eller lokal/egenprodusert) påvirker ikke valg og dimensjonering av nødkraft, med unntak av den indirekte påvirkningen fra å ikke ha reservekraft som beskrevet i kapittel 7.2.

Det er usikkerhet knyttet til i hvor stor grad norsk regelverk for nødkraft gir rom for å tilpasse løsninger til en ny situasjon med utstrakt bruk av kraft fra land. Dette gjelder spesielt det å utnytte den høye regulariteten på strøm fra land og mulighetene til å beskytte strøminntak og tilførsel til nødkrafttavler mot laster fra ulykker om bord på innretningen.

Alle prosjekter sier at NORSOK S-001 legges til grunn for prosjekteringen og at man ikke har nødkraftbrukere utover det som er listet i denne. Det er imidlertid også klart at nødkraftbehov har en tendens til å endre seg underveis i prosjektet. Det blir tidlig gjort et estimat av nødkraftbehovet, oftest da basert på et minimum antall brukere basert på NORSOK S-001, pålagt en margin for å ta hensyn til usikkerhet i estimatet. På grunn av vekt og plassbehov er det vanskeligere å øke enn å redusere størrelsen på nødkraftgeneratoren senere i prosjektet. For å sikre seg mot senere problemer kan det da bli lagt inn store marginer, og derigjennom en mye større generator enn det man forventer å ha behov for med ambisjon om senere å redusere generatorstørrelsen når det er mindre usikkerhet i estimatene.

Det ble videre gitt uttrykk for at det etter hvert som prosjektet gikk framover ble definert et økende nødkraftbehov. Dette ser ut til å være et resultat av en rekke faktorer som virker i samme retning:

- Etter hvert som ulike disipliner begynner å spesifisere og få oversikt over sitt elektrisk utstyr kan det være et press/ønske om at utstyr som er i grenselandet til å kreve nødkraft blir hengt på nødkraft likevel.
- Bruk av ingeniørselskaper og prosjekteringskontraktører med liten erfaring med norsk regelverk og NORSOK kan ha ført til overdimensjonering av nødkraftkapasitet grunnet rene misforståelser.
- Det er varierende hvordan endringer i form av små nye nødkraftbrukere blir styrt i prosjektene. I enkelte prosjekter blir ikke slike enkeltvis små endringer ikke fanget opp før de samlet gjør det nødvendig med en større endring, for eksempel det at det blir behov for en større nødkraftgenerator. Der det i utgangspunktet er lagt inn god margin ved dimensjonering av nødkraft er det rom for mange små ekstrabrukere før dette blir nødvendig.

Bestilling av nødkraftgenerator må på grunn av leveringstid skje relativt tidlig i prosjektet. Det kan føre til at selv om for stort nødkraftbehov blir avdekket lar det seg ikke gjøre å redusere størrelsen på generatoren, da denne allerede er satt i bestilling. I slike tilfeller går man da med en større generator enn det som er behovet, og at man da også allikevel tillater at brukere med et mer diskutabelt behov for nødkraft blir koplet opp, da man jo uansett har kapasitet.

Det er enighet i prosjektene om at en viktig årsak til at størrelsen på nødkraftgeneratorer øker er at moderne produksjonsanlegg har en utstrakt monitorering koplet på UPS, som igjen var koplet på nødkraft.

Der man kommer opp i et nødkraftbehov som krever så stor generator at man må over på vannkjøling gjør dette situasjonen betydelig mer komplisert. Det er utfordrende å finne løsninger på vannkjøling som lar seg gjennomføre innenfor de begrensninger man har i arrangement/tilgjengelig plass, og som aksepteres av Ptil. Løsninger der man har felleselementer med andre systemer (for eksempel brannvann) har blitt kommunisert tidlig og blitt oppfattet som akseptable fra Ptil sin side. Senere i prosjektet hadde så Ptil kommentert på løsningen med behov for betydelige endringer sent i prosjektet som resultat. Samme utfordring i kommunikasjon med Ptil hadde blitt erfart også når det gjelder systemer der det er en viss grad av sammenfall mellom systemer for nødkraft og reservekraft.

Generelt er det ulike meninger i bransjen og hos Ptil når det gjelder hvilke løsninger som er gode med hensyn på sårbarhet og robusthet for store og komplekse nødkraftsystemer med løsninger der man har grensesnitt med andre systemer. Bransjen deler ikke Ptil sin bekymring om at større nødkraftsystemer reduserer robustheten og øker sårbarheten.

7.4 Andre aspekter

En hypotese i arbeidet med denne rapporten har vært om det er enkelt personer i operatørselskapene som har hatt en avgjørende betydning for valg av en løsning med elektrifisering. Grunnen til at dette har vært et interessant spørsmål, er at operatørselskapene blir pålagt å utrede et alternativ med elektrifisering i PUD. Det har vært en positiv holdning til elektrifisering i intervjuene, og bransjen har heller fokusert på å gjøre en god og profesjonell jobb, framfor å favorisere en tradisjonell løsning. Mange stiller seg imidlertid svært skeptisk til å ikke bruke gassturbiner med god utnyttelse av varmegjenvinning i de prosjektene med stort varmebehov. I den grad vi har sett at det har vært avgjørende med enkelt personer, har det vært gjennom pågangsvilje og dyktighet i prosjektgjennomføringen.

Det har vært ulike meninger om hvor vidt intern drivkraft kan ha vært avgjørende for valg av hovedkraft. Et eksempel er et prosjekt som fikk for høye prisestimer på landanlegg og sjøkabel av

leverandører. Elektrifisering ble da vurdert av operatørselskapet til å ikke være lønnsomt. Ildsjeler i prosjektet ga seg ikke, og gikk en ny runde med leverandørene. Årsaken til den høye prisen skyldes i stor grad at det var lagt inn store marginer for risikoer med leveransene. Prosjektet var ikke enig i prisingen av denne risikoen. Løsningen lå i detaljene. Begge parter kunne være tryggere på et lavere estimat, og operatørselskapet kunne overta noe av risikoen.

En annen mulig hypotese var at fagområdet «teknisk sikkerhet» kunne ha en innflytelse på de valg som har blitt tatt. Konklusjonen fra intervjuene er at dette ikke er noen spesifikk faktor. For det første har alle vært tydelig på at alle gjeldene krav til sikkerhet skal og blir fulgt. Derneft ble det pekt på at disse bidrar i alle faser i likhet med annet teknisk personell og tas med i beslutningsprosessene når deres kompetanse trengs. Dette ble også understreket av intervjuobjekter fra kategorien «teknisk sikkerhet».

En tredje mulig hypotese var at arbeidsmiljø kunne ha innflytelse på beslutningene. Konklusjonen fra intervjuene er at dette ikke var en faktor. På den annen side var det høy bevissthet hos intervjuobjektene om fordeler og ulemper med hensyn til arbeidsmiljø både ved egen valgt løsning, og andre mulige løsninger.

Til slutt ble det også gitt klart uttrykk for at man ikke anså kraft fra land som teknisk komplisert innenfor de avstander som var aktuelle for de prosjektene som var involvert. Med unntak av direkte høyspenningsdrevne kompressorer ble det sagt at det i prinsippet var velprøvd teknologi som kunne benyttes. Det området man anså som mest krevende var stadig lengre kabler med stadig større kapasitet. Dette hadde imidlertid også vist seg håndterbart i prosjektene ved bruk av kjente leverandører.

8 FORSLAG TIL FORBEDRINGSTILTAK

Basert på intervjuene fremmes følgende forslag til forbedringstiltak:

- Regelverk og veiledninger² bør revideres og utvides for å:
 - Tilpasses ulike prinsipielle løsninger for hovedkraft, essensiell og nødkraft.
 - Tilpasses løsninger med feltsentra.
 - Ta høyde for de spenningsnivåer det bygges med.
 - Utnytte strøm fra land som kraftkilde for sikkerhetsbarrierer (som en del av en barrierestyringsstrategi).
 - Integritets- og sårbarhetskrav til nødkraftgeneratorenheten og avhengigheter mot andre systemer som for eksempel kjølevannssystemer. Det mangler tilstrekkelig beskrivelse av hva som kreves for at nødkraftgenerator skal være self-contained
- Evaluere bedre utnyttelse av strøm fra land, eller annen innretning som en pålitelig kraftforsyning:
 - Ved mulig overføringslengde på 160km for AC-kabel.
 - Utnytte de potensielle synergieffekter dette kan gi for robustgjøring av reserve- og nødkraft. Med kraft fra 2 uavhengige kilder kan man oppnå redundans i hovedkraft.
- Tydeligere signaler fra næringen til myndighetene:
 - At det kan være manglende samsvar mellom politiske føringer om å bruke strøm fra land og de økonomiske analysene som selskapene gjør.
 - I en tidlig fase vil dessuten usikkerhet rundt fremtidige løsninger gi utfordringer.
 - Det er mangel på tydelig struktur og ansvarsforhold knyttet til utbygging av nødvendig infrastruktur på land.
- Prosessen med å etablere lastlister bør bedres:
 - Optimalisering og robustgjøring av lastlister. Det er et forbedringspotensial knyttet til beregningene i lastlistene.
 - Regelverk knyttet til personellsikkerhet, for eksempel krav til belysning, kan virke negativt inn på hva som henges på nødkraftsystem.
 - Oppstart etter strømutfall har lite å si for dimensjoneringen av nødkraftgenerator.
 - Evaluere kraftbehovet og tekniske løsninger knyttet til UPS.
 - Evaluere og forklare kraftbehovet knyttet til HVAC/vifter
- Vurdere om man har gode nok prosedyrer for å gjøre testing og vedlikehold på transformatorer offshore:
 - Etablere prosedyre for å stenge ned gradvis.
 - Finne måter å få øve på.
- Tydeligere kommunikasjon fra Ptil til operatørselskapene om rammebetingelser, regelverkets intensjoner og Ptils forventninger:
 - for å unngå at det gis ulike signaler i ulike faser av et prosjekt.
 - For å sikre likebehandling.
- Øke kompetansen hos engineeringselskaper og prosjekteringskontraktører:
 - På aspekter rundt elektrifisering.
 - På dimensjonering av UPS.
- Øke bevisstheten i bransjen på fordelene av å bruke engineeringselskaper og prosjekteringskontraktører som kjenner norske forhold og norsk regelverk.

² Prosjektet har i intervjuprosessen ikke gått i detalj når det gjelder hvilke regelverk og veiledninger, og hvilke deler av disse som bør vurderes revidert.

9 REFERANSER

- 1 Petroleumstilsynet; *Forskrift om utforming og utrustning av innretninger med mer i petroleumsvirksomheten (innretningsforskriften)*, Nr. 634, 29-04-2010
- 2 International Electrotechnical Commission; *IEC 61892-2 - Mobile and fixed offshore units – Electrical installations – Part 2: System design*, Second edition, 03-2012
- 3 International Organization for Standardization (ISO); *Petroleum and natural gas industries — Control and mitigation of fires and explosions on offshore production installations — Requirements and guidelines*, First edition, 15-03-1999
- 4 Standards Norway; *NORSOK S-001 Technical Safety*, Fourth edition, 04-02-2008
- 5 International Maritime Organization; *Code for the Construction and Equipment of Mobile Offshore Drilling Units*, Res. A1023(26), 02-12-2009
- 6 Stortinget; *Norsk politikk mot klimaendringer og utslipp av nitrogenoksider (NOx)*, St.meld. nr. 41 for 1994-95, innst. S. nr. 114 for 1995-96, Vedtatt 22-02-1996
- 7 Stortinget; *Norsk klimapolitikk*, St.meld. nr. 34 (2006-2007), Innst. S. nr. 145 (2007-2008), Vedtatt 04-03-2008
- 8 Statistisk sentralbyrå; *Statistisk årbok 2013*, 132. årgang, september 2014
- 9 Stortinget; *Norsk klimapolitikk*; Meld. St. 21 (2011-2012), Innst. 390 S (2011-2012), vedtatt 11-06-2012

Type dokument:

Vedlegg A – Intervjuprosess

Rapport tittel:

Kunnskapsutvikling – Elektrisk kraft fra land, reservekraft og nødkraft

Kunde:

Petroleumstilsynet

Dokument nr. ST-10167-2	Filreferanse ST-10167-2_Vedlegg A - Intervjuprosess.docx			
Forfattere S. Anda				
Referanse til deler/utdrag av denne rapporten som kan føre til feiltolkning, er ikke tillatt.				
Rev.	Dato	Grunn for rev.	Kontrollert	Godkjent
1.0	28.05.2014	Utkast	K. Mo	A. Rian
2.0	13.03.2015	Endelig	B. A. Gran	A. Rian
3.0	30.04.2015	Endelig	B. A. Gran	A. Rian

Innhold

1	INTERVJUPROSESS.....	3
1.1	Utvalg av prosjekter og personer til intervjuene	3
1.2	Gjennomføring	3
1.3	Hjelpemidler i intervjuene.....	3
1.3.1	Spørsmålspool for rollen “eier”	4
1.3.2	Spørsmålspool for rollen “prosjekt”	6
1.3.3	Spørsmålspool for rollen “drift”	11

1 INTERVJUPROSESS

1.1 Utvalg av prosjekter og personer til intervjuene

Tidlig i prosjektet ble det sendt ut et informasjonsbrev til åtte operatørselskaper for ni prosjekter totalt. Petroleumstilsynet gjorde utvalget av prosjekter og operatørselskaper. Utvalget ble gjort slik at det skulle være mest mulig dekkende med tanke på ulike typer prosjekter og ulike selskap. Safetec utarbeidet informasjonsbrevet med en timeplan, der operatørselskapene skulle fylle inn personer til ulike tider over to dager for følgende roller:

1. **Eier:** det vil si representanter for de som legger føringer
2. **Prosjekt:** det vil si representanter som dekker faglige aspekter i prosjekt, for eksempel:
 - Prosjektleder
 - Ansvarshavende Tekniske anlegg (juridisk)
 - Faglig representant i prosjekt (elektroteknisk)
 - Studieleverandør
 - Engineering/contractor
 - Designansvarlig
 - PS-ansvarlig (teknisk)
3. **Drift:** det vil si representanter som dekker driftserfaringer i prosjekt

Alle 3 hovedroller skulle dekkes. Ut over dette var prosjektet fritt til å stille tilgjengelige personer, men det er var et ønske om god spredning for å få fram ulike synspunkter.

1.2 Gjennomføring

I hvert intervju stilte Safetec med to personer. Intervjuene ble dokumentert og bearbeidet underveis på følgende måte i tre faser:

- A. Én personer styrer intervjuet og stiller spørsmål, mens den andre personen fungerer som «human recorder». Hensikten er å dokumentere så mye som mulig av hva som blir sagt. (Ca. 1 time)
- B. Intervjuet avsluttes og begge personer gjør oppsummering av intervjuet og dokumenterer dette. Hensikten er å dokumentere hva vi tror intervjuobjektet mener. (Ca. 15 min)
- C. En ny oppsummering gjøres til slutt. Hensikten er å dokumentere hva vi tolker om hva intervjuobjektet sa. (Ca. 15 min)

1.3 Hjelpemidler i intervjuene

I forkant av intervjuene ble et utarbeidet en «spørsmålspool» som kunne brukes til å stille oppfølgingsspørsmål, styre samtalen eller få en samtale som var gått i stå, videre på nye tema. Spørsmålspoolen er delt inn med tanke på de tre identifiserte hovedrollene og aktuelle tema. Som en del av forberedelsene til intervjuene ble det gjort en formening om hvilke spørsmål som var mest relevante. Disse ble spørsmålene ble markert, før det ble gjort en utskrift til å ha med i intervjuene.

I informasjonsbrevet ble det også etterspurt relevant dokumentasjon for prosjektene. Dokumentasjonen ble gjennomgått i forkant av intervjuene og kunne være emne for samtale i intervjuene.

1.3.1 Spørsmålspool for rollen “eier”

TEMA	SPØRSMÅL
STRATEGI OG FILOSOFI (UTVIKLING / STATE OF THE ART)	Har man en overordnet strategi og filosofi for hvordan jobber med elektriske systemer?
	Har man et system for utvikling og læring med tanke på elektriske systemer (state of art)?
	Legger erfaringer fra tidligere utbygginger føringer på valg av design?
	Har utviklingen man har hatt gitt resultater med tanke på strategi og filosofi?
	Hva har fungert bra og hva har fungert mindre bra?
POLITISKE FØRINGER	I hvor stor grad virker politiske føringer inn på prosjektbestillingen?
	Kan politiske føringer påvirke sikkerheten?
	Kan politiske føringer påvirke leveransesikkerheten?
REGELVERK	I hvor stor grad virker regelverk inn på prosjektbestillingen?
	Gir regelverket gode nok føringer for å kunne gjøre en god prosjektbestilling?
	Hvilke muligheter har man i dagens regelverk?
	Hvilke begrensninger har man i dagens regelverk?
	Legger man til krav og føringer utover regelverk i prosjektbestillingen?
	Har man erfaring med at regelverk har gitt negative eller motstridende virkninger?
ØKONOMI	Hvilke faktorer har størst betydning for de økonomiske rammene i prosjektbestillingen?
	Opplever man at det blir valgt dyre løsninger med lite utbytte med tanke på sikkerheten?
	Er den dyreste løsningen alltid den sikreste?
KOMPETANSE	I hvor stor grad virker driftserfaring inn på prosjektbestillingen?
	Har man et system for læring og erfaringsutveksling?
	Opplever man at driftserfaringer tilsier andre løsninger enn hva som prosjekteres?
	Kunne man benyttet driftserfaringer bedre / mer aktivt enn man gjør i dag?
	Hvordan jobber man med å tette «gapet» mellom hva som bestilles og et tenkt optimalt system med tanke på drift?
TEKNISK DESIGN	Hvilke føringer legges på teknisk design i prosjektbestillingen?
	Hvilke faktorer påvirker beslutningen om valg av hoved-, reserve- og nødkraft?
STYRINGSSYSTEM	Hvordan følger man opp at prosjektet utføres iht. prosjektbestillingen?
	Hvem Inkluderes i beslutninger under prosjekteringsfasen?

TEMA	SPØRSMÅL
KOMMUNIKASJON	Hvordan kommuniseres det med Prosjekt og Drift i forhold til bestilling og gjennomføring av prosjekt?
	Hvordan blir sakene/aksjonene som har blitt diskutert fulgt opp?
	Oppleves kommunikasjonen som tilstrekkelig i form av at alle parter har den informasjonen de trenger for å kunne levere til forventning?
	Hvilke utfordringer møter man på i kommunikasjonen mellom de ulike partene? Og Hvilke konsekvenser ser man ofte at utfordringene i kommunikasjon gir?

1.3.2 Spørsmålspool for rollen “prosjekt”

TEMA	SPØRSMÅL	Prosjektleder	Ansvarshavende Tekniske anlegg (juridisk)	Faglig representant i prosjekt (elektroteknisk)	Studieleverandør	Engineering/contractor	Designansvarlig	PS-ansvarlig (teknisk)
STRATEGI OG FILOSOFI (UTVIKLING / STATE OF THE ART)	Brukes det en overordnet strategi og filosofi for hvordan man skal jobbe med elektriske systemer og hva den enkelte installasjonen trenger?	X	X	X	X	X	X	X
	Har man et system for utvikling og læring med tanke på design av elektriske systemer (state of art)?	X						
	Har utviklingen man har hatt gitt resultater med tanke på strategi og filosofi?	X						
	Hva har fungert bra og hva har fungert mindre bra?	X						
REGELVERK	I hvor stor grad virker regelverk inn på design av elektriske systemer?	X	X	X	X	X	X	X
	Gir regelverket gode nok føringer for å kunne designe elektriske systemer?	X	X	X	X	X	X	X
	Hvilke muligheter har man i dagens regelverk?	X	X	X	X	X	X	X
	Hvilke begrensninger har man i dagens regelverk?	X	X	X	X	X	X	X
	Er det behov for krav og føringer utover regelverk i?	X	X	X	X	X	X	X
	Har man erfaring med at regelverk har gitt negative eller motstridende virkninger?	X	X	X	X	X	X	X
	Er det et potensiale for forbedring av dagens regelverk, og i så fall hva?	X	X	X	X	X	X	X
ØKONOMI	Hvilke faktorer har størst betydning for de økonomiske rammene i prosjektbestillingen?	X	X	X			X	
	Hvilken innvirkning har engineeringsselskapene på løsning ifht. økonomi?	X	X			X		

TEMA	SPØRSMÅL	Prosjek- tleder	Ansvars- havende Tekniske anlegg (juridisk)	Faglig representant i prosjekt (elektro- teknisk)	Studie- leverandør	Engineering/ contractor	Design- ansvarlig	PS- ansvarlig (teknisk)
	Opplever man at det blir valgt dyre løsninger med lite utbytte med tanke på sikkerheten?	X	X	X			X	
	Hvilke rammebetingelser knyttet til økonomi får engineeringselskapene?	X	X	X			X	
	Er den dyreste løsningen alltid den sikreste?	X	X	X			X	
KOMPETANSE	Hvordan brukes driftserfaringer i valg av løsninger for reserve- og nødkraft?	X	X	X				
	Oppleveres det at involverte parter har tilstrekkelig kunnskap for å kunne ta de riktige beslutningene? Hvor i kjeden er det i så fall sviktende kompetanse?	X	X	X	X	X	X	X
	Har man et system for læring og erfaringsutveksling?	X	X	X				
	Opplever man at driftserfaringer tilsier andre løsninger enn hva som prosjekteres?	X	X	X				
	Kunne man benyttet driftserfaringer bedre / mer aktivt enn man gjør i dag?	X	X	X				
	Hvordan jobber man med å tette "gapet" mellom hva som bestilles og et tenkt optimalt system med tanke på på drift?	X	X	X		X	X	X
TEKNISK DESIGN	Hvordan er hoved-, reserve- og nødkraft designet?		X	X	X	X	X	X
	Er dette typisk design?		X	X	X	X	X	X
	Hvordan velges teknisk design i et prosjekt?	X	X	X	X	X	X	X
	Hva er beslutningsgrunnlaget for valg av teknisk design?	X	X	X	X	X	X	X
	Hvilke faktorer påvirker beslutningen om valg av hoved-, reserve- og nødkraft?	X	X	X	X		X	X

TEMA	SPØRSMÅL	Prosjek- tleder	Ansvars- havende Tekniske anlegg (juridisk)	Faglig representant i prosjekt (elektro- teknisk)	Studie- leverandør	Engineering/ contractor	Design- ansvarlig	PS- ansvarlig (teknisk)
	Hvilke avhengigheter er det mellom reservekraft og hjelpesystemer og hvor sårbare er disse?	X	X	X	X	X	X	X
	Hva burde beslutningsgrunnlaget vært for valg av teknisk design?	X	X	X	X	X	X	X
	Velger man i dag optimal løsning?	X	X	X	X	X	X	X
	Finnes det potensielle synergieffekter for robustgjøring av reserve- og nødkraft?		X	X	X	X	X	X
	Har man hovedkraft fra land? Hvordan utnyttes pålitelig kraftforsyning fra land med tanke på topologi og nettverkskonfigurasjon?		X	X	X	X	X	X
	Hva er det som hindrer gjennomføringen av en tenkt optimal løsning?	X	X	X	X	X	X	X
	Finnes det forbedringstiltak for beskyttelsessystemer og vern?							
	Hvordan starter man fra dødt anlegg (Black-out)?		X	X	X	X	X	X
	Finnes det forbedringstiltak for start fra dødt anlegg?		X	X	X	X	X	X
	Har måten man designer på endret/utviklet seg?	X	X	X	X	X	X	X
	Har dette vært en positiv utvikling?		X	X	X	X	X	X
	Hvilke laster inngår i nødkraftsystemet (sikkerhetskritiske funksjoner)?		X	X	X	X	X	X
	Hvilke laster er dimensjonerende for nødkraftsystemet?		X	X	X	X	X	X
	Tar man hensyn til samtidighetsfaktorer når man dimensjonerer nødkraftgeneratoren?		X	X	X	X	X	X
	Har man tatt hensyn til erfaringer med reelt nødkraftforbruk, og hva tilsier disse erfaringene?		X	X	X	X	X	X

TEMA	SPØRSMÅL	Prosjek- tleder	Ansvars- havende Tekniske anlegg (juridisk)	Faglig representant i prosjekt (elektro- teknisk)	Studie- leverandør	Engineering/ contractor	Design- ansvarlig	PS- ansvarlig (teknisk)
	Hvilke laster er dimensjonerende for reservekraftsystemet?							
	Tar man hensyn til samtidighetsfaktorer når man dimensjonerer reservekraftsystemet?			X	X	X	X	X
	Kunne noen laster ha blitt lagt til reservekraftsystemet fra nødkraftsystemet og motsatt?			X	X	X	X	X
	Hvordan oppnår man selvstendighet, robusthet og enkelhet i systemet?		X	X	X	X	X	X
	Hvordan kvalitetssikrer man at integritets- og sårbarhetskrav til nødkraft tilfredsstilles?		X	X	X	X	X	X
	Kunne sammenkoblingen mellom ulike sikkerhets- og hjelpesystemer ha vært enklere (mer «Selfcontained»)?		X	X	X	X	X	X
	Hvilket kjølesystem har man valgt for nødkraftgeneratoren og hvorfor?		X	X	X	X	X	X
STYRINGSSYSTEM	Hvordan følger man opp at prosjektet utføres iht. føringer og rammer?	X						
	Hvem inkluderes som beslutningstakere ved valg av tekniske løsninger?	X						
	Stilles det krav til kompetanse hos beslutningstakerne?	X						
	Har man et system for å kvalitetssikre beslutningsgrunnlaget?	X						
	Har man et system for å kvalitetssikre valgt løsning?	X						
	Hender det at prosjekterte løsninger forkastes etter vurdering hos beslutningstakerne?	X						
ENGINEERING- SELSKAP /	Samarbeider man om utvikling med engineeringsselskapene?	X		X				

TEMA	SPØRSMÅL	Prosjektleder	Ansvarshavende Tekniske anlegg (juridisk)	Faglig representant i prosjekt (elektro-teknisk)	Studieleverandør	Engineering/contractor	Design-ansvarlig	PS-ansvarlig (teknisk)
PROSJEKTERINGS-KONTRAKTØR	Hvordan kvalitetsikrer man at engineeringsselskapene har «state of the art» kunnskap?	X		X				
	Hvilke føringer og rammer gir man engineeringsselskapene?	X		X				
	Er det en fordel om engineeringsselskapene gis stort spillerom for valg av tekniske løsninger?	X		X				
	Hvordan følger man opp at engineeringsselskapene velger gode tekniske løsninger?	X		X				
	Hva har fungert bra med tanke på på oppfølging av engineeringsselskapene og hva har fungert mindre bra?	X		X				
	Opplever man at engineeringsselskapene har mangelfull kunnskap eller dårlig forståelse om krav som stilles?	X		X				
	Er det stor forskjell på engineeringsselskapene med tanke på kunnskapsnivå og tolkning av regelverk?	X		X				
KOMMUNIKASJON	Hvordan kommuniseres det med Eier og Drift i forhold til bestilling og gjennomføring av prosjekt?	X	X	X	X	X	X	X
	Hvordan blir sakene/aksjonene som har blitt diskutert fulgt opp?	X	X	X	X	X	X	X
	Opplever kommunikasjonen som tilstrekkelig i form av at alle parter har den informasjonen de trenger for å kunne levere til forventning?	X	X	X	X	X	X	X
	Hvilke utfordringer møter man på i kommunikasjonen mellom de ulike partene? Og Hvilke konsekvenser ser man ofte at utfordringene i kommunikasjon gir?	X	X	X	X	X	X	X

1.3.3 Spørsmålspool for rollen “drift”

TEMA	SPØRSMÅL
STRATEGI OG FILOSOFI (UTVIKLING / STATE OF THE ART)	Brukes det en overordnet strategi og filosofi for hvordan man skal jobbe med elektriske systemer og hva den enkelte installasjonen trenger?
	Har man et system for utvikling og læring med tanke på design av elektriske systemer («state of art»)?
	Har utviklingen man har hatt gitt resultater med tanke på strategi og filosofi?
	Hva har fungert bra og hva har fungert mindre bra?
KOMPETANSE	Hvilke driftserfaringer har man fra forskjellige løsninger for reserve- og nødkraft?
	Opplevs det at involverte parter har tilstrekkelig kunnskap for å kunne ta de riktige beslutningene? Hvor i kjeden er det i så fall sviktende kompetanse?
	Har man et system for læring og erfaringsutveksling?
	Opplever man at driftserfaringer tilsier andre løsninger enn hva som prosjekteres?
	Kunne man benyttet driftserfaringer bedre / mer aktivt enn man gjør i dag?
	Hvordan jobber man med å tette «gapet» mellom hva som bestilles og et tenkt optimalt system med tanke på drift?
TEKNISK DESIGN	Hvordan er hoved-, reserve- og nødkraft designet?
	Er dette typisk design?
	Velger man i dag optimal løsning?
	Finnes det potensielle synergieffekter for robustgjøring av reserve- og nødkraft?
	Har man hovedkraft fra land? -> Hvordan utnyttes pålitelig kraftforsyning fra land med tanke på topologi og nettverkskonfigurasjon?
	Hva er det som hindrer gjennomføringen av en tenkt optimal løsning?
	Har måten man designer på endret/utviklet seg?
	Har dette vært en positiv utvikling?
	Hvilke laster inngår i nødkraftsystemet (sikkerhetskritiske funksjoner)?
	Hvilke laster er dimensjonerende for nødkraftsystemet?
	Finnes det samtidighetsfaktorer man kan ta hensyn til i dimensjonering av nødkraftgeneratoren?
	Har man erfaringer med reelt nødkraftforbruk, og hva tilsier disse erfaringene?
	Hvilke laster er dimensjonerende for reservekraftsystemet?
	Kunne noen laster ha blitt lagt til reservekraftsystemet fra nødkraftsystemet og motsatt?
	Hvordan oppnår man selvstendighet, robusthet og enkelhet i systemet?
	Finnes det forbedringstiltak for å gjøre reserve- og nødkraftsystem mer robust?

TEMA	SPØRSMÅL
	Hvordan kvalitetssikrer man at integritets- og sårbarhetskrav til nødkraft tilfredsstilles?
	Kunne sammenkoblingen mellom ulike sikkerhets- og hjelpesystemer ha vært enklere (mer «Selfcontained»)?
	Hvilket kjølesystem har man, og hvilke erfaringer har man med dette?
	Hvilke laster er dimensjonerende for reservekraftsystemet?
	Kunne noen laster ha blitt lagt til reservekraftsystemet fra nødkraftsystemet og motsatt?
	Hvordan starter man fra dødt anlegg («Black-out»)?
	Finnes det forbedringstiltak for start fra dødt anlegg?
	Har man erfaringer fra hendelser og potensielle feilmodi?
	Hva kan være utløsende årsaker til hendelser og potensielle feilmodi?
	Finnes det forbedringstiltak for beskyttelsessystemer og vern?
	Finnes det potensielle forbedringstiltak knyttet til fjernovervåkning, operasjon, vedlikeholds- og testrutiner? (Automatiseringsgrad)
KOMMUNIKASJON	Hvordan kommuniseres det med Eier og Prosjekt i forhold til bestilling og gjennomføring av prosjekt?
	Hvordan blir sakene/aksjonene som har blitt diskutert fulgt opp?
	Opplevs kommunikasjonen som tilstrekkelig i form av at alle parter har den informasjonen de trenger for å kunne levere til forventning?
	Hvilke utfordringer møter man på i kommunikasjonen mellom de ulike partene? Og Hvilke konsekvenser ser man ofte at utfordringene i kommunikasjon gir?