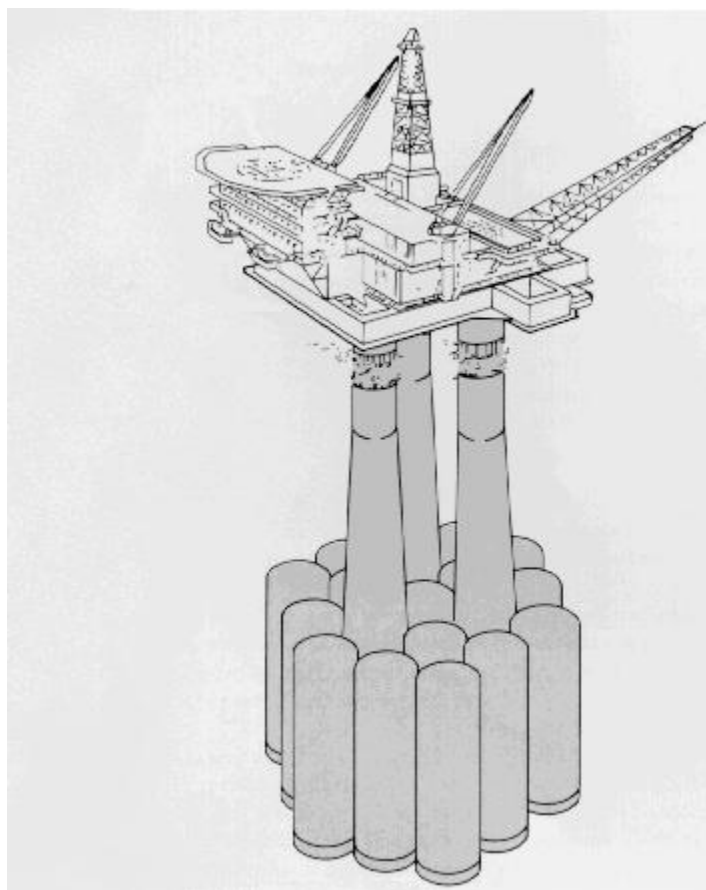


Disponering av betonginnretninger



KLIMA- OG
FORURENSNINGS-
DIREKTORATET



OLJEDIREKTORATET



PETROLEUMSTILSYNET

Innhold

| | |
|--|----|
| Innledning..... | 4 |
| Sammendrag | 5 |
| Forkortelser | 7 |
| 1. Betonginnretninger på norsk sokkel | 8 |
| Beskrivelse av betonginnretningene..... | 9 |
| Condeep..... | 9 |
| Andre betongkonstruksjoner | 10 |
| 2. Regelverk..... | 12 |
| Nasjonalt regelverk..... | 12 |
| Internasjonalt regelverk og avtaler | 12 |
| Disponeringsvedtak og gjennomføring av vedtak | 14 |
| 3. Reflyting..... | 15 |
| Teknisk gjennomførbarhet | 15 |
| Sikkerhet..... | 22 |
| Miljømessige forhold | 24 |
| 4. Transport | 26 |
| Teknisk gjennomførbarhet | 26 |
| Miljømessige forhold | 26 |
| 5. Disponering på/ved land..... | 27 |
| Teknisk gjennomførbarhet | 27 |
| Miljømessige forhold | 35 |
| 6. Etterlatelse av betonginnretninger offshore..... | 42 |
| Teknisk gjennomførbarhet | 42 |
| Sikkerhet..... | 42 |
| Miljømessige forhold | 44 |
| 7. Samlede miljømessige vurderinger av ulike disponeringsløsninger | 46 |
| 8. Antatte kostnader ved disponering | 47 |
| 9. Referanser..... | 49 |
| Vedlegg 1 Generell beskrivelse av betonginnretningene på norsk sokkel | 51 |
| Vedlegg 2 Oversikt over potensielle miljøkonsekvenser ved å etterlate betonginnretninger offshore, eller å sluttdisponere innretningene på land | 57 |

| | |
|--|-----------------------------------|
| Utførende etater: Oljedirektoratet (OD) Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) Petroleumstilsynet (Ptil) | Rapportdato: 21. mars 2012 |
|--|-----------------------------------|

| | |
|----------------------------------|------------------------|
| Utgiver: Oljedirektoratet | ISBN 978-82-7257-067-4 |
|----------------------------------|------------------------|

| |
|---|
| Forfattere: OD: Erle Mæland Aasheim, Lars Asbjørn Nag, Tor Fadnes, Tom Andersen, Øystein Dretvik Klif: Hanne Marie Øren, Per Erik Iversen, Bent Barman Skaare, Bjørn A. Christensen Ptil: Arne Kvitrud |
| Tittel – norsk og engelsk: Disponering av betonginnretninger Disposal of concrete facilities |

| | |
|---|--|
| Emneord: Disponering Betonginnretninger Miljø Sikkerhet | Subject words: Disposal Concrete facilities Environment Safety |
|---|--|

| Oljedirektoratet | Klima- og forurensningsdirektoratet | Petroleumstilsynet |
|---|---|--|
| Postboks 600, 4003 Stavanger Besøksadresse: Prof. Olav Hanssens vei 10 Telefon: 51 87 60 00 Telefaks: 51 55 15 71 Nettside: www.npd.no E-post: postboks@npd.no | Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo Besøksadresse: Strømsveien 96 Telefon: 22 57 34 00 Telefaks: 22 67 67 06 Nettside: www.klif.no E-post: postmottak@klif.no | Postboks 599, 4003 Stavanger. Besøksadresse: Professor Olav Hanssens vei 10 Telefon: 51 87 60 50 Faks: 51 87 60 80 Nettside: www.ptil.no E-post: postboks@ptil.no |

| | | |
|--|---|---|
| Kontaktperson i Oljedirektoratet: Arne Holhjem | Kontaktperson i Klima- og forurensningsdirektoratet: Signe Nåmdal | Kontaktperson i Petroleumstilsynet: Øyvind Tuntland |
|--|---|---|

Innledning

Denne rapporten er blitt til på initiativ fra Oljedirektoratet (OD) som inviterte med Petroleumstilsynet (Ptil) og Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) for å utrede teknologiske utfordringer og forhold knyttet til helse, miljø og sikkerhet ved disponering av betonginnretninger på norsk kontinentalsokkel.

Vi står foran en tidsperiode hvor det må fattes beslutninger om disponering av de store betonginnretningene som er bygget i perioden 1973 – 1995. Det er manglende erfaring med fjerning og opphugging av slike innretninger, og det er lite direkte data å basere analyser på.

I henhold til OSPAR-beslutning 98/3 om disponering av utrangerte offshore installasjoner, skal alle innretninger i utgangspunktet fjernes. Det kan imidlertid søkes om unntak fra forbudet mot sjødisponering for både faste og flytende betonginnretninger.

I lys av at de store betonginnretningene har flere fellestrekk med hensyn til konstruksjon og teknisk beskaffenhet, ble det ansett som hensiktsmessig å gjennomføre en generell vurdering av problemstillinger og utfordringer knyttet til ulike disponeringsløsninger for disse.

Rapporten gjennomgår reflyting, slep av innretningen, riving, opphugging og gjenbruk. Alternativet med å la betongelementene bli stående er også utredet. Det er satt ut tre deloppdrag som er utført av Dr. techn. Olav Olsen a.s, Multiconsult AS og AF Decom Offshore AS.

Oljedirektoratet, Stavanger
Klima- og forurensningsdirektoratet, Oslo
Petroleumstilsynet, Stavanger

Mars 2012

Sammendrag

Denne rapporten er resultatet av et samarbeidsprosjekt mellom Oljedirektoratet, Klima- og forurensningsdirektoratet og Petroleumsstilsynet. Rapporten dekker teknisk gjennomførbarhet, helse-, sikkerhets- og miljøutfordringer ved ulike disponeringsløsninger for utrangerte betonginnretninger offshore.

Det er i perioden 1973 til 1995 bygget og plassert 14 betonginnretninger til bruk i petroleumsnæringen på norsk kontinentalsokkel. To av disse er flytende, mens resten står på havbunnen. Innretningene er påbegynt i dokk, så bygget flytende ved såkalt glid, koblet sammen med overbygg og slept til havs og plassert på endelig destinasjonssted.

I henhold til OSPAR-beslutning 98/3 om disponering av utrangerte offshore installasjoner skal alle innretninger i utgangspunktet fjernes. Det kan imidlertid søkes om unntak fra forbudet mot sjødisponering for både faste og flytende betonginnretninger. Betonginnretninger kan således vurderes fra sak til sak.

Disponering av betonginnretningene Ekofisk T og Frigg TCP2 er hittil behandlet, og etterlatelse på stedet er godkjent av Stortinget etter behandling i OSPAR.

Det er både i Norge og internasjonalt lite erfaring med andre disponeringsløsninger enn etterlatelse av utrangerte betonginnretninger. Utredningen viser at selv om innretninger bygd etter 1981 har utstyr beregnet for reflyting, vil det være en rekke usikkerhetsmomenter knyttet til om slike operasjoner kan gjennomføres kontrollert. Innretningen kan etter lang tids opphold offshore være svekket. Tilstanden må derfor kartlegges grundig, blant annet gjennom en vurdering av tilstand til konstruksjoner og mekanisk utstyr som trengs for reflytingen.

Avhengig av havbunnens sedimentsammensetning vil betongkonstruksjonene være mer eller mindre sugd fast i bunnsedimentene. Størst betydning for vellykket reflyting har sannsynligvis beregning av uttrekksmotstanden til skjørtene og beregning av vekten på innretningen.

Det er ikke risikofritt å fjerne innretninger. I verste fall kan en ulykke under forberedelsen til operasjonene, reflyting, transport eller riving, ha alvorlige konsekvenser som tap av liv og negativ miljøpåvirkning. Ved behandlingen av disponeringsløsningen for betongunderstellet til innretningen TCP2 på Frigg-feltet var HMS-hensyn en viktig årsak til at den ble godkjent etterlatt på stedet.

Ilandføring av betonginnretningene for opphugging og materialgjenvinning medfører fare for utslipp til sjø, og rivingsoperasjonene på land vil generere støv og støy. Det kreves tilgjengelige arealer, både på land og i sjø, og konflikter med nærmiljøet kan oppstå. I tillegg vil transport til land og disponering av innretningene på land medføre ekstra utslipp av klimagasser. Fordelene med ilandføring vil først og fremst være at armeringsjern og eventuelt betong kan gjenvinnes. Ved fjerning vil sjøbunnen tilbakeføres til naturtilstanden og det vil ikke være noen begrensninger for fiskeri og skipsfart i området.

Et alternativ til opphugging og materialgjenvinning kan være å gjenbruke hele eller deler av innretningen, for eksempel som brofundament eller for å anlegge kunstig land.

Etterlatelse av betonginnretninger på stedet vil kunne være et alternativ til ilandføring, som også kan ha sikkerhetsmessige fordeler og være forurensningsmessig akseptabelt. Forurenset havbunn rundt innretningene utgjør i dag et relativt lite område, og vil gradvis regenereres med årene. Inngrep i borekakkshauger for å fjerne betonginnretninger vil kunne forsinke denne prosessen. Etterlatelse vil i liten grad påvirke fiskepopulasjoner, men vil kunne komme i konflikt med fiskeriinteresser på grunn av båndlegging av areal. Etterlatte innretninger må påmonteres lys og navigasjonsutstyr, og faren for konflikt med skipstrafikk vil da være relativt liten.

Den foreliggende rapporten og dens bakgrunnsmateriale kan tyde på at etterlatelse av betonginnretningene offshore vil kunne ha mindre konsekvenser for helse og miljø enn ilandføring for opphugging og materialgjenvinning. For sikkerhet er det ikke gjort noen direkte sammenlikning av konsekvensene.

Forkortelser

| | |
|---------|--|
| BFH | Bromerte flammehemmere |
| CONDEEP | Concrete deep water structure |
| DNV | Det Norske Veritas |
| DMI | Dansk Maritimt Institutt |
| GBS | Gravity Based Structure (innretning som står i ro på havbunnen av sin egen vekt) |
| HAZID | Hazard Identification |
| HMS | Helse, miljø og sikkerhet |
| IMO | International Maritime Organization |
| Klif | Klima- og forurensningsdirektoratet |
| NILU | Norsk institutt for luftforskning |
| MSF | Module Support Frame |
| OD | Oljedirektoratet |
| OSPAR | Oslo-Paris-konvensjonen |
| PAH | Polysykliske aromatiske hydrokarboner |
| PCB | Polyklorerte bifenyler |
| Ptil | Petroleumstilsynet |
| PUD | Plan for utbygging og drift |
| TLP | Tension Leg Platform (strekstagplattform) |
| TOC | Totalt organisk karbon |

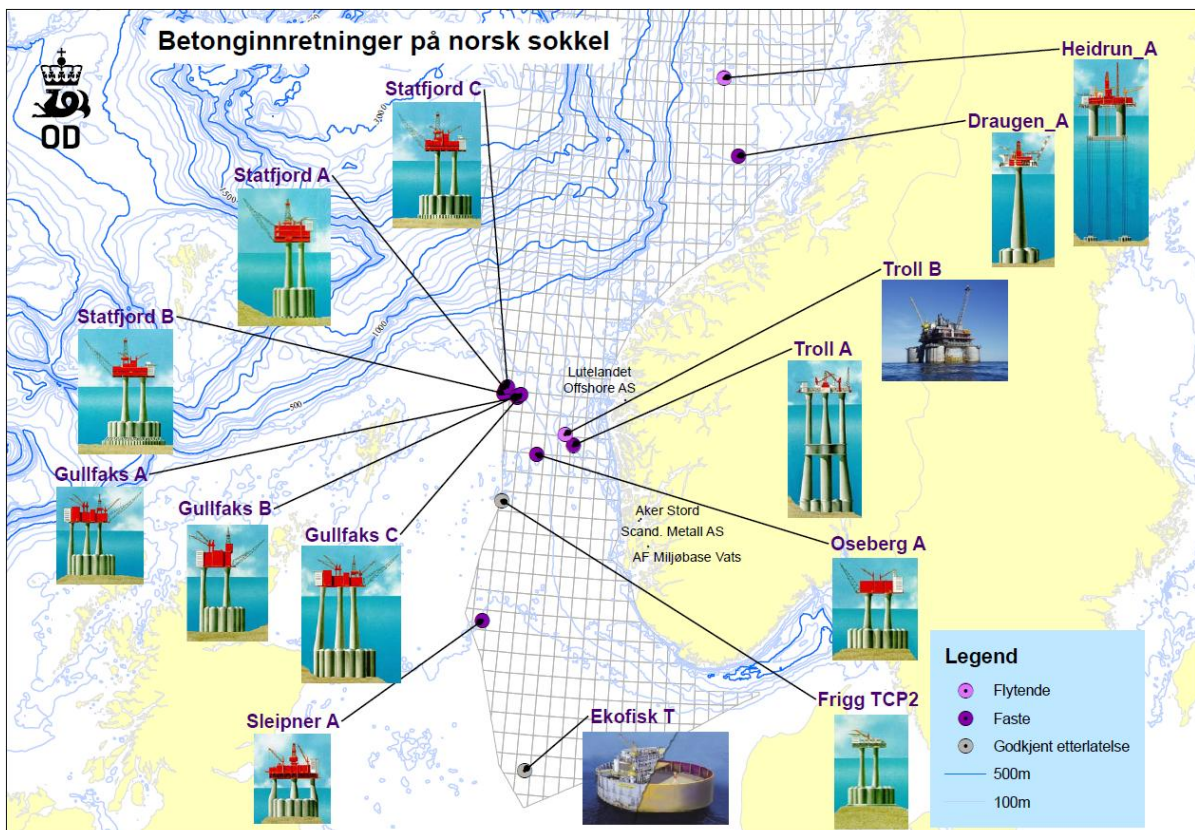
1. Betonginnretninger på norsk sokkel

Det er totalt 12 bunnfaste betonginnretninger på norsk sokkel. Ti av disse betonginnretningene er i drift, mens to er stengt ned og etterlatt på stedet.

Betonginnretningene Ekofisk T og Frigg TCP2 er etterlatt på stedet etter at overbygningene ble fjernet. De ti bunnfaste betonginnretningene i drift er lokalisert i Nordsjøen og i Norskehavet som illustrert i Figur 1. Oseberg A, Troll A, Gullfaks A, B og C og Statfjord A, B og C står i den nordlige delen av Nordsjøen, Frigg TCP2 og Sleipner A står i midtre del, mens Ekofisk T med barrierevegg er i den sørlige delen av Nordsjøen. Draugen A står i Norskehavet. I tillegg er det to flytende betonginnretninger, Troll B og Heidrun A, som er lokalisert henholdsvis i den nordlige delen av Nordsjøen og i Norskehavet. Se vedlegg 1 for mer informasjon om hver innretning.

I Nordsjøen står også 12 betonginnretninger i britisk sektor, en i dansk og to i nederlandsk sektor [1]. Av disse er tre innretninger stengt ned og etterlatt på stedet. Dette er de tre Frigg-innretningene CDP1, TP1 og MCP-01 som er lokalisert i britisk sektor. For Dunlin A og Brent B, C og D, som alle er plassert i britisk sektor i Nordsjøen, er planleggingen av disponeringen i gang. Statoil arbeider for tiden med en konsekvensutredning for avvikling og disponering av Statfjord A [2].

Det er tre landanlegg i Norge som drives i dag og har tillatelse fra miljømyndighetene til opphugging av innretninger fra petroleumsvirksomheten: AF Miljøbase Vats, Scanmet (tidligere Scandinavian Metal AS) og Kværner Stord AS (tidligere Aker Stord). Lokaliseringen av anleggene er angitt i Figur 1. I tillegg til disse har Lutelandet Offshore AS fått tillatelse til å drive et anlegg i Fjaler kommune i Sogn og Fjordane.



Figur 1 Mottaksanlegg på land og betonginnretninger på norsk kontinentalsokkel

Beskrivelse av betonginnretningene

Condeep

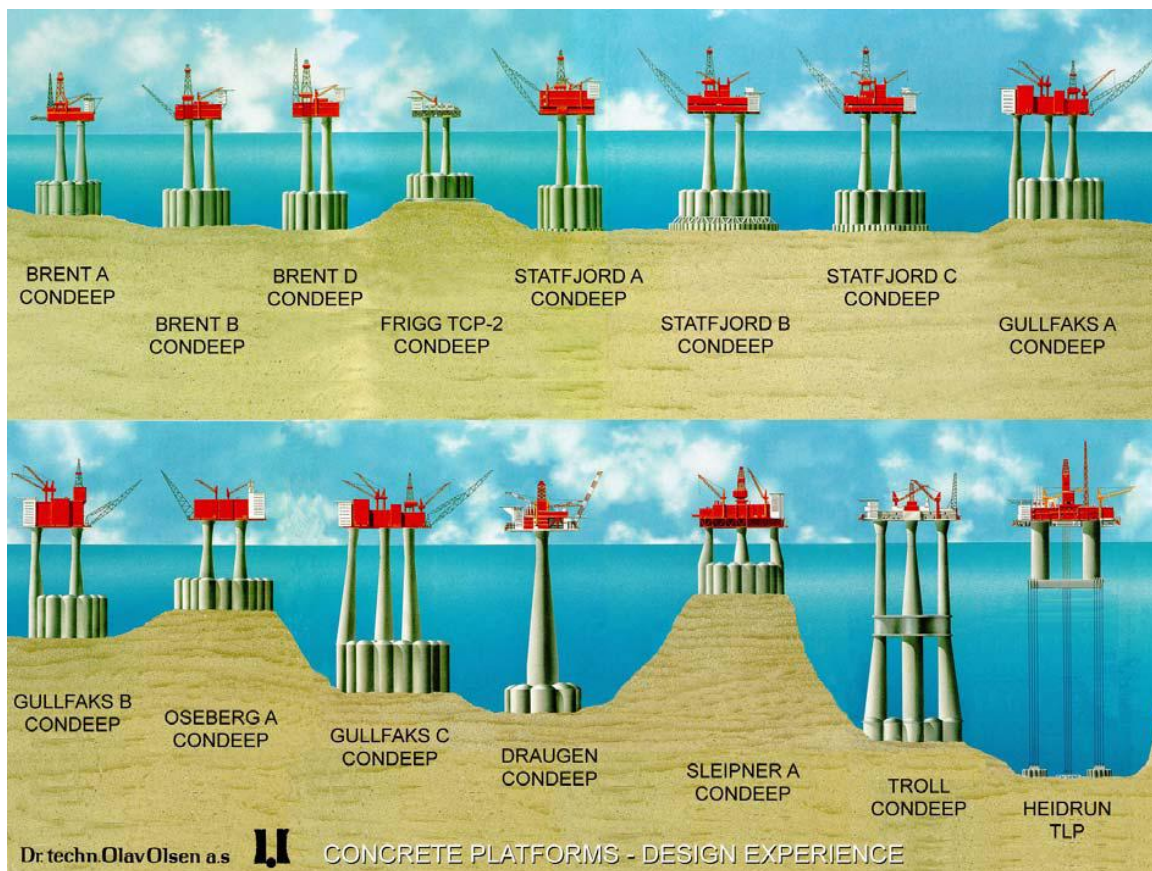
Av de 14 betonginnretningene som er installert på norsk sokkel, er 11 Condeep-innretninger. Condeep (**Concrete deep** water structure) er en bunnfast gravitasjonsinnretning i betong. En oversikt over Condeep-innretninger er gitt i Tabell 1. Den sist bygde og største innretningen av Condeep-typen er Troll A. Den står på et havdyp på 302 meter, med totalhøyde på 472 meter og et understell i betong på 369 meter. Dette er den høyeste betonginnretningen for petroleumproduksjon som noensinne er levert.

De to første Condeep-innretningene var ikke konstruert med tanke på fjerning, mens de etterfølgende ni er det (se tabell 1). Alle er utstyrt med skjørt som stikker ned i sjøbunnen under hver celle. Skjørtene på Troll A er 36 meter, mens skjørtene på de tidligere innretningene stakk ned inntil 22 meter. Hulrom mellom cellene og sjøbunnen er fylt med betong [3].

| Innretning | Vanndyp | Type | Lvert | Sted |
|-------------|---------|-------------------|--------------------|--------------|
| Frigg TCP2 | 104 m | Condeep, 3 skaft | Elf, 1977 | Nordsjøen, N |
| Statfjord A | 146 m | Condeep, 3 skaft | Mobil, 1977 | Nordsjøen, N |
| Statfjord B | 146 m | Condeep, 4 skaft | Mobil, 1981 | Nordsjøen, N |
| Statfjord C | 146 m | Condeep, 4 skaft | Mobil, 1984 | Nordsjøen, N |
| Gullfaks A | 135 m | Condeep, 4 skaft | Statoil, 1986 | Nordsjøen, N |
| Gullfaks B | 142 m | Condeep, 4 skaft | Statoil, 1987 | Nordsjøen, N |
| Oseberg A | 109 m | Condeep, 4 skaft | Norsk Hydro, 1988 | Nordsjøen, N |
| Gullfaks C | 216 m | Condeep, 4 skaft | Statoil, 1989 | Nordsjøen, N |
| Draugen | 251 m | Condeep, monotårn | Shell, 1993 | Norskehavet |
| Sleipner A | 82 m | Condeep, 4 skaft | Statoil, 1993 | Nordsjøen, N |
| Troll A | 303m | Condeep, 4 skaft | Norske Shell, 1995 | Nordsjøen, N |

Tabell 1 Oversikt over Condeep-innretninger på norsk sokkel [4].

Figur 2 gir en kronologisk oversikt over alle Condeep-innretningene som er bygget, hvorav 11 befinner seg i norsk sektor (samt Heidrun A som er en strekkstagsinnretning i betong).



Figur 2 Eksempler på betonginnretninger [4].

En Condeep-innretning består av:

- Skjørt i stål eller betong. Skjørtene er en fortsettelse av celleveggene. Skjørtene skal sørge for tilstrekkelig forankring til havbunnen og ta opp horisontale vind- og bølgelaster. Skjørtelengden varierer fra én meter (Sleipner A) til 36 meter (Troll A), og har stor betydning for reflytingsprosessen.
- Sylindriske celler med kuleskall i bunn og topp. Cellene kan være fylt med vann eller være lager for olje, i tillegg til ballastmaterialer.
- Tre eller fire skaft (kun ett på Draugen A) som går fra cellene til over havoverflaten. Det er ofte to vannfylte boreskaft og ett tørt serviceskaft. Skaftene er opplegg for en stålramme for overbygning.

Andre betongkonstruksjoner

Den første betonginnretningen i Nordsjøen var Ekofisk-tanken, designet av det franske ingeniørfirmaet DORIS. Ekofisk-tanken ble installert i 1973 og tatt ut av bruk i 1998. Ekofisk-tanken er nå ryddet for dekkmoduler og etterlatt på stedet. DORIS har designet flere gravitasjonsinnretninger i Nordsjøen, blant annet på Frigg-feltet (CDP1 på britisk side). Typisk for DORIS' design er en stor sirkulær bunnkasse med ett skaft og "Jarlan" bølgebrytervegg [4]. På grunn av innsynkning av havbunnen på Ekofisk ble det i 1989

installert en ekstra beskyttelsesvegg, Ekofisk barriere, på utsiden av den opprinnelige bølgebryteren.

De to flytende betonginnretningene på norsk sokkel, Troll B og Heidrun A, ble begge installert i 1995. Kværner Concrete Construction var leverandør for understellet til Troll B som var den første halvt nedsenkbare innretningen i betong. Norwegian Contractors var leverandør av understellet for Heidrun A, som er en flytende betonginnretning som er forankret til havbunnen med strekkstag (engelsk TLP – tension leg platform).

Etter at den siste norske gravitasjonsinnretningen i betong ble bygget, er det bygget flere slike innretninger andre steder. Blant disse finner vi Hibernia (1997) i kanadisk sektor samt Sakhalin PA-B (2005) og Lunskeye A (2005) i russisk sektor.

2. Regelverk

Disponering av petroleumsinnetninger er regulert av petroleumsløven. De sentrale internasjonale rammene er satt av OSPAR-konvensjonen og retningslinjene til International Maritime Organization (IMO).

Petroleumsvirksomhet reguleres av petroleumregelverket, mens maritim virksomhet og maritime operasjoner reguleres av maritimt regelverk. Skillet mellom petroleumsvirksomhet og maritim virksomhet kan være vanskelig, men er viktig å trekke. Betydningen av skillet synliggjøres nedenfor.

Ved fjerning av innetninger vil alt arbeid som gjøres på eller med innetningen på lokasjonen, være definert som petroleumsvirksomhet. Det vil under fjerningen også kunne være nødvendig å bruke fartøyer. For fartøyer er det bare petroleumsvirksomheten som reguleres av petroleumregelverket. Det er altså bare fjerningsaktiviteten som fartøyet deltar i som reguleres av petroleumregelverket.

Nasjonalt regelverk

Rettighetshaver skal i henhold til petroleumsløven § 5-1 legge frem en avslutningsplan to til fem år før en utvinningstillatelse eller en tillatelse til anlegg og drift av innetning utløper eller oppgis, eller bruken av en innetning endelig opphører.

Petroleumsforskriften § 43 omhandler innholdet i en avslutningsplan. Avslutningsplanen skal bestå av en disponeringsdel og en konsekvensutredningsdel. Disponeringsdelen skal omfatte forslag til fortsatt produksjon eller nedstengning av produksjon og forslag til disponering av innetningene. Slik disponering kan blant annet være videre bruk i petroleumsvirksomheten, annen bruk, hel eller delvis fjerning eller etterlatelse.

Krav til dokumentasjon på sikkerhets- og arbeidsmiljøområdet ved avslutningsplaner følger av forskrift om helse, miljø og sikkerhet i petroleumsvirksomheten og på enkelte landanlegg (rammeforskriften) § 30.

Rettighetshaver skal i planen utrede ulike disponeringsalternativ. Avslutningsplanen skal anbefale en helhetlig løsning. Regelverket fastsetter ingen praktiske krav til selve fjerningen.

Mottaksanlegg for utrangerte offshoreinnetninger på land vil måtte ha tillatelse etter forurensningsløven. I tillegg vil andre aktiviteter knyttet til disponeringen av innetningene kunne kreve egne tillatelser etter forurensningsløven, herunder for eksempel fjerning/forflytting av borekaks, utslipp av ballastvann og annet nødvendig arbeid for å klargjøre innetningen for ilandføring.

Internasjonalt regelverk og avtaler

I tillegg til nasjonalt regelverk må avslutningsplanen utarbeides slik at det tas hensyn til krav i internasjonalt regelverk. Dette gjelder spesielt OSPAR-konvensjonen og retningslinjene til IMO.

OSPAR-beslutning 98/3[5] om disponering av utrangerte offshore-innetninger trådte i kraft 9. februar 1999 og legger føringer for hvilke disponeringsalternativ som er akseptable for

ulike typer innretninger til havs. Vedtakene fra OSPAR-konvensjonen er bindende for EU-landene, Sveits, Island og Norge, og skal beskytte det marine miljøet i nordøstlig del av Atlanterhavet.

OSPAR-beslutningen innebærer at det er forbudt å dumpe og å etterlate helt eller delvis utrangerte offshore-innretninger i sjøområdet. Beslutningen omfatter imidlertid ikke:

- deler av en innretning som er under sjøbunnen
- ankerfundament i betong som ikke er til hinder for fiskeriene
- borekaks
- rørledninger

Nasjonale myndigheter kan gi tillatelse til unntak fra OSPAR-beslutningen for de enkelte innretningene. Unntak kan gis for hele eller deler av innretningen etter konsultasjon med de andre OSPAR-landene dersom vektige grunner for en alternativ disponering foreligger.

Unntakene gjelder:

- understellsokler på stålinnretningen som veier mer enn 10 000 tonn i luft og er utplassert før 9. februar 1999
- gravitasjonsbaserte betonginnretninger
- flytende betonginnretninger
- betongankerfester som forstyrrer eller antas å ville forstyrre annen rettmessig bruk av havet
- enhver annen innretning når eksepsjonelle og uforutsette omstendigheter som skyldes skade på konstruksjonen eller forringelse, eller andre årsaker som innebærer tilsvarende vanskeligheter, kan påvises

Av vedlegg 2 punkt 8c i OSPAR-beslutningen fremgår det at en skal vurdere sikkerheten ved fjerning, men konvensjonen har ikke praktiske krav til selve fjerningen.

Det vises for øvrig til Stortingsproposisjon nr 8 (1998-99) kapittel 5, Beslutning om disponering av utrangerte offshoreinnretninger vedtatt på OSPAR-kommisjonens ministermøte 23. juli 1998.

Ut over OSPAR er også FNs havrettskonvensjon artikkel 60 punkt 3 [6] og IMO-retningslinjene i resolusjon A.672 (16) [7] av betydning for disponering.

OSPAR har i anbefaling 2006/5 [8] satt kriterier til behandling av oljeforurenset borekaks på havbunnen. Disse gir grenseverdier for utlekking av olje til vannsøylen (maksimalt 10 tonn/år) samt levetid og utbredelse av haugen (500 km²år).

IMO-retningslinjene (MSC/Circ. 490, 4 May 1988) er veiledende retningslinjer som i første rekke har som formål å ivareta hensyn til skipsfarten. I henhold til disse skal innretninger fjernes ned til minimum 55 meter under havoverflaten. Innretninger som står på mindre enn 75 meter vanddyb, og som har en konstruksjonsvekt på mindre enn 4000 tonn, skal fjernes. For innretninger som er plassert ut etter 1. januar 1998, er angivelsen av dyp økt til 100 meter. Etter at OSPAR-konvensjonen kom, er kravene satt av IMO mindre relevante i det nordøstlige Atlanterhav siden OSPAR-kravene generelt er strengere. Et viktig unntak fra dette er at IMO-

retningslinjene forutsetter fjerning av innretningene ned til et visst dyp, mens etterlatelse etter OSPAR-konvensjonen ikke stiller slike krav. Her vil merking være tilstrekkelig.

Disponeringsvedtak og gjennomføring av vedtak

Olje- og energidepartementet fatter på grunnlag av avslutningsplanen et disponeringsvedtak, jf petroleumsloven § 5-3. Vedtaket behøver ikke være i samsvar med den planen rettighetshaverne legger frem, slik at det ikke er en godkjenning av avslutningsplanen som blir vedtatt, men det fattes et selvstendig vedtak. Paragrafen regulerer også gjennomføringen av disponeringsvedtaket og fastsetter ansvarsforhold. Det åpnes videre for at departementet kan iverksette tiltak på vegne av den ansvarlige dersom vedtaket ikke blir gjennomført innen en fastsatt frist.

Dersom disponeringsløsningen omfatter etterlatelse etter en forutgående OSPAR-konsultasjon, fatter Stortinget vedtaket.

Rettighetshaver og eier er i henhold til petroleumsloven § 5-3 forpliktet til å sørge for at vedtak om disponering blir gjennomført, med mindre Olje- og energidepartementet bestemmer noe annet. Forpliktelsen gjelder selv om disponeringsvedtaket treffes eller skal gjennomføres etter utløpet av tillatelsen.

Fremleggelse av avslutningsplan fritar ikke rettighetshaver eller eier fra å innhente godkjenning, tillatelse eller samtykke i medhold av andre lover eller forskrifter. Det vises her også til petroleumsloven § 1-5 første ledd. Rettighetshaver må for eksempel innhente samtykke fra Oljedirektoratet før endelig nedstengning av driften av en innretning eller et felt og før iverksettelse av endelig disponering i henhold til et disponeringsvedtak, jf petroleumsforskriften § 30a. Innenfor HMS-området er krav om samtykke gitt i styringsforskriften § 25.

Operatøren plikter dessuten å vurdere om det inngår aktiviteter som krever tillatelse etter forurensningsloven og søke forurensningsmyndighetene om slik tillatelse.

Disponering av innretninger vil normalt foregå innenfor ulike regelverksregimer. Hvilket regime som gjelder, må derfor vurderes opp mot den enkelte aktivitet.

3. Reflyting

Ved ilandføring for hugging og ved eventuell gjenbruk av betongkonstruksjoner vil det være nødvendig å få konstruksjonene flytende og flyttbare.

Teknisk gjennomførbarhet

Betonginnretninger har mange separate oppdriftsceller, og det er nødvendig å sikre at hver enkelt av disse er tette for å hindre tap av stabilitet gjennom lekkasje mellom cellene eller til sjø.

Alle åpninger i boreskaftene må tettes slik at vannet kan pumpes ut for å gi oppdrift. Stabiliteten på konstruksjonen må beregnes. Dette vil mellom annet avgjøre hvor mye av overbygningen som må fjernes før reflyting.

Videre må vekten på innretningen beregnes, herunder vekten av sand, voksutfelling mv som er kommet til i bruksperioden. Vekten på betongen mellom innretningen og havbunnen må også beregnes.

En hovedutfordring ved reflyting er at innretningen kan sitte fast i sedimentene. Frigjøringsprosessen vil være svært krevende å kontrollere, og det vil være fare for at innretningen kan skyte ukontrollert opp når den først frigjøres. Trykket under hvert celleskjørt må kontrolleres, og det må sikres kommunikasjon mellom skjørtene slik at undertrykk unngås i enkeltkammer. Førstegenerasjons betonginnretninger er utstyrt med rørforbindelser til de fleste skjørtekamrene, men ikke til alle. Det må uansett etableres rørforbindelser til alle områder i fundamentet dersom det skal frigjøres fra bunnen.

En har i senere år fått erfaringer med fjerning av bøttefundamenter til oppjekkable innretninger på norsk sokkel. Siden en ikke har erfaring med store betongfundamenter, er fundament for jackuper det nærmeste en kommer. Disse er også sugd fast i bunnen, slik skjørtene er, og har sammenlignbart areal som en celle.

Frigjøring av innretningene fra havbunnen

Innretningen kan løsnes ved at det pumpes vann inn i skjørtekamrene. Nødvendig overtrykk vil være én til tre bar, avhengig av sedimenttype og skjørtekonfigurasjon. For eldre betonginnretninger er det beregnet høyere lokale trykk.

En forutsetning for at en slik frigjøringsoperasjon skal kunne lykkes, er at overtrykket ikke siver ut gjennom permeable kanaler/sprekker i sedimentene. Dette kan muligens kompenseres ved å ha stor pumpekapasitet. Når skjørtene kommer opp til havbunnsoverflaten, vil trykket forsvinne under det enkelte skjørtet. I denne fasen vil en måtte fortsette trykkoppbyggingen under gjenværende skjørt, mens en pumper ut ballastvann for å overvinne gjenværende friksjon. Dersom friksjonen er høy, vil en kunne få en kraftig bevegelse oppover når innretningen frigjøres helt. Dersom man ikke har god kontroll på deballasteringen, kan det være en risiko for at understellet treffer havbunnen, slik at det blir brudd i skjørt- eller cellekanter.

Ved et eksperiment på Gullfaks C ble effekten av syklisk belastning testet. Skjørtet ble hevet og senket 10 til 20 centimeter fem ganger, og 50 % reduksjon i sidefriksjon ble målt. Dette er

viktig siden det er ønskelig å utføre mest mulig fjerning av overbygningensvekt ved land. En vurdering av om en syklisk tilnærming kan redusere behovet for økt oppdrift i frigjøringsfasen, bør derfor gjennomføres. Tilsvarende løsninger er brukt blant annet i Mexicogulfen på oppjekkable innretninger som har sunket langt ned i normalkonsolidert leire [4].

Dersom sedimentmassen er av en slik beskaffenhet at den ikke kan gi nok jekketrykk, kan en tetningsmasse pumpes ned i skjørtekamrene. Denne vil danne en forsegling over den permeable grunnen, slik at jekketrykket kan økes.

Dersom en lykkes med å frigjøre innretningen fra havbunnen, er neste utfordring at betongen eller sedimenter under innretningen kan følge med i starten og senere løsne. Dette vil kunne medføre at innretningen skyter ukontrollert opp eller mister stabiliteten. En vil også risikere at denne massen faller av under slepet; noe som i verste fall kan føre til havari eller skade på andre innretninger, i første rekke rør. Tauing over bunnrammer og rørledninger bør i størst mulig grad unngås.

Prosedyre

Reflyttingsprosessen omfatter i hovedtrekk følgende steg:

- planlegging, inspeksjoner og tester
- forberedelser offshore; fjerning av borekaks og sedimenter, eventuell fjerning av deler av overbygningen, tetting av conductoråpninger og andre åpninger, installering og testing av reflyttingssystem osv
- deballastering til nøytral oppdrift over en periode for å redusere effektivspenningene i grunnen
- hydraulisk jekking og ytterligere deballastering til skjørtene er frigjort fra havbunnen
- deballastering til transportdypgang før innretningen slepes til bestemmelsesstedet

Inntil et visst punkt i prosessen, sannsynligvis rett før skjørtene er frigjort fra havbunnen, vil det være mulig å avbryte reflyttingsoperasjonen. Det må kontinuerlig vurderes om forholdene ligger til rette for å fortsette.

Planlegging/forberedelser

Det er mange elementer og risikofaktorer som må utredes før arbeidene starter offshore, som konstruksjonsmessige forhold, maritime systemer samt geoteknisk og mekanisk tilstand. Det er nødvendig å gjennomføre en del undersøkelser og tester for å redusere usikkerheten i de beregningsmessige forutsetningene. I tidligfase engineering defineres hvilke undersøkelser og tester som må gjøres umiddelbart. Informasjonsinnhenting er også en stor del av denne fasen.

Aktuelle områder for undersøkelser offshore:

- mengden avfall og borekaks på øvre kuleskall, i triceller og på havbunnen
- sedimentnivåene i cellene
- mengden borekaks i boreskaftene
- vekt og posisjon av elementer på innretningsdekket
- marin begroing
- opprissing av betongen

- lekkasjerater gjennom betongen spesielt for de skaftene som har vært vannfylte
- tilstanden til slepe- og fortøyningsfester
- mekanisk utstyr og rørledninger
- nye geotekniske undersøkelser av havbunnen rundt innretningen

Aktuelle (full)skala tester:

- test av tettemetode for forsegling av conductoråpninger
- in-situ test av trykkpåsetting i alle skjørtekamrene
- test av uttrekkingsmotstanden i høyt overkonsoliderte sedimenter

Med informasjon fra innledende undersøkelser og tester kan detaljering av reflytingsoperasjonen begynne. Noe av det viktigste å få kontroll på, er vektberegningen og tilgjengelige oppdriftsvolum. Utfordringer knyttet til vekt er nærmere beskrevet under overskriften vekt. Sammen med uttrekksmotstanden har innretningsvekten stor betydning for hvilke andre tiltak som må iverksettes for å gjennomføre en vellykket reflyting.

Aktiviteter som inngår i detaljeringsfasen

- gjennomgang av gjeldende regelverk og standarder
- vekt-, stabilitets- og oppdriftsberegning
- utarbeidelse av plan for eventuell fjerning av borekaks og annet
- verifikasjon av konstruksjonenes integritet, nye analyser for lastsituasjonene ved reflyting
- verifikasjon av mekaniske systemer, utarbeidelse av plan for installering av nytt utstyr eller utskifting av det gamle
- fastsettelse av geotekniske forhold
 - beregne uttrekksmotstanden
 - vurdere innretningsstabiliteten i deballastert tilstand
 - anslå dekonsolideringsperiode
 - bestemme tillatt hydrostatisk basetrykk under reflyting
 - vurdere behov for eventuell tilleggslast på havbunnen rundt innretningen
- planlegging av maritime operasjoner
- vurdere behov for instrumentering

Avhengig av resultatet for vektberegningen, kan det være nødvendig å fjerne ytterligere vekt fra innretningen. Vektene som må fjernes, kan komme fra overbygningen, sedimenter i cellene eller borekaks i skaftene og på cellene.

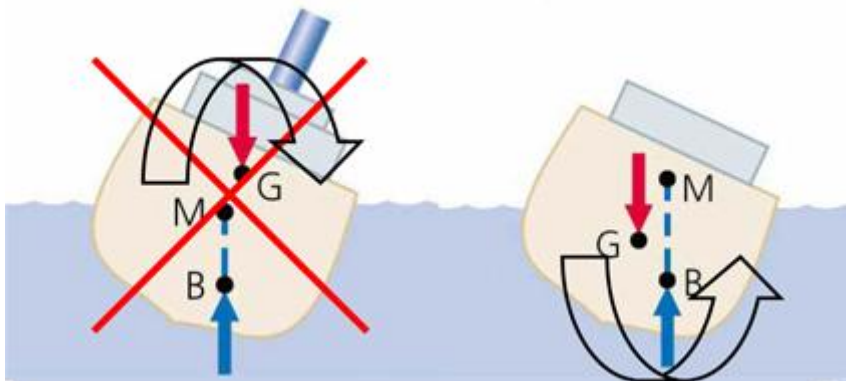
Vekt

Betydelig vekt har kommet til siden innretningen ble installert. Dette omfatter blant annet sementmørtel under nedre kuleskall, conductorrør, J-rør, mekanisk utstyr og nye moduler på dekket. Etter de innledende undersøkelsene kan man fastslå vekten med større sikkerhet, men det vil fortsatt være noen usikkerhetsmomenter som ikke kan elimineres. De to viktigste er hvor mye mørtel som henger på under nedre kuleskall og størrelsen på eventuelle sedimentpluggen i skjørtekamrene.

Elementer i vektberegningen:

- betong
- mekanisk utstyr
- fast ballast i cellene
- vannballast i cellene
- sedimenter i cellene
- borekaks i boreskaftene
- borekaks og annet avfall på øvre kuleskall og triceller
- marin begroing
- sementmørtel under nedre kuleskall
- sedimentplugg
- vannabsorpsjon i betongen

Innretningsvekten er avgjørende for både stabiliteten og nødvendig oppdrift. For stabiliteten er det gunstig med lavt tyngdepunkt i konstruksjonen, slik at metasenterhøyden, avstanden mellom tyngdepunktet og metasenteret, blir positiv med en nødvendig sikkerhetsmargin. Mye vekt på innretningsdekket er dermed negativt i en stabilitetssammenheng. I stabilitetsberegningen fastsettes en minimum metasenterhøyde. Her må man beregne stabilitet med og uten sementmørtel og sedimentplugg. Se illustrasjon av stabilitetsprinsippet i Figur 3.



Figur 3 Stabilitet, G=tyngdepunkt, M=metasenter og B=oppdriftstyngdepunkt Metasenterhøyden er den vertikale avstanden mellom tyngdepunktet (G) og metasenteret (M). Innretningen er stabil når tyngdepunktet ligger under metasenteret [4].

Tilgjengelig oppdrift er avhengig av antall funksjonelle celler og om boreskaftene kan tettes, og dernest hvor lavt disse kan deballasteres. Tillatt ballastnivå bestemmes ut fra betongkapasiteten. Lavt ballastnivå gir et stort differansetrykk, som delvis kan kompenseres ved å øke gasstrykket i cellene. Dersom det er for lite tilgjengelig oppdrift i forhold til innretningsvekten, kan det være aktuelt å undersøke bruk av eksterne flytelegemer. Tilgjengelig oppdrift setter begrensninger på total vekt, mens stabiliteten setter begrensninger for vektfordelingen.

Tetting av conductoråpningene

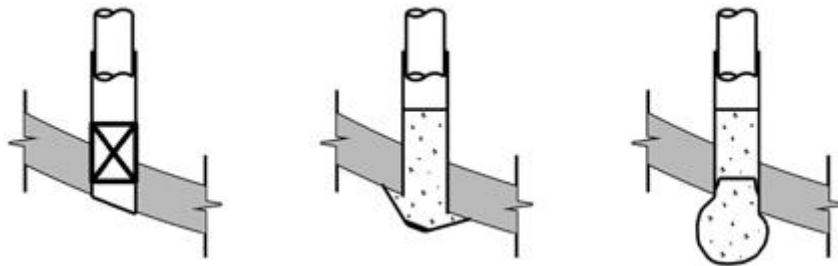
En av de viktigste og praktisk mest utfordrende oppgavene er tetting av conductoråpningene. Conductorene er lederør til borestrenger, og disse går fra toppen av boreskaftene, ned og gjennom mansjettør i nedre kuleskall, se Figur 4. Antall conductoråpninger varierer, men på

flere innretninger ligger det i området 40-50 fordelt på to skaft. Det er altså et betydelig antall åpninger som må tettes, og de ligger i et vanskelig tilgjengelig område. Mesteparten av arbeidet vil måtte foregå under vann, og dersom conductorrørene skal fjernes, innebærer dette mange tunge løft. Hvis det ikke er en kran med tilstrekkelig kapasitet tilgjengelig, vil det være en tidkrevende jobb å kutte opp og løfte bort alle rørdelene.

I tidligere studier om fjerning av betonginnretninger er det foreslått mange forskjellige løsninger for tetting av conductoråpningene. De kan i hovedsak deles inn i tre kategorier:

- plugging inne i conductorrøret
- plugging utenfor conductorrøret
- støping av ny bunn

Det er fordeler og ulemper ved alle løsningene, men uansett hva som velges, er det nødvendig med omfattende testing. Tettingen må tåle et stort vanntrykk (over 300 m på Troll A), og en lekkasje kan ha alvorlige konsekvenser. Figur 4 viser en mekanisk plugg i mansjettrøret til conductoråpningen og to alternativer for å støpe en betongplugg under domen.

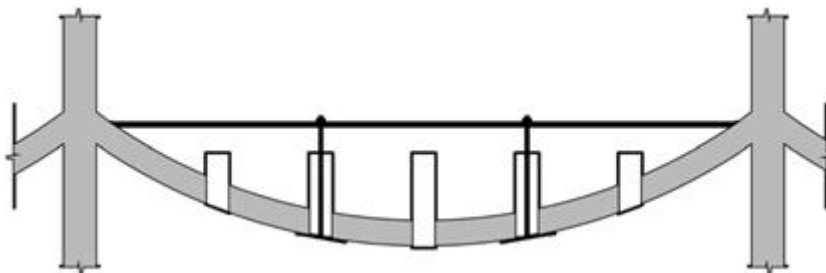


Figur 4 Mekanisk plugg, plugg fra "paraplyforskalning" og betongpose [4].

Hvis tilstanden til mansjettrøret er tilfredsstillende, finnes det i dag mekaniske plugger som tåler høyt trykk.

En av fordelene med å ha pluggen på utsiden er at vanntrykket utenifra sørger for at pluggen holder seg på plass, slik at åpningen forhåpentligvis forblir tett. Det krever imidlertid utgraving under domen, og hver conductoråpning må tettes for seg.

Figur 5 viser et eksempel på en ny bunn. Her dekker en stålplate hele domens bunn, forankret gjennom conductoråpningene. Før installasjon av platen må borekaks fjernes, og det kan være vanskelig å lage en tett forbindelse med betongen. Fordelen er at det kun blir en tetteoperasjon og test per skaft.



Figur 5 Tetting med stålplate [4].

Det er flere elementer som må tas med i vurderingen ved valg av løsning. Hvis det er vektproblemer, kan det være hensiktsmessig å velge en løsning der conductorene fjernes ettersom hvert rør veier omtrent 650 kg/m. For Staffjord-innretningene og Gullfaks A og B med 42 brønnplasser på hver innretning, blir den totale conductorvekten omtrent 4 000 tonn per innretning. Dette er i størrelsesorden 8-10 % av dekkvekten.

Overbygningen

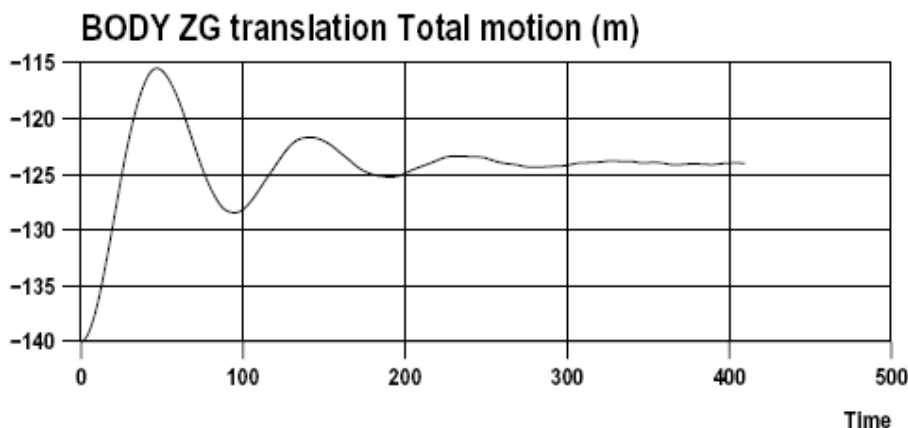
Hvis man skal gjennomføre en reflyting, er det rimelig å anta at den minst kostnadskrevenne måten å frakte overbygningen inn til land på, er ved hjelp av betongunderstellet. Ettersom det har blitt lagt til betydelig vekt ved installasjon av mekanisk utstyr og moduler offshore, kan det allikevel være nødvendig å fjerne en del av dette før en reflyting. De fleste innretningene har et dekkfundament av typen "Module Support Frame" (MSF), der en stålramme hviler på betongskafte og danner opplegg for de forskjellige modulene. Det er mulig å løfte av moduler og transportere dem inn til land ved hjelp av egnede løftefartøy.

Noen innretninger har imidlertid en integrert innretningsoverbygning. Det innebærer at prosessutstyret er en integrert del av overbygningskonstruksjonen, noe som gir en lavere overbygningsvekt. Det gjør også demontering mer vanskelig og tidkrevende.

Uansett overbygningstype vil det være hensiktsmessig å ha tyngdepunktet for overbygningen mest mulig sentrisk over skafte, og i tillegg lavest mulig. Man må skaffe seg en detaljert oversikt over all vekt som er på overbygningen og plasseringen av denne. Etter at tillatt totalvekt er bestemt, kan man vurdere hva som eventuelt skal fjernes fra innretningsoverbygningen. Noen moduler vil det være nyttig å beholde gjennom fjerningsprosessen. Dette gjelder for eksempel boligkvarteret. Det er også gunstig å ha et arbeidsdekk med kraner og annet utstyr, alt etter hvilket arbeid som planlegges offshore.

Frigjøring av skjørtene fra havbunnen og "pop-up"

Den mest kritiske fasen av reflytingsoperasjonen er det øyeblikket hvor skjørtene frigjøres fra havbunnen. Siden det blir vanskelig å skape trykk i skjørtekammerene når det er lite igjen av skjørtene i havbunnen, må den siste uttrekkkraften skapes ved positiv oppdrift. Det er dermed viktig å ha kontroll på vekten av innretningen, slik at den positive oppdriften ved frigjøring ikke fører til en ukontrollert oppstigning. Det er høyden på den første bevegelsen opp som er kritisk, før innretningen stabiliserer seg på et likevektsnivå, se Figur 6.



Figur 6 Eksempel på beregnet vertikal dynamisk bevegelse av betonginnretning når den løsner fra havbunnen [4].

Hvis det er blir påsatt gasstrykk i cellene for å redusere differansetrykket mot tricellene, er det avgjørende at dette trykket ikke blir så høyt at man får et innvendig overtrykk når innretningen stiger opp. For å beregne oppstigningen må man hovedsakelig ta hensyn til tre faktorer:

- gjenværende uttrekkingskraft når det ikke lenger er mulig å skape hydraulisk trykk
- vektusikkerhet for innretningen
- marginer for å håndtere ulike variasjoner rundt sementmørtelen og/eller at sedimentpluggen faller av rett etter frigjøring

For betongen i de øvre kuleskallene er det ikke gunstig hvis det oppstår strekk over hele Tverrsnittet. Dette kan skje ved et innvendig overtrykk. Avhengig av størrelsen på overtrykket vil skadene være alt fra opprissing til tap av innretningen.

Et tiltak for å begrense en for høy positiv oppdrift er å “veie” innretningen underveis i uttrekkingen av skjørtene. Det kan i grove trekk gjøres ved å stoppe den hydrauliske jekkingen og måle trykkendring og vertikal bevegelse.

Stabilitet under heving

Helt fra deballastering til nøytral oppdrift i dekonsolideringsfasen har innretningen mindre motstand mot vind og bølgelaster. Dette må tas hensyn til ved fastsettelse av værvindu for operasjonen. Her bestemmes tillatt bølgehøyde og vindhastighet for forskjellige deler av operasjonen. Dekonsolideringsfasen kan for eksempel foregå fra starten av sommersesongen, mens selve frigjøringen har kortere varighet og utføres i en periode med sikkert og godt værvarsel.

Når innretningen er frigjort fra havbunnen, må flytestabiliteten beregnes. I DNV's regler for marine operasjoner står det blant annet *“metacentric height (GM) corrected for free surface effect should be at least 1 m. The stability should be positive to a heel angle of 15° beyond equilibrium.”* Det kan gjøres unntak fra dette kravet for midlertidige faser.

I feltavslutningsstudiet for Draugen A er det beskrevet modellforsøk utført ved Dansk Maritimt Institutt (DMI), som nå er en del av Force Technology. En 1:50 modell av Draugen A ble testet i tauetanken for å vurdere flytestabilitet under reflyting. Konklusjonen var at innretningen har tilstrekkelig flytestabilitet, også hvis hele eller deler av sementmørtelen faller av underveis. Tanktestene viste også at innretningen var mer stabil under reflyting enn forventet på grunn av energitap fra turbulens rundt betongkassen ved en vertikal bevegelse gjennom vannet [4].

Avbrutt operasjon

I forberedelsene til reflytingsoperasjonen må man definere et “point of no return”, der reflytingen må gjennomføres hvis man har kommet så langt. Frem til dette punktet må man kontinuerlig vurdere om forholdene ligger til rette for en vellykket reflyting. Det er flere steg underveis hvor det kan vise seg at man må avbryte operasjonen. Dersom dette skjer under selve reflytingen, må det finnes en “plan B” for videre handling etter avbrutt operasjon.

Sikkerhet

Faser i forbindelse med fjerning av betonginnretninger

Fjerning er på mange måter en reversert installasjons- og driftsfase. Etter at det er besluttet å stenge en innretning, vil betonginnretningen bli fjernet og sikkerhetssonen opphevet når den er frigjort fra havbunnen eller det siste ankeret er fjernet. Det er lagt til grunn at det er en frittstående betonginnretning, og at det ikke er andre innretninger innenfor sikkerhetssonen.

Risiko for personell og utstyr

Før man skal ta en avgjørelse angående disponering av en innretning, vil det ha blitt gjennomført et omfattende planleggingsarbeid med utredning av aktuelle fjerningsscenarioer. Avgjørelsen må være forankret i en risikoanalyse, der man definerer hva som er uakseptabel sannsynlighet for forskjellige grader av mislykket operasjon. Graden av fiasko kan grovt deles inn i:

- totalhavari
- mislykket reflyting, men fortsatt mulig å disponere innretningen på andre måter
- delvis mislykket reflyting, men med mulighet for å prøve igjen etter visse modifikasjoner

Alle farer og usikkerhetsmomenter som kan påvirke risikoen for en mislykket operasjon, må identifiseres ved en såkalt HAZID-studie (Hazard Identification). HAZID er en kvalitativ analyse, mens man etterpå utfører en kvantitativ analyse ved å beregne sannsynlighetene for en mislykket operasjon. Det vil alltid være usikkerheter ved vurdering av sannsynlighetene i risikoanalysen, men regelverket krever at en slik analyse gjøres [9]. Da kan man identifisere områdene med størst risiko, og hvor det er størst potensial for å redusere risikoen.

Det er ikke risikofritt å fjerne innretninger. I verste fall kan en ulykke under forberedelsen til operasjonene, reflyting, transport eller riving, ha alvorlige konsekvenser som tap av liv og negativ miljøpåvirkning. I tillegg kommer de økonomiske konsekvensene.

Behandlingen av disponeringsløsningen for betongunderstellet til TCP2 på Frigg-feltet viser at HMS-hensyn var en viktig faktor i begrunnelsen for å etterlate innretningen på stedet. I pressemeldingen fra Olje- og energidepartementet av 9.1.2004 ble mellom annet følgende vurderinger omtalt: ”Basert på ei totalvurdering der ein har teke omsyn til teknisk gjennomføring, tryggleik for personell, miljøet, kostnader og verknader for andre brukarar av havet, tilrår regjeringa at disponeringsløyisinga for betongunderstellet TCP2 på Frigg-feltet er etterlatelse på staden. Etterlatelse er grunngitt med at ein fjerningsoperasjon inneber ein uakseptabelt høg risiko for tap av menneskeliv og annan skade. Vurderinga er basert på risikoanalysar utførte og verifiserte av uavhengig teknisk ekspertise. I tillegg er ein fjerningsoperasjon vesentleg dyrare.”

Dersom en lar betonginnretningen bli stående, må en også gjøre konstruksjonsanalyser av denne uten dekk. En vil få en annen stivhet i skaftene uten dekk enn med dekk, og en må sikre seg at innretningen er sikker også uten dekk. En farlig situasjon kan oppstå dersom skaftet etter en tid knekker i stille vannsonen, og den blir som et skjær for skipstrafikken. Betonginnretningene skal også være sikker for personell som skal gå om bord for å vedlikeholde lysmerkingen i mange år framover.

Tekniske forskrifter og standarder innenfor HMS-regelverket

Det legges her til grunn at selve betongkonstruksjonen vil være ubemannet under fjerningen.

Den eldste betonginnretningen på norsk sokkel er Ekofisk-tanken som ble installert i 1973. De øvrige er installert i perioden fram til Troll A som ble installert i 1995. Som en følge av dette er betongkonstruksjonene bygget etter flere forskjellige forskrifter.

Det har vært gjennomgående at nye tekniske forskrifter ikke har hatt tilbakevirkende kraft på eksisterende innretninger. Hvilke forskrifter som kommer til anvendelse, er knyttet til når ”hovedplanen”¹ eller ”plan for utbygging og drift” (PUD) ble vedtatt. For styringssystemer og aktiviteter på og med innretningene er det de gjeldende styrings- og aktivitetsforskriftene som skal legges til grunn [10].

De tekniske forskriftene inneholder krav til betongkonstruksjonene, som også må tilfredsstilles under fjerningen. Noen av standardene det vises til, inneholder muligheter for lavere sikkerhetsfaktorer dersom et sammenbrudd av innretningen ikke vil føre til fare for skade på personell, miljø eller store samfunnsøkonomiske konsekvenser.

Ekofisk-tanken ble installert før de første tekniske forskriftene ble utarbeidet, og det som ligger til grunn, er trolig et sett spesifikasjoner fra byggherren. Ved disponering av tanken var styringsforskriften og aktivitetsforskriften gjeldende. Ellers gjelder de generelle forsvarlighetskravene i dagens regelverk.

I 1977 trådte en forskrift for bærende konstruksjoner i kraft. Denne forskriften har krav for last- og styrkeberegninger av betongkonstruksjoner, men inneholder ikke spesifikke krav til fjerning. De generelle kravene må likevel anses som gyldige også ved fjerning. Forskriften var gyldig til 1984.

I 1984 trådte forskrift for bærende konstruksjoner i kraft. Denne forskriften har krav for last- og styrkeberegninger av betongkonstruksjoner, og inneholder i punkt 2.2 krav om at konstruksjonene skal kunne fjernes. Forskriften var gyldig til 1991.

I 1991 kom en ny forskrift om bærende konstruksjoner. Denne forskriften har også krav for last- og styrkeberegninger av betongkonstruksjoner. Kravet om å kunne fjernes gjentas i § 18. Denne var gyldig til 2001. Veiledningen til § 18 sier også at fjerning skal vurderes i prosjekteringsfasen. Det ble som anmerkning til bestemmelsen anført at det i praksis ikke vil være mulig å fjerne for eksempel pæler som er slått ned i havbunnen, og at det var akseptabelt da kravet til fjerning er knyttet til folkerettskrav som skal sikre fiskeri- og skipstrafikkinteresser og verne mot forsøpling av havbunnen [11]. Konstruksjonsdeler som står igjen, må da prosjekteres slik at de kan fjernes i et slikt omfang at de ikke kan være til skade eller hinder for annen aktivitet.

¹ Hovedplanen var den planen som ble laget før begrepet PUD ble innført

Miljømessige forhold

Oppvirvling av borekaks og bunnsedimenter

Det er flere innretninger på norsk sokkel som har store ansamlinger av borekaks rundt seg som har ligget der siden 1980-tallet da utslipp av oljebasert kaks var tillatt. Myndighetskrav gjorde at så godt som alle utslipp av oljebasert kaks opphørte i løpet av første halvdel av 1990-tallet.

OSPAR har i sin anbefaling fra 2006 satt kriterier for etterlatelse av kakshauger. Disse gir grenseverdier for utlekking av olje til vannsøylen (maksimalt 10 tonn/år) samt levetid og utbredelse av haugen (500 km²år). En DNV-rapport utarbeidet for OLF i 2008 [12] konkluderer med at borekakshaugene på norsk sokkel med all sannsynlighet tilfredsstillende OSPARs krav til etterlatelse, og at videre vurdering av tiltak er unødvendig. Det er under den forutsetning at haugene får ligge i ro.

Ut fra overvåkingsdata og andre tilgjengelige data er det påvist at haugene er redusert over tid, og pr. 2008 er det i DNV-rapporten gjort et forsøk på å regne ut et restvolum. Eksempelvis har betongkonstruksjonene på Gullfaks, Statfjord og Oseberg fortsatt til dels store hauger på bunnen, se Tabell 2.

| Innretning | Vannedyp | Borevæske | Totalutslipp | På bunnen | Estimert |
|-------------|----------|-----------|----------------|-------------|----------------|
| | M | tre typer | m ³ | % til stede | m ³ |
| Gullfaks A | 134 | v.o.s | 128.787 | 40 | 51.515 |
| Gullfaks B | 143 | v.o.s | 139.771 | 35 | 48.920 |
| Gullfaks C | 216 | v.o | 118.100 | 25 | 29.525 |
| Oseberg B | 103 | v.o.s | 102.018 | 35 | 35.700 |
| Statfjord A | 146 | v.o.s | 64.466 | 35 | 22.563 |
| Statfjord B | 144 | v.o.s | 67.143 | 35 | 23.500 |
| Statfjord C | 146 | v.o.s | 63.630 | 35 | 22.271 |

Tabell 2: Tabellen er et redigert utdrag fra en lengere oversiktstabell og boreveskene er hhv V = vannbasert, O = oljebasert og S= syntetisk [12].

Vi har ikke mye informasjon om hvordan disse haugene ser ut og hva de inneholder pr. i dag. Dersom betonginnretningene skal reflytes, må det gjøres en grundig undersøkelse av kaksmassene og sedimentene som må tas opp/flyttes før reflyting.

Ved eventuell reflyting og fjerning av betongkonstruksjonene vil håndtering av borekaks rundt og eventuelt oppå cellene bli en praktisk utfordring. Sugemudring og forflytning av kaks/sedimenter har tidligere blitt gjennomført i forbindelse med disponering.

For denne typen operasjoner må det søkes om tillatelse fra Klif. Alternativet er å ta opp borekakset til båt/tanker og frakte det til land.

Utslipp til luft

En reflytingsoperasjon vil nødvendigvis, som resten av ilandføringsprosessen, innebære at mange fartøyer vil være i sving rundt installasjonen. Dette vil medføre utslipp til luft, først og fremst av CO₂, SO₂ og NO_x.

Uhellsutslipp

Som beskrevet ovenfor innebærer reflyting av betonginnretninger sikkerhetsmessige utfordringer. I denne forbindelse vil det også være fare for uhellsutslipp til sjø av kjemikalier og olje.

4. Transport

De fleste betonginnretningene er designet for å holde seg flytende selv med vannfylling av en celle. Vannfylling i et skaft kan føre til at innretningen synker.

Teknisk gjennomførbarhet

Følgende hensyn må vurderes i forbindelse med en slepeoperasjon:

- Sleperuten må verifiseres på forhånd for dypgang og bredde.
- Værkriterier for reflyting og for slepet må fastsettes på forhånd.
- Et værvindu for slepets varighet må fastsettes før slep kan starte.
- Operasjonen må dokumenteres i detalj. Prosedyrene må spesifisere hva som skal gjøres dersom værforholdene blir dårligere enn det tillatte.
- Sertifikater, tester og eventuelle klassesdokumenter for både utstyr og personell må foreligge før start.

Etter at innretningen er frigjort fra havbunnen, er det nødvendig å gjøre undersøkelser av innretningen før slepet starter. Det viktigste er å foreta en besiktigelse av hele innretningen, og da spesielt undersiden, for å kunne vurdere betydningen av gjensittende sementmørtel eller sedimenter. Det er også aktuelt med vekt- og stabilitetskontroller. Som nevnt under reflyting, vil massen under kuleskallene kunne falle av under avløfting og slep. Dette kan påvirke stabilitet, plattformbevegelser og oppdrift samt utgjør en fare for kryssende rørledninger.

Grunner som må passeres under transport, må tas hensyn til i stabilitetsberegningen i planleggingsfasen. Dette kan sette en begrensning på dekkvekten. Eksempelvis ble Gullfaks C-innretningen deballastert åtte meter under utslepet gjennom Langenuen, et grunt sund ved innseilingen til Stord, i forhold til offshore dypgang.

Når innretningen er deballastert til slepedypgang, nødvendig utstyr er koblet fra, slepebåtene er koblet på og kontrollen over innretningssystemene er overført til lederbåten, kan slepet begynne. Det antas at de gamle slepefestene kan brukes eller skiftes ut, og i så fall kan det være mulig å benytte samme slepekonfigurasjon som under utslepet. Det antas at innretningen er ubemannet under slepet.

Under slep skal alle rørledninger krysses vinkelrett, slik at innretningen er så kort tid som mulig over rørledningene.

Miljømessige forhold

Som resten av ilandføringsprosessen vil transport av understellet til land medføre utslipp til luft. Det er også muligheter for uhellsutslipp fra slepefartøy og andre involverte fartøyer som er til stede under transporten, men ikke utover hva som er normalt for vanlig skipstrafikk.

Noe marin begroing kan forventes å løsne under slepet av innretningen. Dette anses ikke å være av betydning i miljømessig sammenheng, da begroingen (som under normale omstendigheter ikke vil være forurenset) vil havne tilbake i det naturmiljøet den kommer fra og bli spredd over et stort område.

5. Disponering på/ved land

Ombruk av hele betongkonstruksjonen eller betongelementer, opphugging/nedknusing og gjenvinning av betong og armeringsjern kan være mulige disponeringsløsninger. Slik disponering vil imidlertid medføre både sikkerhetsmessige og miljømessige utfordringer.

Teknisk gjennomførbarhet

Det er tre anlegg i Norge som drives i dag og har tillatelse til å ta i mot større utrangerte innretninger fra petroleumsvirksomheten for opphugging og materialgjenvinning, AF Miljøbase Vats, Scanmet (tidligere Scandinavian Metal AS) og Kværner Stord AS (tidligere Aker Stord). Lutelandet offshore AS har fått tillatelse til å starte opp et nytt anlegg i Fjaler kommune i Sogn og Fjordane.

Ingen av disse anleggene har tidligere tatt i mot større betonginnretninger for opphugging og materialgjenvinning, og anleggene er heller ikke pr. idag tilrettelagt for dette. Det foreligger derfor ikke konkrete erfaringer og dokumentasjon om miljøeffekter ved slik sluttdisponering. Erfaringene som er høstet i forbindelse med mottak og sluttdisponering av stålunderstell og seksjoner fra innretningsdekk, vil imidlertid i noen grad kunne være relevante.

En alternativ mulighet kan være å reetablere anlegg der betonginnretninger ble bygget. En oversikt over mulige steder å ta innretninger til land er oppsummert i rapporten fra AF Decom Offshore AS [13], henholdsvis Åndalsnes, Stord, Vats, Ålfjorden/Dommersnes og Loch Kishorn.

Det vil på et tidspunkt etter at skaftene og deler av cellene er fjernet være nødvendig å dele opp restene av innretningen i en tørrdokk. Det finnes allerede noen tørrdokklokasjoner som kan dekke dette behovet, så som Hanøytangen i Hordaland og Loch Kishorn i Skottland. Alternativt kan det konstrueres nye tørrdokker på egnede steder.

Nedenfor gis en kort oversikt over miljøaspekter knyttet til ilandføring av betonginnretningene for opphugging og sluttdisponering.

Tekniske forhold ved demontering ved land

Etter slepeoperasjonen til et dypvannssted vil betonginnretningen bli oppankret og rigget opp for rivearbeidene. De ulike scenarioene som er definert i tabell nedenfor, vil kunne komme til anvendelse alene eller i kombinasjon med andre.

Det er ikke revet betonginnretninger med tilsvarende styrke og armeringstetthet som Condeep-innretningene. På land er mange store og tunge betonginnretninger revet, som for eksempel bunkerkonstruksjoner og store fundamenter på industriområder. Typisk for slike konstruksjoner er at rivemetodene ikke trenger å ta spesielt hensyn til betongstyrken eller strukturell integritet. For disponering av betonginnretninger vil dette imidlertid være helt avgjørende forhold.

Et riveprosjekt vil være en stor oppgave og vil kreve omfattende forberedelser. Det settes store krav til organisering, planlegging, tilrigging og gjennomføring av arbeidene for å ivareta hensyn til HMS og rasjonelt produksjonsarbeid.

På enkelte områder må en skaffe til veie hensiktsmessig utstyr basert på nyutviklet teknologi. Et eksempel på et utviklingsområde er å finne store nok, sterke nok og holdbare løsninger for å rive konstruksjoner med meget høy armeringstetthet.

Armeringstettheten kan variere fra $250 - 700 \text{ kg/m}^3$. Til sammenligning har en normalt sterkt armert brokonstruksjon sjelden mer enn 150 kg/m^3 .



Figur 7 Armering undre kuleskall [13].



Figur 8 Armering [13].



Figur 9 Armering øvre kuleskall [13].



Figur 10 Armering av magebelte [13].

Arealbeslag og arealbehov

Ilandføring av en utrangert betonginnretning vil legge beslag på arealer både i sjøen og på land.

Arealbeslaget vil være knyttet til følgende hovedaktiviteter:

- oppankring i egnet fjordområde og nødvendig forberedende arbeid på innretningene før ilandføring
- opphugging som vil foregå i sjøen utenfor et mottaksanlegg
- opphugging som vil foregå på kai eller i tørrdokk
- opphugging, kutting, sprengning, knusing, sortering og intern transport på arbeidsplater
- mellomlagring av avfallsprodukter for videre disponering
- lagring av helse- og miljøfarlig avfall fra innretningen

Oppankring og eventuell opphugging i sjøen utenfor et mottaksanlegg vil kreve at det etableres en sikkerhetssone rundt oppankringsstedet og således båndlegge et betydelig areal. Dette kan føre til konflikter med bl.a. fiskeri-, havbruks- og friluftsinnteresser.

Størrelsen på en betonginnretningen vil i seg selv kreve at kai eller tørrdokk hvor arbeidet skal utføres, er av tilsvarende størrelse og har systemer som kan håndtere avfallet som blir generert forskriftsmessig. Ved mottaksanlegg vil derfor mange løpemeter tilgjengelig kai være en stor fordel.

Etter hvert som en innretning blir klargjort (i sjø utenfor mottaksanlegget eller på kai / i tørrdokk) for opphugging, vil det være behov for mellomlagring av moduler/elementer som løftes på land, og avfallsfraksjoner som genereres under det videre arbeidet, herunder betong, armeringsjern og helse- og miljøfarlig avfall som olje, borekaks, forurenset slam i celler, rengjøringsvann osv.

Erferinger fra mottaksanlegg er at mangel på midlertidige lagringsareal er den store ”flaskehalsen”. Ved planlegging av nye mottaksanlegg bør en ha store arealer som kan motta, lagre og håndtere flere innretninger samtidig, og dermed skape enklere og mer fornuftige løsninger både med hensyn til bruk av arbeidskraft og med hensyn til logistikk og ulike arbeidsoperasjoner som krever spesialkompetanse eller spesialutstyr.

Ved eventuell etablering av nye mottaksanlegg eller utvidelse av eksisterende anlegg for å kunne ta i mot betonginnretninger, må det foreligge en godkjent reguleringsplan. Dette gjelder også for eventuelle arealer i sjøen som tenkes brukt til oppankring og nødvendig arbeid på innretningene før disse tas inn til land for videre håndtering. Nødvendige tillatelser etter forurensningsloven må også være gitt.

Rivemetoder

Det finnes ulike metoder for riving. AF Decom Offshore AS beskriver en rekke slike metoder i sin rapport [13].

En konvensjonell metode er bruk av en maskin som holder et hydraulisk verktøy for riving av stål og betong. Disse verktøyene kan typisk være betongknusesaks, stålsaks, pigghammer og klype. En annen konvensjonell metode er riving med kule ved hjelp av en kran. Vannskjæring

er en effektiv kuttemetode som foregår med en vannstråle under et ekstremt trykk. I motsetning til wiresaging eller kutting med sagblad, er det ingen fare for at verktøyet skal kile seg fast eller føre til gnistdannelse mv. Bruk av eksplosiver er også en metode som kan være aktuell ved riving av betongkonstruksjoner.

Det er manglende erfaring med riving av betonginnretninger som er benyttet i petroleumsvirksomheten. På enkelte områder kan det være aktuelt å skaffe til veie hensiktsmessig utstyr basert på nyutviklet teknologi.

Scenarier for fjerning/opphugging/gjenvinning

| Nr. | Scenariobeskrivelse |
|---------------------------------------|--|
| 1 Tørrdokk | <ul style="list-style-type: none"> - Slep til dypvannsted i Norge - Alle resterende mekaniske installasjoner fjernes - Rive skaft og kuleskall til predefinert nivå - Rense lagerceller for hydrokarboner - Rive cellevegger til et predefinert nivå - Betonginnretningen slepes inn i tørrdokk for total riving, samt knusing og gjenvinning av betong og armeringsstål |
| 2 Kunstig land | <ul style="list-style-type: none"> - Slep til dypvannsted i Norge - Alle resterende mekaniske installasjoner fjernes - Rive skaft og kuleskall til predefinert nivå - Rense lagerceller for hydrokarboner - Rive cellevegger til et predefinert nivå - Betonginnretning plasseres på ferdig planert sjøbunn i nærheten av land for etablering av kunstig land til industriformål/kai/fundament for bolig eller forretningsbygg |
| 3 Gjenbruk som brofundament | <ul style="list-style-type: none"> - Slep til dypvannsted i Norge - Alle resterende mekaniske installasjoner fjernes - Klargjøring for ombruk av tilnærmet hele konstruksjonen - Betonginnretning anvendt som brofundament eksempelvis som midtfundament på en større hengebro/skråstagbro over en norsk fjord |

Tabell 3 Scenariobeskrivelser [Modifisert etter refnr. 13]

Scenario 1: Tørrdokk

Scenarioet beskriver en fullstendig riving av betonginnretningen, og dette nødvendiggjør bruk av en tørrdokk. Det finnes noen tørrdokker i dag som har stor nok åpning og dybde til å romme en betonginnretning. Betonginnretningene varierer betydelig i bredde og minste dypgående, og det er følgelig bare noen av betonginnretningene som kan tas inn i eksisterende tørrdokker. Alternativet er å bygge en dokk med det formålet å romme disse variantene ("Purpose Built Dry Dock"). Dette er gjort mange steder i verden i forbindelse med bygging, blant annet på New Foundland, Sakhalin, Filippinene, Australia, England, Gibraltar (LNG-

betongfundament). Tørrdokken i Jåttåvågen, hvor de fleste norske betonginnretninger har blitt påbegynt, eksisterer ikke lenger.



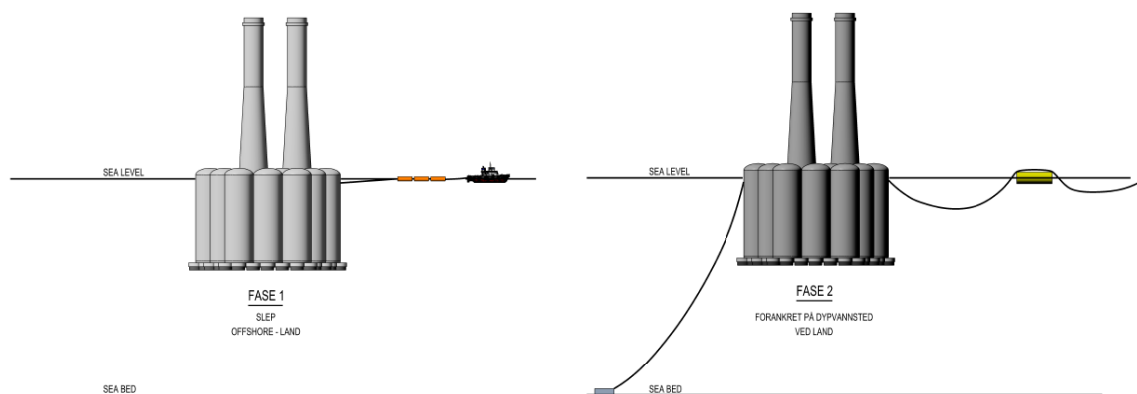
Figur 11 “Purpose built” tørrdokk [13].

Figur 11 viser hvordan en “purpose built” tørrdokk ble etablert for byggingen av Malampaya GBS på Filippinene.

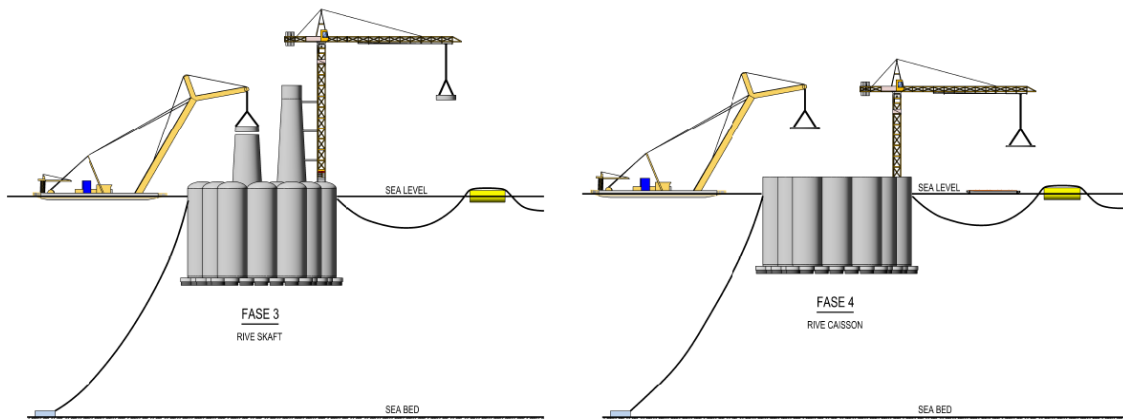
Det er en forutsetning for riving av betong i cellene at arbeidsprosessene skjer på en kontrollert måte. Det innebærer at riving ved bruk av eksplosiver, kule eller lignende ikke egner seg i samme grad som ved rivearbeider høyere opp i konstruksjonen. I denne fasen av rivearbeidet er det celleveggene alene som ivaretar konstruksjonens strukturelle integritet. Jo lenger ned på celleveggene rivearbeidet foregår, jo nærmere kommer en kritisk høyde på celledelen. Det antas her at skjæring med vann og med diamantkjede vil være de mest hensiktsmessige rivemetodene. I spesielt tykke seksjoner bør det vurderes om sprengstoff i kombinasjon med presplittboring kan være aktuelt å anvende.

Celleveggene må rives til et beregnet lavest mulig nivå som er bestemt ut fra tørrdokkens dybde, innseilingsforhold, tidevann og klaringskriterier til sjøbunn under slep. Hvor mye av celleveggene som kan rives, er individuelt for de forskjellige innretninger.

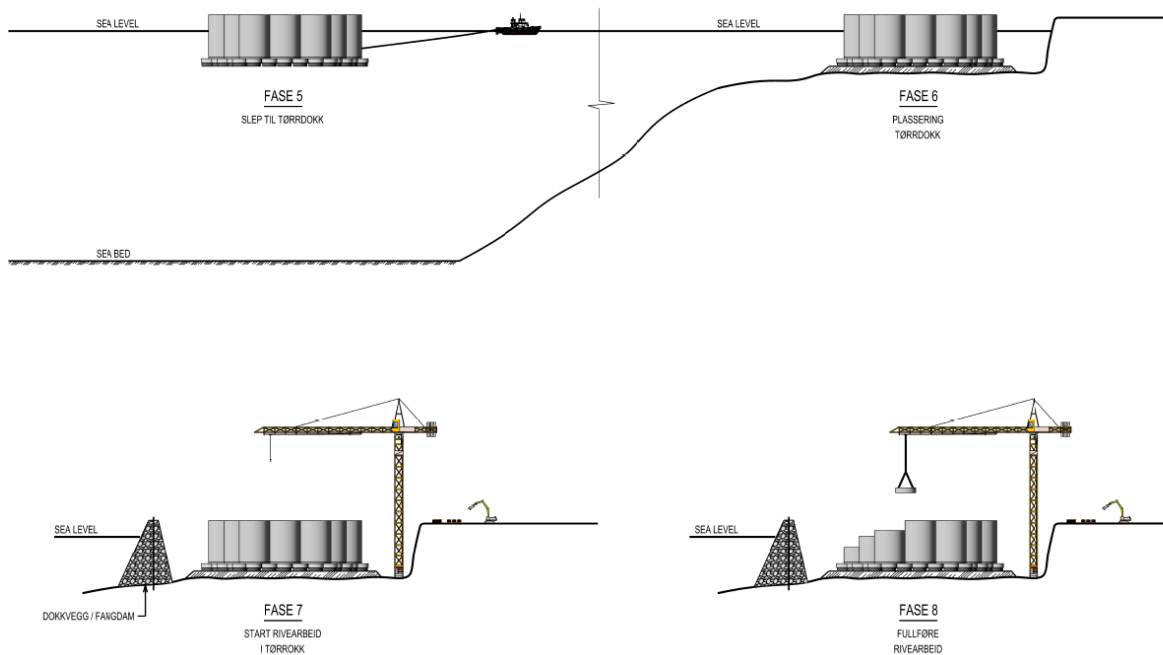
Betonginnretningene ble slept ut av tørrdokk med en minste klaring på ca. 1 meter. For å få det til, ble volumet under nedre kuleskall fylt med trykkluft, såkalt luftpute. Denne luftputen ble opprettholdt av et antall kompressorer og lufttilførselssystemer. Disse systemene er etter all sannsynlighet ikke operative i dag, og det vil derfor være nødvendig å installere et temporært tilførselssystem.



Figur 12 Scenario 1, fase 1 og 2 [13].



Figur 13 Scenario 1, fase 3 og 4 [13].



Figur 14 Scenario 1, fase 5, 6, 7 og 8 [13].

Scenario 2: Kunstig land

Scenarioet beskriver ombruk av hele eller deler av celledelen. Dette kan oppnås ved å etablere kunstig land med deler av betonginnretninger som fundament. Tanken er å rive innretningen ned til et for stedet passende nivå. Dersom det aktuelle stedet har en dybde etter sjøbunnpreparering på rundt 60 meter, kan hele celledelen anvendes. Følgelig er det bare behov for å rive skaftene. Dersom dybden på det aktuelle stedet er under 60 meter, må deler av celleveggen rives.

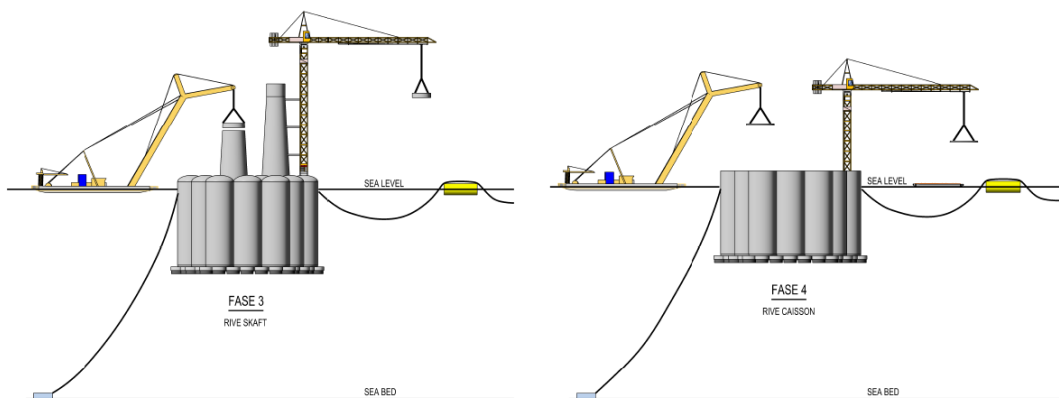
Det må vurderes om det er behov for å fjerne oljeforurensninger i cellene dersom hele celledelen skal brukes om igjen. I dette tilfellet vil cellene være utsatt for utvendig overtrykk, og følgelig er det minimal risiko for utlekking av oljerester.

Celleveggene rives til et predefinert nivå avhengig av dybdeforhold der nytt land skal etableres og hvor stor høyde over vann det er behov for.

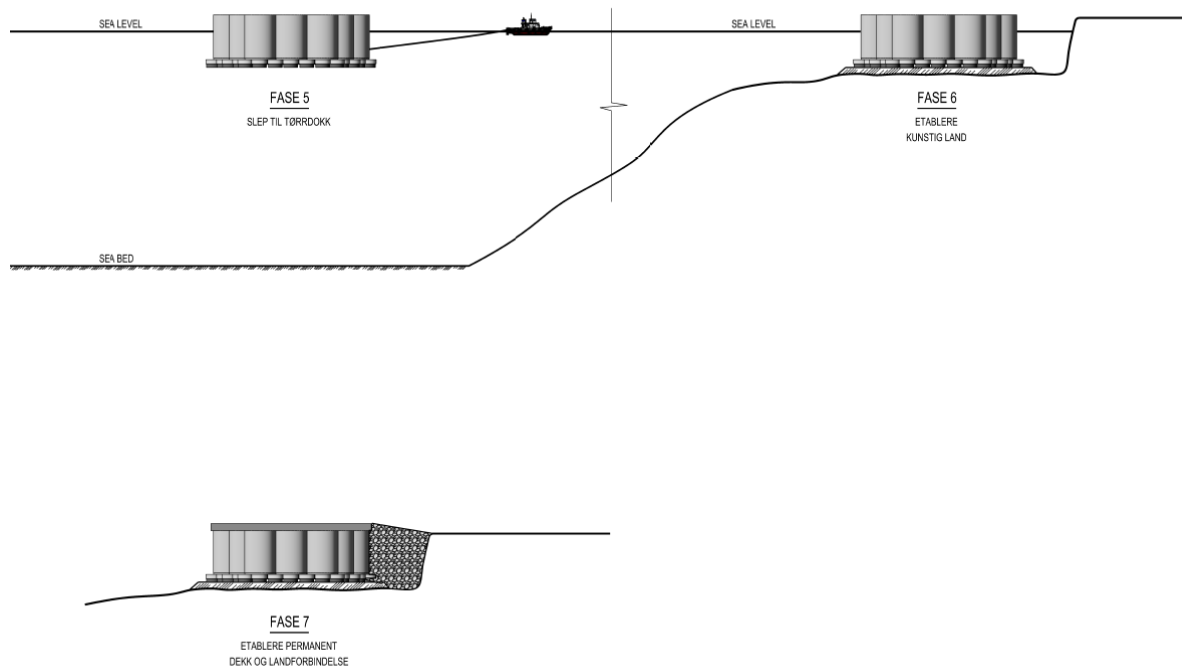
Etter at celleveggene er revet til endelig nivå, kan innretningen gjøres klar for slep til stedet for etablering av kunstig land. Her må sjøbunnen være ferdig utfylt med steinmasser av riktige fraksjoner og som er beregnet til å bære en betonginnretning.

For å etablere undervannsfundament antas her at det dumpes steinfraksjoner, f.eks. i fraksjoner ned til 120-150 mm. Dumping av slike steinmasser kan gjøres ved å anvende steindumpingskip, på linje med slike som blir benyttet til å etablere fundamenter for sjøbunnsledninger for olje og gass. Slike skip kan legge ut fyllinger på sjøbunn med stor nøyaktighet.

Etter at betonginnretningen er plassert på sjøbunnen, kan det være behov for å fylle rommet under nedre kuleskall for overføring av trykk til sjøbunnen. Dette oppnås ved hjelp av injisering av sementbasert mørtel. Behovet for injisering vil være avhengig av lokale sjøbunnsforhold og geotekniske forhold.



Figur 15 Scenario 2, fase 3 og 4 [13].



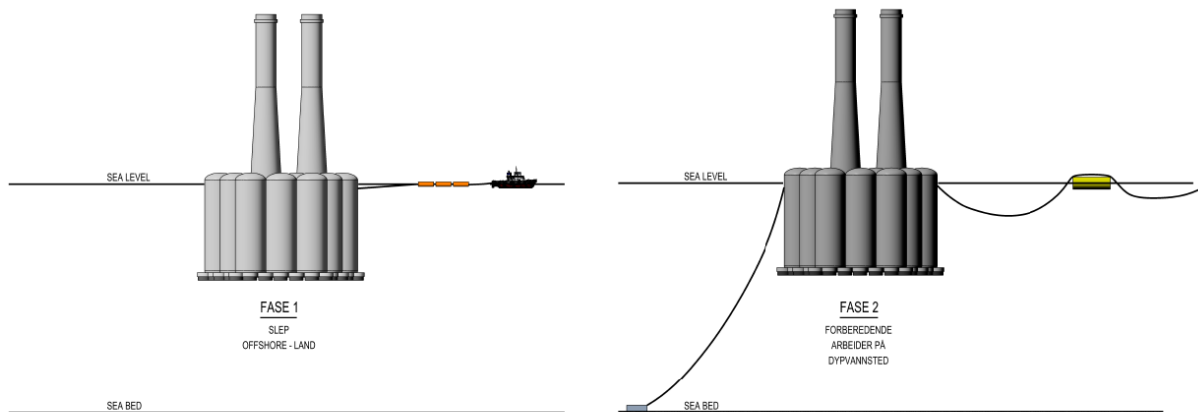
Figur 16 Scenario 2, fase 5, 6 og 7 [13].

Scenario 3: Ombruk som brofundament

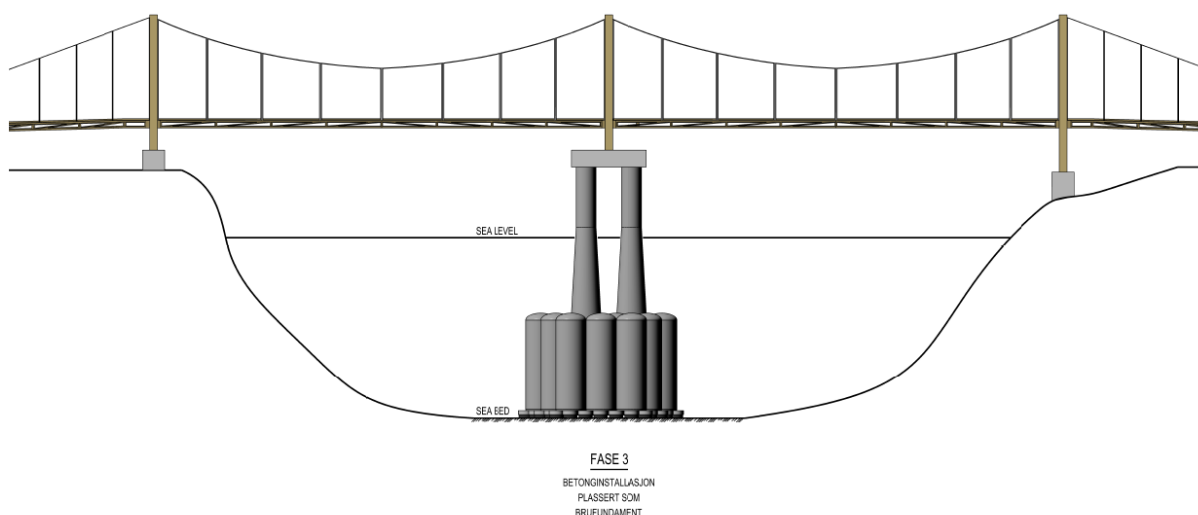
Scenarioet beskriver muligheten til å bruke betonginnretningen om igjen mer eller mindre fullstendig ved å reinstallere innretningen på sjøbunn i forbindelse med et fjordkryssingsprosjekt.

Dette scenarioet er tidligere blitt studert i regi av Vegdirektoratet på 1980-tallet. Det kan være en stor nytteverdi i det videre utviklingsarbeidet å se nærmere på konklusjonene fra disse studiene. I tillegg kan det nevnes at Statens Vegvesen er i gang med et prosjekt som ser på kryssing av dype fjorder på Vestlandet, blant annet fergefri forbindelse for E39.

Et eksempel på vurdering av ombruk av oljeinnretninger som brofundament, er utredningene om innretningsbro over Mistfjorden i Nordland. Der er det gjort utredninger om ombruk av stålunderstell fra Veslefrikk A og Frigg DP2 [14] samt betongunderstell fra Statfjord A som brofundament på riksveg 834 mellom Misten og Festvåg [15].



Figur 17 Scenario 3, fase 1 og 2 [13].



Figur 18 Scenario 3, fase 3 [13].

Miljømessige forhold

Før det tas beslutning om hvordan en betonginnretning skal slutt disponeres, må det bringes klarhet i om den inneholder helse- og miljøskadelige stoffer som eventuelt begrenser mulighetene for ombruk og materialgjenvinning. Det bør i størst mulig grad også gjennomføres miljøsanering før eventuell reflyting og ilandføring.

Det er imidlertid påpekt i flere rapporter at det er urealistisk å fjerne alle helse- og miljøskadelige stoffer. Avleiringer og bunnfall med høyt voksinnhold vil for eksempel kunne sitte godt fast til betong og andre overflater og være vanskelig å fjerne.

Selve betongen fra en utrangert betonginnretning, spesielt overflaten på innvendige vegger i tanker og celler, kan også være forurenset av helse- og miljøfarlige stoffer, for eksempel tungmetaller, olje, PAH, PCB og andre organiske miljøgifter. Omfanget av eventuell forurensning må kartlegges og vurderes i hvert enkelt tilfelle.

I forurensingsforskriften er det fastsatt normverdier for de vanligste uorganiske og organiske miljøgiftene. Dersom det påvises konsentrasjoner over normverdien i betongen, må det gjennomføres en risikovurdering mht. disponeringen av den forurensete betongen. Dette innebærer for eksempel at dersom maling, puss eller fugemasser på betongen inneholder PCB over normverdien, kan betongen ikke brukes til utfyllingsformål uten at PCB-holdig maling, puss og fuger er fjernet fra betongen [16].

Erfaringsmessig har det vist seg at betong som er forurenset av olje, kan ha store forskjeller i oljekonsentrasjonen innover i betongen, noe som er nært knyttet til den oljetypen som er til stede, hvor lenge den har vært i kontakt med betongen og betongfastheten. Erfaringer fra risikovurderinger knyttet til forurenset rivebetong er at dersom betongen legges under tette dekker eller blir overdekket med rene masser, vil potensiell eksponering være minimal. Dette skyldes i hovedsak at olje blir bundet i betongen.

Dersom rivebetongen har omfattende forurensning, dvs. konsentrasjoner over grensen for farlig avfall, må den leveres godkjent mottak for farlig avfall, se avfallsforskriften kapittel 9 om deponering av avfall og kapittel 11 om farlig avfall.

Utslipp til luft

Ved ilandføring av betonginnretninger for opphugging og materialgjenvinning, vil drift av fartøyer, kjøretøyer, maskiner og annet utstyr som trengs for å gjennomføre de forskjellige arbeidsoperasjonene, medføre betydelige utslipp til luft, først og fremst av CO₂, SO₂ og NO_x. I forbindelse med avviklingen av Friggfeltet ble det beregnet hvor store utslipp av disse forurensningskomponentene man ville få ved å reflyte TCP2 og transportere denne til land for opphugging og materialgjenvinning. Resultatene er vist i Tabell 4.

| Operasjon | | CO ₂ tonn | NO _x tonn | SO ₂ tonn |
|----------------------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| Marine operasjoner | Mobilisering og demobilisering | 5 000 | 90 | 19 |
| | Reflyting, dvs. fjerning fra sjøbunn | 14 000 | 270 | 54 |
| | Transport til utenfor mottaksanlegget eller til kai | 13 000 | 240 | 48 |
| | Ilandføringsoperasjoner | 5 000 | 110 | 21 |
| Demolering | | 1 000 | 113 | 0,3 |
| Resirkulering av armering | | 16 000 | 26 | 63 |
| Total luftutslipp | | 55 000 | 750 | 205 |

Tabell 4 Oppsummering av luftutslipp i forbindelse med mulig disponering på land av TCP2 på Friggfeltet (innretningen ble etterlatt på feltet). Utslipp fra fjerning av toppdekket inngår ikke i tallene [16].

Opphugging av betonginnretninger vil ellers omfatte arbeidsoperasjoner som medfører betydelige støvutslipp, herunder oppmeisling, knusing, skjæring og eventuelt sprengning av betongen og påfølgende håndtering av de knuste betongmassene. I tillegg vil det kunne bli støvflukt fra selve bedriftsområdet, spesielt i tørt vær og vind.

Det antas at det i noen grad vil være mulig å begrense utslipp og spredning av støv gjennom forskjellige tiltak som for eksempel skjerming av støvende arbeidsoperasjoner, bruk av vannspredere og hyppig feiing av utendørs arealer med fast dekke. Uten konkrete erfaringer å kunne vise til, er det imidlertid vanskelig å forutse hvor store restutslipp som må påregnes.

Dersom det viser seg at støv fra demoleringsaktivitetene spres til omgivelsene i nevneverdig grad, vil det måtte gjennomføres målinger av svevestøv og nedfallsstøv for å vurdere om gjeldende krav og retningslinjer overholdes.

Kravene til maksimale tillatte konsentrasjoner av svevestøv er gitt i forurensningsforskriften § 7. Døgnmiddelkonsentrasjonen av svevestøv (PM10) skal ikke overstige $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mens årsmiddelverdien ikke skal overstige $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

For nedfallsstøv er det ikke fastsatt generelle grenser som gjelder direkte for mottaksanlegg for utrangerte offshoreinnretninger. NILU (Norsk institutt for luftforskning) opererer imidlertid med følgende vurderingskriterier for støvnedfall:

| | |
|------------|---|
| Svært høyt | $>13 \text{ g}/\text{m}^2$ pr. 30 døgn |
| Høyt | $8-13 \text{ g}/\text{m}^2$ pr. 30 døgn |
| Moderat | $3-8 \text{ g}/\text{m}^2$ pr. 30 døgn |
| Lavt | $<3 \text{ g}/\text{m}^2$ pr. 30 døgn |

Forurensningsforskriftens § 30-5 fastsetter ellers følgende krav til virksomheter som produserer pukk, grus, sand og singel:

Utslipp av steinstøv/støv/partikler fra totalaktiviteter fra virksomheten skal ikke medføre at mengde nedfallsstøv overstiger $5 \text{ g}/\text{m}^2$ i løpet av 30 dager. Dette gjelder mineralsk andel målt ved nærmeste nabo, eller annen nabo som eventuelt blir mer utsatt, jf. § 30-9.

Ved eventuell fastsettelse av bindende krav til støvnedfall i mottaksanleggenes tillatelser etter forurensningsloven, vil det være naturlig å ta utgangspunkt i NILUs retningslinjer og kravene i forurensningsforskriften § 30.

Dersom det er gjenværende begroing på moduler/elementer/blokker som løftes på land, vil dette kunne gi luktproblemer rundt mottaksanlegget. Slik begroing bør derfor fjernes så raskt som mulig. Mellomlagring og/eller videre håndtering av begroingen på land vil også kunne gi luktproblemer. Bruk av nitratbaserte produkter som hindrer sulfiddannelse ved bakteriell nedbrytning av begroingen, vil kunne redusere disse problemene.

Utslipp til vann

Forurensning av det ytre miljø med utslipp til vann kan for eksempel skje fra følgende kilder på et mottaksanlegg:

- utslippspunkt for avløpsledninger
- oljeutskillere med dremskummer/sandfangskummer
- rengjøringsaktiviteter
- lagringstanker på betonginstallasjonen
- tankanlegg på mottaksanlegget
- utslipp fra fartøy involvert i ilandføringsoperasjoner
- lagringsplass for farlig avfall
- avrenning fra arealer

Forurensningsparametere som kan forekomme i vann fra et typisk mottaksanlegg, kan blant annet være:

- hydrokarboner
- tungmetaller, for eksempel arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink
- polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- polyklorerte bifenyler (PCB)
- bromerte flammehemmere (BFH)
- lavradioative forbindelser
- totalt organisk karbon (TOC)
- næringssalter

Avrenning fra aktivitetene kan kontrolleres blant annet ved å ha tette dekk og oppsamlingsystemer som leder vannet til renseanlegg og oljefiltre. For å holde utslippene lavest mulig og forhindre for stor belastning på renseanleggene, vil det også være viktig med hyppig feiing av flater med fast dekke.

EUs rammedirektiv for vann (vanndirektivet) fastlegger overordnede rammer for forvaltning av vannressurser. Direktivet er implementert i Norge gjennom vannforskriften. Sentrale krav er at det skal oppnås god økologisk tilstand i vannforekomstene og at det ikke skal iverksettes tiltak som fører til vesentlig forringelse av tilstanden. Det skal også utarbeides forvaltningsplaner på regionalt nivå som skal legges til grunn for fylkeskommunal virksomhet, og som skal være retningsgivende for kommunal og statlig planlegging og virksomhet i vannregionene.

Støy

Oppmeisling, knusing, skjæring og eventuell sprengning av betonginnretninger vil generere støy. I tillegg vil det være støy fra drift av kraner og dieselmotorer, samt fra trafikk og rengjøringsaktiviteter. Det vil kunne være utfordrende å finne gode tiltak for å begrense støyproblemer knyttet til opphugging av betonginnretninger ved/på land. Aktuelle tiltak ved kildene kan være, om mulig, å velge støysvakt utstyr og forskjellige typer avskjerming av støyende aktiviteter. Ved utsatte naboeiendommer kan det vurderes forbedret støyisolering av hus og bygging av støyskjermer.

Miljøverndepartementets planretningslinjer for støy (T-1442) [17] angir anbefalte støykrav for bl.a. industriell virksomhet som skal ligge til grunn for kommunale reguleringsplaner. Bindende støykrav fastsettes også i mottaksanleggenes tillatelser etter forurensningsloven.

Det må antas at mesteparten av støyen vil være impulspreget og dermed oppfattes som mer sjenerende enn støy av mer jevn karakter. T-1442 anbefaler at impulsstøy reguleres strengere enn annen støy.

Generelt om disponering av avfall

Ut fra miljø- og ressursmessige hensyn skal avfall håndteres i følgende prioriterte rekkefølge: ombruk, materialgjenvinning, energigjenvinning og deponering.

Ombruk betyr at et produkt i sin opprinnelige form blir brukt på nytt, og krever normalt ingen tillatelse. For at produktet skal kunne ombrukes, forutsettes det at det ikke inneholder helse- og miljøfarlige stoffer eller materialer som i dag er forbudt, for eksempel kvikksølv, PCB eller asbest.

Materialgjenvinning: For at et materiale skal kunne sies å være gjenvunnet, må samtlige av følgende krav være oppfylt:

- Materialet må i sin nye bruksform ha en funksjon utover volumet, for eksempel isolerende egenskaper.
- Det må på forhånd kunne spesifiseres egenskaper for materialet.
- Materialet må ha en verdi for noen. Disponeringen må skje fordi mottaker har bruk for det, og ikke fordi leverandøren vil bli kvitt det.
- Materialet må ikke være forurenset av annet avfall eller miljøskadelige komponenter.

Gjenvunnet materiale kan brukes uten særskilt tillatelse fra forurensningsmyndighetene dersom materialet og bruken av det tilfredsstiller kriteriene som er nevnt ovenfor. Ren, nedknust betong kan derfor benyttes i tilfeller der en ellers ville brukt tilsvarende mengder av pukk eller andre fyllmasser.

Energigjenvinning innebærer at avfall forbrennes. Ved å brenne avfallet i moderne energigjenvinningsanlegg, omformes avfallsproblemet til en viktig energiressurs.

Deponering er i utgangspunktet kun et alternativ dersom materialet ikke kan ombrukes eller gjenvinnes iht. overnevnte kriterier.

Energigjenvinning og deponering på land anses å være lite aktuelle disponeringsløsninger for hovedbestanddelene i betonginnretningene på (betong og armeringsjern). Ombruk av betongelementer og gjenvinning av betong og armeringsjern kan være aktuelle løsninger og omtales nærmere nedenfor.

Ombruk og gjenvinning av betong

Dette delkapitlet er i sin helhet basert på rapporten fra Multiconsult [16] og referanser i denne.

Publikasjon fra Norsk Betongforening [18] omhandler bruk av resirkulert tilslag til betong. I Finland blir det meste av demolert betong gjenbrukt som utfyllingsmateriale. Det blir påpekt at knust betong er ideelt som utfyllingsmateriale, ettersom den knuste betongen inneholder ureagert sement og derfor vil bli hardere ved bruk, og dermed ha større/bedre bæreevne.

I USA har firmaet Recycled Materials Company Inc. spesialisert seg på resirkulering av betong og asfalt. Produktene de kan levere er bærelag for veg, grove fraksjoner, dreneringslag i grøfter, strukturell tilbakefylling, landskapsstein, stein for hjulspor, tildekkingsmaterialer, bærelag under fundamenter, dreneringsmasser, vaska tilslag og grusing av sti/gårdsplass.

Mengdene av betong som kan bli generert fra utrangerte betonginnretninger, vil variere mellom 120 – 550.000 tonn pr installasjon; noe som er i samme størrelsesorden som det totale steinuttaket i Norge pr år. Totalt innebærer dette at Condeep-innretningene på norsk sokkel har ca 4,5 millioner tonn betong og armeringsjern. I henhold til en rapport fra Oljedirektoratet [19] er det mange aktuelle bruks- og markedsområder for de ulike produktene:

- Finfraksjonen blir, avhengig av størrelsen på aggregatene og kvaliteten, brukt som tilslagmateriale i ny betong og asfalt, som bærelag for veibygging eller som fyllmateriale i ulike typer utfyllinger.
- Grovere fraksjoner av nedknust betong kan brukes i utfyllinger, avhengig av størrelsen på aggregatene og kvaliteten.
- Større armerte betongdeler kan for eksempel benyttes til erosjonssikring.
- Moduler/ringer kan for eksempel benyttes innen oppdrettsindustrien (betongtanker) eller som fundament for vindmøller.

Større elementer kan også tenkes brukt som brokar, fundament for nye kaiområder etc [13,14,15].

Fordelene med ombruk og gjenvinning av betong vil først og fremst være knyttet til redusert forbruk av ikke-fornybare ressurser (pukk, sand etc.) og mindre naturinngrep i tilknytning til dette. For enkelte formål vil sannsynligvis også resirkulert betong ha egenskaper som gjør den bedre egnet enn andre materialer. Det at betongfastheten øker med alder p.g.a. innhold av ureagert sement vil eksempelvis for noen bruksområder kunne være gunstig.

Ombruk og gjenvinning av betong er likevel forbundet med mange utfordringer. De store mengdene som det er snakk om gjør at det kan være utfordrende å få avsetning for betongen innen rimelig tid etter opphugging. Mellomlagring og sluttdisponering av betongelementer/blokker som det ikke lar seg gjøre å finne bruksområder for, vil kunne være en utfordring både med tanke på kostnader og arealbeslag. Ombruk av større betongelementer forutsetter at disse kan transporteres til aktuelle brukssteder uten at egenskapene til den armerte betongen blir nevneverdig dårligere. Spørsmål om produktansvar, både med hensyn til sikkerhet og holdbarhet, vil kunne redusere omsetningsmuligheten av betongdelene. Ved bruk av betongblokker som kystsikringsstein må det tas hensyn til faren for korrosjon av armeringsjern. Et annet perspektiv vil være knyttet til estetikk ved bruken av betongblokker til denne type formål.

Gjenvinning av armeringsjern

I en rapport fra Dames & Moore fra 1997 [20] er det påpekt at det er mange utfordringer knyttet til separering av armeringsjern i forbindelse med knusing av betong. Til gjengjeld er mengden armeringsjern som kan gå til gjenvinning, stor og må ses i sammenheng med alternativet som er å utvinne jernmalm med tilhørende industrielle prosesser for å få produsert armeringsjern.

Et eksempel er betonginstallasjonen Gullfaks A, som har ca. 130 000 m³ betong med ca. 270 kg armeringsjern per m³ betong. Dette betyr totalt 312 000 tonn med betong og ca. 35 000 tonn med armeringsjern.

Armeringsjern som gjenvinnes kan derfor, i motsetning til de fleste andre avfallsfraksjonene, være en god inntektskilde.

Disponering av annet avfall

På et mottaksanlegg vil det bli generert mange forskjellige typer avfall, og anlegget må derfor være tilrettelagt for å kunne behandle disse for eventuell mellomlagring og ekspedering til mottak for farlig avfall.

Energi- og miljøregnskap

Energiforbruket ved disponering av betonginnretninger ved land vil være avhengig av en rekke faktorer, herunder installasjonens størrelse, avstanden til mottaksanlegget og hvorvidt større deler av innretningen kan gjenbrukes eller om den blir opphøgd for materialgjenvinning. I forbindelse med avviklingen av Friggfeltet ble det beregnet hvor mye energi som ville brukes i forbindelse med disponering av innretningen TCP2, som ble besluttet etterlatt. TCP2 utgjør totalt ca 230 000 tonn og er dermed en relativt liten betongkonstruksjon sammenliknet med de andre konstruksjonene på norsk sokkel (se vedlegg 1). Beregningen konkluderte med et totalt energiforbruk på 673 000 GJ for TCP2, noe som tilsvarer årsforbruket av elektrisitet til en by med ca 10 000 innbyggere.

| Operasjon | | Energiforbruk, Gigajoule |
|---------------------------|---|--------------------------|
| Marine operasjoner | Mobilisering og demobilisering | 68 000 |
| | Reflyting, dvs. fjerning fra sjøbunn | 194 000 |
| | Transport til utenfor mottaksanlegget eller til kai | 172 000 |
| | lilandføringsoperasjoner | 74 000 |
| Demolering | | 14 000 |
| Resirkulering av armering | | 150 000 |
| Total energiforbruk | | 673 000 |

Tabell 5 Oppsummering av energiforbruk i forbindelse med mulig disponering på land for TCP2 på Friggfeltet. Energiforbruk ved fjerning av overbygning inngår ikke i tallene [16].

Tekniske problemer og/eller ugunstige værforhold under arbeidet med reflyting og transport vil kunne medføre betydelige forsinkelser og dermed økt energiforbruk. Resirkulering/knusing av betong krever omtrent det dobbelte energiforbruket per tonn som uttak fra et steinbrudd.

6. Etterlatelse av betonginnretninger offshore

Etterlatelse på feltet vil være et kostnadseffektivt alternativ som også kan ha sikkerhetsmessige og miljømessige fordeler. Til nå har to betonginnretninger blitt etterlatt på norsk sokkel.

Teknisk gjennomførbarhet

Det vil bli langt færre tekniske utfordringer ved å la selve betongkonstruksjonene stå igjen enn ved andre disponeringsløsninger. Riving av overbygning vil imidlertid være mer utfordrende til havs enn ved land. I tillegg kommer utfordringene og teknologikvalifisering hvis skaftene skal kuttes. Skaftene kan stikke over havoverflaten dersom de er godt merket med lys og navigasjonsutstyr. Fjerning av eventuell forurensning i cellene kan by på utfordringer dersom det skal gjøres. Men ikke alle betongunderstellene har oljelager.

Alternativer ved disponering offshore

Alternativer kan være etterlatelse med skaftene intakt med permanent merking, kutting av skaftene for etterlatelse på havbunnen eller kutting av skaftene ned til 55 m under havoverflaten og eventuell ilandføring av skaftene. Det er imidlertid usikkert om det finnes kvalifisert teknologi for å gjøre dette på en kontrollert måte.

Sikkerhet

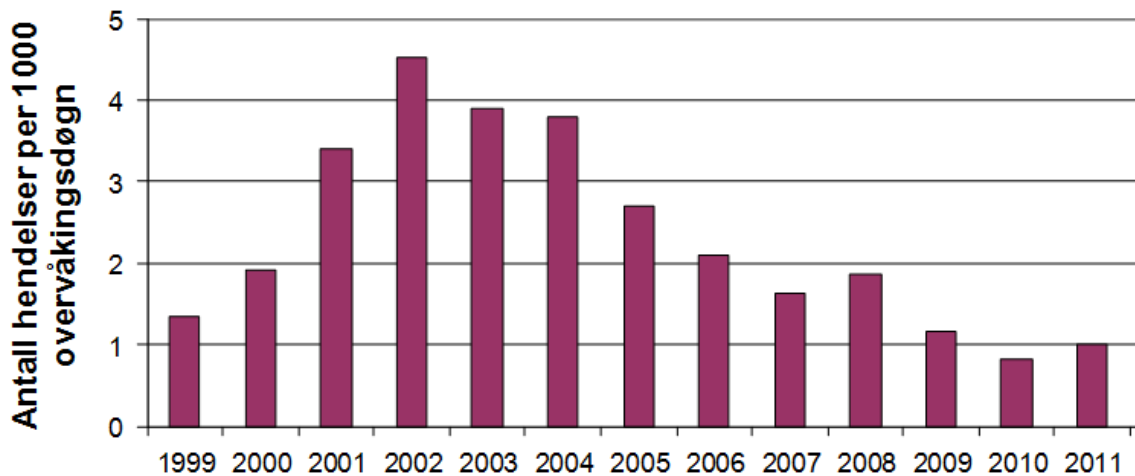
Hensynet til skipsfart

Ut fra Sjøfartsdirektoratets database [21] over skipsuhell kan det ikke vises til noen overhyppighet av episoder nær opp mot oljeinnretninger. De registrerte episodene er knyttet til fartøyer som har direkte tilknytning til petroleumsfeltet. Men intensiv overvåking av farvannet rundt innretningene vurderes å ha redusert antall uhell, og denne overvåkingen forventes å bli redusert i forbindelse med nedstenging av innretningen [22]. En må anse at det er fare for kollisjon mellom skip og alle etterlatte betongkonstruksjoner.

Olje- og energidepartementet har vurdert risikoen for kollisjon mellom skip og en gjensatt betonginnretning som liten sammenlignet med risikoen forbundet med fjerning, forutsatt at det blir installert navigasjonshjelpemiddel (bl.a. lys og elektronisk merking) på innretningen [23]. Departementet krever også at posisjonen oppdateres i elektroniske kart og navigasjonsdatabaser.

I Petroleumstilsynets risikovurdering [24] viser antall skip på kollisjonskurs med innretninger over tid. I Figur 19 er antallet oppdatert til også å dekke 2011. Reduksjonen i antall hendelser blir knyttet opp til forbedret overvåking. Det har vært to kollisjoner mellom passerende skip og innretninger på norsk sokkel siden 1980. Ingen av kollisjonene har gitt vesentlige skader på fartøyet eller innretningene. Om en regner med med 32 år og et gjennomsnitt på 50 innretninger i denne perioden, blir årlig observert kollisjonsfrekvens $P = 2 / (32 * 50) = 1 * 10^{-3}$. Om en antar at en ved bedre overvåking og bedre systemer på fartøyene har bedret sikkerheten med en faktor opp til 10 i forhold til gjennomsnittet for denne perioden, vil den årlig kollisjonssannsynlighet per innretning være mellom $1 * 10^{-3}$ og $1 * 10^{-4}$. Med 12 etterlatte innretninger vil en ha en kollisjon i størrelsesorden en gang mellom hvert hundre år og ett

tusen år. Samtidig vil merkingen av de etterlatte innretningene være viktig. Sannsynligheten for betydelig skade på et fartøy ved en kollisjon vil være lavere.



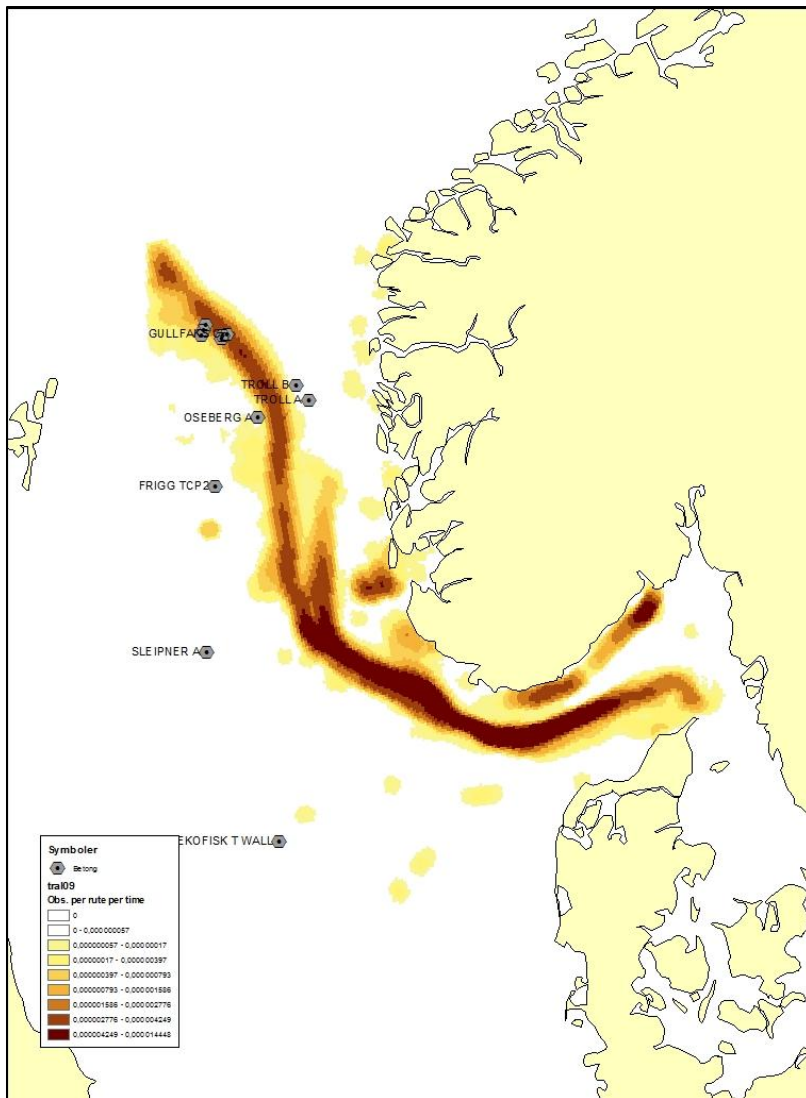
Figur 19 Antall hendelser med skip på kollisjonskurs i forhold til antall innretninger overvåket fra Sandsli TTS [24, oppdatert av Ptil].

Hensynet til fiskeri

I drift utgjør petroleumsinnretningene et fysisk hinder for fiskeriet, på grunn av sikkerhetssoner og restriksjoner på ferdsel. Etterlatelse vil også medføre at arealer blir utilgjengelige for fiske, men de båndlagte arealene vil bli mindre enn under drift. Dersom en ser bort fra størrelsen, vil etterlating av betonginnretninger ikke arte seg annerledes enn andre objekter (for eksempel steiner og skipsvrak) på bunnen som må unngås. Multiconsult [16] har via Fiskeridirektoratet innhentet posisjonsdata fra norske fiskebåter for 2009 som vist i Figur 20.

Under forutsetning av at alle andre fremmede objekter på bunnen fjernes, vil trålfiske kunne foregå tett opp mot en etterlatt betonginnretninger. I teorien vil tapt areal bare representeres av den ytre grensen rundt alle skaftene og tankene ved bunnen, og alle sider av denne ytterkanten vil kunne passeres med trål. Etterlatelse av betonginnretninger antas derfor i liten grad påvirke trålfisket i nærområdet [16].

Etterlatelse av betonginnretningen vurderes til å ha liten negativ effekt på notfisket i Nordsjøen. Mållartene i dette fiskeriet beveger seg fritt, og fisket pågår der artene til en hver tid er tilgjengelig i fangbare mengder.



Figur 20 Oversikt over norske trålere i aktivt fiske i Nordsjøen 2009. En piksel i fargeskraveringen representerer 6 x 6 km [16]

Miljømessige forhold

En hver kunstig konstruksjon, inkludert en betonginnretning, som stikker opp over sjøbunnen, vil fungere som et kunstig rev. Dette gjelder både mens innretningen er i drift, og ved en eventuell etterlatelse av hele eller deler av innretningen.

Begroing av konstruksjonene avhenger av konstruksjonens overflate, lys- og strømningsforhold og hvilket dyp konstruksjonen befinner seg på.

En betonginnretning plassert ned til dybder over 300 meter på norsk sokkel danner på en og samme lokalitet habitat for både arter en normalt finner i strandsonen og arter som normalt bare finnes på større dyp.

Studier av produksjonen av biomasse på stålstaginnretninger viser at denne er langt høyere enn produksjonen i kystnær tareskog, som er en av de mest produktive naturtypene i Norge. Det finnes ikke tilsvarende studier for betonginnretninger, men det er ingen tvil at også betonginnretninger har tilført nytt habitat til Nordsjøen.

Ved eventuell fjerning av betonginnretningen vil den etablerte faunaen på konstruksjonene forsvinne, og over tid vil naturtilstanden bli slik det var før innretningen ble satt på plass. I forhold til dagens situasjon innebærer dette både redusert artsmangfold og redusert mengde biomasse.

Forskning viser at etterlatelse av betonginnretninger ikke vil ha noen effekt på fisk på populasjonsnivå, men betonginnretningene vil på grunn av den økte biomassen og artsmangfoldet kunne fungere som et område med større tetthet sammenlignet med områder lenger borte fra innretningene [16].

Et mulig miljøproblem på lang sikt kan være en eventuell utlekking av forurensende stoffer fra selve betongen og fra lagercellene ved bunnen. Det antas imidlertid at dersom beina etter hvert forvitrer og knekker, vil lagercellene eventuelt stå som store "sedimentfeller" på bunnen, og naturlige partikler i vannmassene vil kunne dekke eventuelle forurensede sedimenter nede i cellene.

7. Samlede miljømessige vurderinger av ulike disponeringsløsninger

I vedlegg 2 er det presentert en tabell som gir en samlet oversikt over miljømessige konsekvenser og andre fordeler og ulemper ved forskjellige alternativer for sluttdisponering av utrangerte betonginnretninger.

De potensielle miljøkonsekvensene ved å ta innretningene til land vil kunne bli betydelige. Det er fare for uhell i forbindelse med operasjonen med å ”reflyte” innretningene og transportere disse til land, men konfliktene er først og fremst knyttet til miljømessig forsvarlig rengjøring, demolering og mellomlagring av avfall. Operasjonene medfører fare for spredning av forurenset vann, og de vil generere mye støv og støy. Det kreves tilgjengelige arealer, både på land og i sjø, og potensielt konfliktnivå med naboer antas å være betydelig. Reflytingsoperasjonene og transporten vil også medføre store utslipp av klimagasser.

Miljøkonsekvensene ved å etterlate betonginnretninger på sokkelen anses å kunne bli relativt beskjedne. Det vil være utslipp til sjø i forbindelse med rengjøring og klargjøring til etterlatelse offshore. Den biologiske produksjonen som i dag foregår på innretningene, vil forsvinne dersom disse fjernes. Etterlatelse vil i liten grad påvirke fiskepopulasjoner, men vil kunne komme i konflikt med fiskeriinteresser på grunn av båndlegging av areal.

Energibruk og utslipp til luft vil bli langt lavere ved å etterlate betonginnretningene offshore enn ved å disponere disse på land.

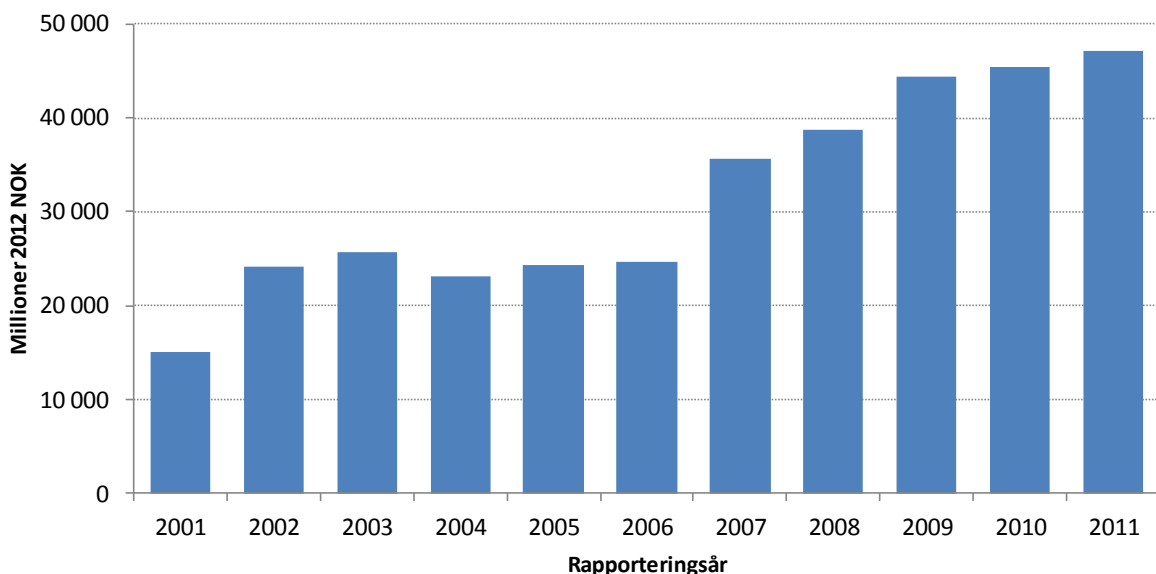
Samlet sett tyder foreliggende informasjon på at etterlatelse offshore vil ha minst miljømessige konsekvenser.

8. Antatte kostnader ved disponering

Oljedirektoratet mottar årlig rapportering per felt hvor kostnadene er fordelt på avslutningskostnader og disponeringskostnader. Myndighetene har begrenset innsikt i detaljerte estimater knyttet til disponering. Slike kostnader inngår som en del av avslutningsplanene for konkrete felt som skal leveres to til fem år før avslutning.

Avslutningskostnadene er kostnadene som påløper frem til innretningene er klare til endelig disponering, det vil si brønnplugging, rengjøring og klargjøring til disponering. Disponeringskostnader er kostnader knyttet til fjerning, transport og opphugging, eventuelt etterlatelse. Det rapporteres per i dag ikke kostnader per innretning eller deler av disse.

Nedenfor vises en oversikt over utviklingen i disponeringskostnader innrapportert på feltene med bunnfast betongunderstell. Det er viktig å være klar over at kostnadene inkluderer dekkсанlegg og andre innretninger knyttet til det samme feltet. Et eksempel er Osebergfeltet, som i tillegg til betonginnretningen Oseberg A også har tre innretninger med stålunderstell og flere undervannsinnetninger. Ved datainnhentingen skal operatørene rapportere forventningsrette estimat. Siden det er usikkerhet knyttet til om betongunderstellene vil bli fjernet, er det for flere felt rapportert vektete kostnadsestimat, hvor en antatt sannsynlighet for fjerning av understellet er multiplisert med estimert kostnad for fjerningen.



Figur 21 Utvikling i totale disponeringskostnader for bunnfaste betonginnretninger i drift. Kilde: OD

Figur 21 ovenfor viser at rapporteringen sannsynligvis var mangelfull før høsten 2002. I de siste årene er de rapporterte kostnadene økt betydelig. Dette er delvis knyttet til at estimatene er blitt bedre etter at næringen har fått erfaringstall fra gjennomførte disponeringer. En annen årsak er den generelle kostnadsveksten knyttet til all aktivitet på sokkelen.

En stor utfordring er at det ikke eksisterer relevant sammenligningsgrunnlag for å estimere kostnader knyttet til reflyting, transport og resirkulering av denne type betonginnretninger. Det er nok mulig å estimere en kostnad, men usikkerheten vil være stor. En illustrasjon på usikkerheten kan være de overskridelsene vi kjenner til fra utbygging av felt. Her starter man med blanke ark og bygger noe som man selv bestemmer utførelsen av med kjente materialer

og metoder. Allikevel har vi mange eksempler på relativt store overskridelser knyttet til utbygginger. Når det gjelder disponering, er det mange usikkerheter knyttet til hva som faktisk skal fjernes, hva tilstanden på dette er og hvordan dette skal gjennomføres. For mindre stål-innretninger er vi i ferd med å få en viss erfaring som kan avhjelpe estimeringen. Men når det gjelder betongunderstell, har vi få, om noen, relevante referanser.

Mulige økonomiske fordeler knyttet til fjerning av betongunderstell

En åpenbar besparelse er knyttet til disponeringen av dekksanleggene. Dersom mest mulig av dekket kan være med betongunderstellet til land, vil det være mye å spare på offshoreaktiviteten knyttet til opphugging. I stedet for at det opereres med demontering av tunge moduler eller oppdeling i mindre enheter før transport til land, kan denne aktiviteten gjennomføres i smulere farvann med mindre kostbar arbeidskraft og utstyr. Hvor mye av dekksanleggene som eventuelt kan transporteres til land på denne måten, er uklart og vil variere fra innretning til innretning avhengig av oppdrift og balansepunkt.

En annen mulig besparelse er knyttet til rengjøring av innretningene. Det er imidlertid ikke like åpenbart at det er mulig å vente til understellet er ved land før dette kan gjennomføres, siden deballasteringsprosessen vil innebære at store volum må pumpes ut av celler og skaft.


9. Referanser

1. OGP, 2003, Disposal of disused offshore concrete gravity platforms in the OSPAR Maritime Area, rapport nr 338
2. Statoil, 2011, Avvikling og disponering av Statfjord A - forslag til program for konsekvensutredning
3. Norwegian Contractors, 1992, Refloating a concrete platform – possibilities and limitations - Offshore Northern Seas 28. august 1992, Trond Føsker
4. Dr.techn. Olav Olsen a.s, 2010, Disponering av betonginnretninger
5. OSPAR Decision 98/3 on the Disposal of Disused Offshore Installations:
<http://www.ospar.org/documents/dbase/decres/decisions/od98-03e.doc>
6. United nations convention on the law of the sea:
http://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/texts/unclos/closindx.htm
7. IMO-retningslinjene i resolusjon A.672:
<http://www.fao.org/DOCREP/003/W3591E/w3591e04.htm#bm4.5.2>
8. OSPAR Recommendation 2006/5 on a Management Regime for Offshore Cuttings Piles:
http://www.ospar.org/documents/dbase/decres/recommendations/06-05e_Rec%20drill%20cuttings%20regime.doc
9. Styringsforskriften § 17 om risikoanalyser og beredskapsanalyser
10. Styringsforskriften § 44, aktivitetsforskriften § 96 og innretningsforskriften § 82 tredje ledd med veiledning
11. Merknader til tolkningsgrunnlaget for forskrift for bærende konstruksjoner og retningslinjer for laster og lastvirkninger, status pr. 21.01.1989, OD rapport OD-89-14
12. DNV, 2008, OLF borekaks, datasammenstilling, 2008-4132/DNV
13. AF Decom Offshore AS, 2011, Utredning om tekniske utfordringer knyttet til transport, mottak og disponering av betonginnretninger ved land
14. SIB-rapport 3/2010 fra Handelshøgskolen i Bodø, 2010, Plattformbru over Mistfjorden – Miljøaspekter og lovmessige utfordringer, ref. [13] AF Decom Offshore AS
15. Aas-Jakobsen for Statens Vegvesen Region Nord, 2008, Rv. 834 Plattformbru over Mistfjorden – FoU-rapport, rapport nr 10282-01, ref. [13] AF Decom Offshore AS
16. Multiconsult AS, 2011, Utredning av miljøkonsekvenser ved disponering av betonginstallasjoner
17. Miljøverndepartementets retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging (T-1442)


18. Norsk Betongforening, 1999, Materialgjenvinning av betong og murverk for betongproduksjon, publikasjon nr. 26
19. Dr.techn. Olav Olsen a.s, 1996, Disponering av betonginnretninger – Resirkulering og gjenbruk
20. Dames & Moore, Reverse Engineering Ltd. 1997. Re-cycling of concrete, Environmental Account. Dismantling and Recycling of Concrete Platforms. Prepared for Aker NC, 10 Feb. 1997, pp. 53, ref [16] Multiconsult AS
21. Sjøfartdirektoratet datauttrekk:
<http://www.sjofartsdir.no/ulykker-sikkerhet/ulykkesstatistikk/datauttrekk/>
22. Sjøfartdirektoratet, 2010, Sjøfartdirektoratets registrerte skipsulykker i perioden 1981 til 2009. <http://www.sjofartsdir.no/no/sikkerhet/statistikk/Datauttrekk/> ref [16] Multiconsult AS
23. Stortingsproposisjon nr. 38 (2003-2004) og Stortingsproposisjon. nr. 9 (2008-2009), ref [16] Multiconsult AS
24. Petroleumstilsynet. Risikonivå petroleumsvirksomheten. Hovedrapport, utviklingstrekk 2010, norsk sokkel
[http://www.ptil.no/getfile.php/PDF/RNNP%202010/RNNP_hovedrapport_sokkel_2010_rev1b\[1\].pdf](http://www.ptil.no/getfile.php/PDF/RNNP%202010/RNNP_hovedrapport_sokkel_2010_rev1b[1].pdf)

Vedlegg 1 Generell beskrivelse av betonginnretningene på norsk sokkel

Innretninger i drift

| | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|--|
| Innretning | Oseberg A |  |
| Type | Condeep, 4 skaft | |
| Lokalisert | Nordlige delen av Nordsjøen | |
| Innretningens funksjon | Produksjon/Bolig | |
| Operatør | Statoil | |
| Vanddybde (m) | 109 | |
| Installasjonsår | 1987 | |
| Overbygningsvekt (tonn) | 37.000 | |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 320.000 | |
| Oljelagring | Nei | |

| | | |
|---------------------------------------|------------------------------|---|
| Innretning | Troll A |  |
| Type | Condeep, 4 skaft | |
| Lokalisert | Nordlige delen av Nordsjøen. | |
| Innretningens funksjon | Produksjon/Boring/ Bolig | |
| Operatør | Statoil | |
| Vanddybde (m) | 302 | |
| Installasjonsår | 1995 | |
| Overbygningsvekt (tonn) | 25.000 | |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 661.500 | |
| Oljelagring | Nei | |

| | | |
|---------------------------------------|------------------------------|--|
| Innretning | Troll B |  |
| Type | Semisub | |
| Lokalisert | Nordlige delen av Nordsjøen. | |
| Innretningens funksjon | Produksjon/ Bolig | |
| Operatør | Statoil | |
| Vanddybde (m) | 320 | |
| Installasjonsår | 1995 | |
| Overbygningsvekt (tonn) | 22.000 | |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 139.000 | |
| Oljelagring | Nei | |

| | | |
|---------------------------------------|--------------------------|---|
| Innretning | Draugen A |  |
| Type | Condeep, monotårn | |
| Lokalisert | Norskehavet | |
| Innretningens funksjon | Produksjon/Boring/ Bolig | |
| Operatør | Shell | |
| Vanddybde (m) | 252 | |
| Installasjonsår | 1993 | |
| Overbygningsvekt (tonn) | 28.000 | |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 208.000 | |
| Oljelagring (m³) | 222.582 | |

| | | |
|---------------------------------------|----------------------------|--|
| Innretning | Sleipner A |  |
| Type | Condeep, 4 skaft | |
| Lokalisert | Sørlige delen av Nordsjøen | |
| Innretningens funksjon | Produksjon/Boring/ Bolig | |
| Operatør | Statoil | |
| Vanddybde (m) | 83 | |
| Installasjonsår | 1993 | |
| Overbygningsvekt (tonn) | 37.000 | |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 788.000 | |
| Oljelagring | Nei | |

| Innretning | Gullfaks A |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Type | Condeep, 4 skaft |
| Lokalisert | Nordlige delen av Nordsjøen |
| Innretningens funksjon | Produksjon/Boring/ Bolig |
| Operatør | Statoil |
| Vanddybde (m) | 133 |
| Installasjonsår | 1986 |
| Overbygningsvekt (tonn) | 47.500 |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 651.000 |
| Oljelagring (m ³) | 189.989 |



| Innretning | Gullfaks B |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Type | Condeep, 4 skaft |
| Lokalisert | Nordlige delen av Nordsjøen |
| Innretningens funksjon | Produksjon/Boring/ Bolig |
| Operatør | Statoil |
| Vanddybde (m) | 141 |
| Installasjonsår | 1987 |
| Overbygningsvekt (tonn) | 27.000 |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 583.500 |
| Oljelagring | Nei |



| Innretning | Gullfaks C |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Type | Condeep, 4 skaft |
| Lokalisert | Nordlige delen av Nordsjøen |
| Innretningens funksjon | Produksjon/Boring/ Bolig |
| Operatør | Statoil |
| Vanddybde (m) | 216 |
| Installasjonsår | 1989 |
| Overbygningsvekt (tonn) | 52.000 |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 784.000 |
| Oljelagring (m ³) | 317.975 |



| | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Innretning | Statfjord A |
| Type | Condeep, 3 skaft |
| Lokalisert | Nordlige delen av Nordsjøen |
| Innretningens funksjon | Produksjon/Boring/ Bolig |
| Operatør | Statoil |
| Vanddybde (m) | 145 |
| Installasjonsår | 1977 |
| Overbygningsvekt (tonn) | 41.300 |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 254.000 |
| Oljelagring (m³) | 190.785 |



| | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Innretning | Statfjord B |
| Type | Condeep, 4 skaft |
| Lokalisert | Nordlige delen av Nordsjøen |
| Innretningens funksjon | Produksjon/Boring/ Bolig |
| Operatør | Statoil |
| Vanddybde (m) | 145 |
| Installasjonsår | 1981 |
| Overbygningsvekt (tonn) | 42.200 |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 434.000 |
| Oljelagring (m³) | 302.075 |



| | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Innretningen | Statfjord C |
| Type | Condeep, 4 skaft |
| Lokalisert | Nordlige delen av Nordsjøen |
| Innretningens funksjon | Produksjon/Boring/ Bolig |
| Operatør | Statoil |
| Vanddybde (m) | 145 |
| Installasjonsår | 1984 |
| Overbygningsvekt (tonn) | 48.100 |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 358.000 |
| Oljelagring (m³) | 302.075 |



| Innretningen | Heidrun A |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Type | Flytende strekkstag i betong |
| Lokalisert | Nordlige delen av Nordsjøen |
| Innretningens funksjon | Produksjon/Boring/ Bolig |
| Operatør | Statoil |
| Vandybde (m) | 345 |
| Installasjonsår | 1995 |
| Overbygningsvekt (tonn) | 65.000 |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 290.000 |
| Oljelagring (m³) | Nei |



Etterlatte innretninger

| | |
|--|------------------------------------|
| Innretning | Ekofisk T med barriere |
| Type | Doris |
| Lokalisert | Sørlige delen av Nordsjøen |
| Innretningens opprinnelige funksjon | Lagertank og beskyttende barrierer |
| Operatør | ConocoPhillips |
| Vanddybde (m) | 77 + nedsynking |
| Installasjonsår | 1973 + 1989 (barrieren) |
| Overbygningsvekt (tonn) | 33.400 |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 273.700 896.900 |
| Oljelagring (m³) | 158.987 |



| | |
|--|-----------------------------|
| Innretning | Frigg TCP2 |
| Type | Condeep, 3 skaft |
| Lokalisert | Nordlige delen av Nordsjøen |
| Innretningens opprinnelige funksjon | Produksjon |
| Operatør | Total |
| Vanddybde (m) | 102 |
| Installasjonsår | 1977 |
| Overbygningsvekt (tonn) | 22.900 |
| Fundament inkl. ballast (tonn) | 229.200 |
| Oljelagring | Nei |



Vedlegg 2 Oversikt over potensielle miljøkonsekvenser ved å etterlate betonginnretninger offshore, eller å sluttdisponere innretningene på land

| Aktivitet | Potensielle kilder til forurensning | Miljøkonsekvenser | Bekymring/uro | Positive elementer |
|--|--|--|---|--|
| Etterlating offshore | Hele betonginstallasjonen | Potensiell utlekking av forurensninger til vannsøyle og sedimenter, som kan påvirke habitater over lang tid. | Fysisk tilstedeværelse av konstruksjonen på sjøbunnen. | Mindre energiforbruk og luftutslipp enn reflyting, transport og opphugging |
| | | | Ingen mulighet til resirkulering av stål eller betong fra installasjonen. | |
| | | | Faktiske mengder og konsentrasjoner av miljøgifter i konstruksjonen. | Ingen forstyrning av biologisk mangfold på og rundt betonginstallasjonen |
| | | | Potensiell risiko knyttet til navigasjon og kommersielt fiske. | |
| Reflyting | Energiforbruk og luftutslipp fra fartøy, utstyr og kraner. Tap av utstyr/ballast etc. | Forurensning fra utslipp til vann og luft. | Utlekking av forurensninger til vannsøyle og sedimenter som kan påvirke habitater for marin flora og fauna. | Opprinnelig naturtilstand reetableres over tid. |
| | | Direkte påvirkning på marint liv og indirekte påvirkning knyttet til forstyrrelse av forurensete sedimenter. | Biologisk mangfold reduseres. | |
| Transport | Energiforbruk og luftutslipp. | Lokal reduksjon av luftkvalitet og vannkvalitet | Uhell/skade på installasjonen i forbindelse med transport. | Ingen |
| | Uhell/skade på fartøy eller installasjonen. | Utslipp av miljøgifter til sjø. | Obstruksjoner/rester på sjøbunnen. Tap av installasjonen. | |
| Ilandføring | Energiforbruk og luftutslipp | Lokal reduksjon av luft- og vannkvalitet. | Restriksjoner på ferdsel. | Ingen |
| | Bruk av eksplosiver, og/eller mekanisk kutting. | Forstyrrelse av lokalmiljøet i form av støy og støv. | Utlekking av forurensninger til vannsøyle og sedimenter, som kan påvirke habitater for flora og fauna med tilhørende næringskjeder. | |
| | Sediment forstyrrelser under reflyting og plassering på sjøbunnen utenfor mottaksanlegg/kai. | Mobilisering av sedimenter med tilhørende øket turbiditet i vannsøyla. | Rester på sjøbunnen etter ilandføringsaktiviteter. | |
| Opphugging og disponering på land | Fysisk | Visuell effekt, forstyrrelse i lokalmiljøet mhp. støy og støv. | Forstyrrelse av lokalmiljøet generelt. Fysisk tilstedeværelse og stort arealbeslag. | Tilgang på betong og armeringsjern som kan ombrukes eller materialgjenvinnes |
| | Energiforbruk og luftutslipp, ved bruk av kraner, knuseverk, og kjøretøy etc. | Betydelig utslipp til luft for å knuse opp betong i forhold til uttak i konvensjonelle steinbrudd. | Lokal/regional reduksjon av luftkvalitet. | |
| | Fjerning og behandling av marin begroing. | Lukt. Utslipp av overskuddsvann med partikler. Støy | Forurenset maling/betong med innhold av miljøfarlige stoffer i begroingen. | |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | Demoleringsprosesser | Utlekking av uønsket forurensning (tungmetaller/olje) til overflate-, grunn-, og sjøvann som kan påvirke næringskjeder. | Fine partikler og støv kan inneholde nitrogen. Avrenning fører til flere suspenderte partikler i vannet og skaper problemer for fisk/andre organismer. |
| | | Utslipp til luft, støvdannelse. Støy fra anlegget. Eutrofiering og økt sedimentering fra støvpartikler. | Arbeidsmiljø og helsemessig påvirkning på arbeidstakere og lokalmiljøet. |
| | Alt avfall levert til resirkulering/mellomlagring, dvs. avrenning fra arealer etc. på anlegget. | Utlekking av forurensede masser (rivebetong), som kan påvirke vann/grunnavann. | Store volum av rivebetong som ikke kan gjenbrukes eller brukes til utfylling. |
| | Transport av avfall på stedet og til godkjente mottak. | Fare for uhell/ulykker ved transport av helse- og miljøfarlige stoffer internt eller til godkjent mottak. | Lekkasjer fra kjøretøy eller fartøy med farlig avfall/forurensning i forbindelse med transport. |
| | Ikke godkjente mottak, deponier eller utfyllinger. | Spredning av forurensning | "Vill-fyllinger" |

Kilde: Multiconsult AS rapport [16]