

Rapport

Oppdrag: **Utredning av miljøkonsekvenser ved disponering av betonginstallasjoner**

Emne: **Miljøkonsekvenser**

Rapport: **Etterlating offshore og disponering ved land**

Oppdragsgiver: **Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif)**

Dato: **15. november 2011**

Oppdrag- / Rapportnr. **613547-RIM-RAP- / 001**

Tilgjengelighet Ikke begrenset

Utarbeidet av:	Joar Hovda/John Alvsvåg	Fag/Fagområde:	Miljøkonsekvenser
Kontrollert av:	Øyvind Høvdning	Ansvarlig enhet:	Miljøgeologi
Godkjent av:	Terje Røstbø	Emneord:	Betonginstallasjoner

Sammendrag:

Denne rapporten omhandler de ulike miljøkonsekvensene ved å enten etterlate betonginstallasjonene på norsk sokkel offshore eller å slepe de til land og disponere de der.

Miljøkonsekvensene ved å etterlate betonginstallasjoner i Nordsjøen er små. Den biologiske produksjonen som i dag foregår på installasjonene vil forsvinne dersom disse fjernes, og installasjonene påvirker ikke fiskepopulasjoner eller fiskeri. Dersom installasjonene påmonteres lys og navigasjonsutstyr er faren for konflikt med skipstrafikk liten. Dersom installasjonene i tillegg kuttes ned til minus 55 m under havoverflaten, vil de ikke medføre restriksjoner for skipstrafikk i det hele tatt.

Samtidig er de potensielle miljøkonsekvensene ved å ta installasjonene til land store. Det er selvsagt fare for uhell i forbindelse med operasjonen med å "reflyte" installasjonene og transportere disse til land, men konfliktene er først og fremst knyttet til miljømessig forsvarlig rengjøring, demolering og mellomlagring av avfall. Operasjonene forventes å medføre stor fare for spredning av forurenset vann, og vil generere mye støv og støy.

Det kreves et stort areal, både på land og i sjø, og potensielt konfliktnivå med naboer antas å være betydelig.

Med tanke på energibruk og utslipp til luft er det langt gunstigere å etterlate betonginstallasjonene offshore enn å disponere disse på land.

Samlet sett vil etterlating offshore derfor ha klart minst miljømessige konsekvenser.

Utg.	Dato	Tekst	Ant.sider	Utarb.av	Kontr.av	Godkj.av
2	15.11.11	Endelig utgave	49	JH/JA	ØH	TR
1	01.11.11	Rapport for kommentarer fra Klif	55	JH/JA	ØH	TR

Innholdsfortegnelse

1.	Sammendrag.....	3
1.1	Etterlating av betonginstallasjon offshore	3
1.2	Disponering ved land.....	4
1.3	Energi- og miljøregnskap	5
1.4	Konklusjon.....	5
2.	Innledning/forord	6
2.1	Akronymliste	6
3.	Etterlating av betonginstallasjoner offshore.....	7
3.1	Kunstige revs påvirkning på marint liv	7
3.2	Konflikter med fiskeri	11
3.3	Konflikter med skipsfart.....	14
4.	Disponering ved land	22
4.1	Arealbehov.....	22
4.2	Støy, støv og utslipp til luft og vann.....	24
4.3	Deponering og gjenbruk av materialer	32
4.4	Alternativ bruk ved land	37
5.	Energi- og miljøregnskap ved å ta installasjonen til land i forhold til etterlating	39
5.1	Innledning	39
5.2	Energibruk i forbindelse med ”reflyting”, dvs. fjerning fra sjøbunn.....	39
5.3	Energibruk i forbindelse med transport til mottaksanlegget.....	39
5.4	Energibruk i forbindelse med ilandføring på/ved mottaksanlegg.....	40
5.5	Energibruk i forbindelse med opphugging, sortering og prosessering på land.....	41
5.6	Metode for estimering av energiforbruk og utslipp til luft	41
5.7	Energiforbruk ved disponering på land	42
5.8	Utslipp til luft ved disponering på land	43
6.	Konklusjon.....	43
7.	Referanser	47

1. Sammendrag

I norsk sektor av Nordsjøen er det 12 betonginstallasjoner. Foreliggende rapport omhandler de ulike miljøkonsekvensene ved å etterlate installasjonene offshore eller å ilandføre disse. Rapporten inneholder også mulige alternative løsninger til riving og muligheter for gjenbruk, dersom installasjonen tas til land.

Rapporten er todelt; kapittel 3 er en vurdering av miljøkonsekvensene ved å etterlate betonginstallasjonen offshore, mens kapittel 4 er en vurdering av miljøkonsekvensene ved ilandføring. Kapittel 5 inneholder et energi- og miljøregnskap for de to alternativene. I kapittel 6 er det gitt en samlet oppsummering av de ulike miljøkonsekvensene.

1.1 Etterlating av betonginstallasjon offshore

En hver kunstig struktur, inkludert en betonginstallasjon, som stikker opp over sjøbunnen vil fungere som et kunstig rev. Dette gjelder både mens installasjonen er i drift, og ved en eventuell etterlating av hele eller deler av installasjonen.

Begroing av strukturene avhenger av strukturens overflate, lys- og strømningsforhold og hvilket dyp strukturen befinner seg på.

En betonginstallasjon plassert ned til dybder over 300 m i Nordsjøen danner på en og samme lokalitet habitat både for arter en normalt finner i strandsonen og arter som normalt bare finnes på større dyp.

Forskning viser at begroing på grunn av større og mer variert overflateareal skjer raskere på en stålstagplattform enn på en betonginstallasjon, men at forskjellen minker over tid. I tillegg til dybde, er lys- og strømningsforhold viktige parametere som er med på å bestemme begroingshastighet og artsmangfold. På grunn av de mange ulike vinklene og flatene er artsmangfoldet større på en stålstagplattform enn på en betonginstallasjon, men spesielt for fastsittende organismer kan betonginstallasjoner være gunstigere. Dette skyldes at den vertikale orienteringen gjør at organismene ikke utsettes for sedimentasjon. De fastsittende organismene vil over tid trekke til seg fritt bevegelig fauna som fisk og krepsdyr.

Studier av produksjonen av biomasse på stålstagplattformer 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 betonginstallasjoner. Men selv om begroing på stålstagplattformer og begroing på betonginstallasjoner ikke kan sammenlignes direkte, er det hevet over enhver tvil at også betonginstallasjonene tilfører mye nytt habitat til Nordsjøen.

I norsk sektor av Nordsjøen, som hovedsakelig består av hardbunn, er betonginstallasjoner installert i dybder fra 82 m (Sleipner A) til over 300 m (Troll A). Installasjonene tilfører derfor lokalt habitater for en rekke hardbunnsarter.

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

Forskning viser at etterlating av betonginstallasjoner ikke vil ha noen effekt på fisk på populasjonsnivå, men betonginstallasjonene vil på grunn av den økte biomassen og artsmangfoldet kunne fungere som et område med større tetthet sammenlignet med områder lengre borte fra installasjonene.

I drift påvirker oljeinstallasjonene fiskeriet negativt, på grunn av sikkerhetssoner og restriksjoner på ferdsel. Men dersom en ser bort fra størrelsen, vil etterlating av betonginstallasjonen ikke arte seg annerledes enn andre objekter (for eksempel steiner og skipsvrak) på bunnen som må unngås. Under forutsetning av at alle andre fremmede objekter på bunnen fjernes, vil trålfiske kunne foregå tett opp mot en etterlatt betonginstallasjon. 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. Etterlating av betonginstallasjonen vil derfor i liten grad påvirke trålfisket i nærområdet.

Etterlating av betonginstallasjonen vurderes også 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. Sannsynligheten for at en tilfeldig stim som et notfartøy prøver å fange skal svømme inn mot en av de 12 betonginstallasjonene anses som meget liten.

Ut fra Sjøfartsdirektoratets database over skipsuhell kan det ikke vises til noen overhyppighet av episoder nær opp mot oljeinstallasjoner. De registrerte episodene er knyttet til fartøyer som har direkte tilknytting til oljefeltet. Men intensiv overvåking av farvannet rundt installasjonene vurderes å ha redusert antall uhell, og denne overvåkingen forventes å bli redusert i forbindelse med nedleggelse av installasjonen.

Av betonginstallasjoner er det bare Ekofisktanken og Sleipner A-installasjonen som ligger innenfor sjøområder med et fremtidig trafikkbilde der det antas at det kan bli konflikter mellom skip. Dersom det er fare for kollisjon mellom skip i disse områdene, må en også anse at det er fare for kollisjon mellom skip og etterlatte betonginstallasjoner.

I forbindelse med avviklingen av Friggfeltet er ulempen med å etterlate betonginstallasjoner vurdert. Ved å etterlate installasjonen uten nedkutting vil en få moderate negative konsekvenser for fri ferdsel for skipstrafikken. For å kunne ha fri ferdsel i området er det beregnet at betonginstallasjonen må kuttes ned til minus 55 m under overflaten.

Olje- og energidepartementet har tidligere vurdert risikoen for kollisjon mellom skip og en etterlatt betonginstallasjon som liten sammenlignet med risikoer med fjerning, forutsatt at det blir installert navigasjonshjelpemiddel (bl.a. lys og elektronisk merking) på installasjonen.

1.2 Disponering ved land

I rapporten er det forutsatt at toppkonstruksjonene (bl.a. plattformdekket) er fjernet, og at det som er mulig å fjerne av helse- og miljøfarlig avfall er disponert forskriftsmessig før installasjonen tas til land.

Dette innebærer at betonginstallasjonen når det ankommer mottaksanlegget bare består av armert betong som i varierende grad vil være forurenset med diverse helse- og miljøfarlige stoffer, marin begroing og utstyr som er nødvendig for å slepe installasjonen til land.

Hovedaktivitetene, som bør gjennomføres i følgende rekkefølge, som påvirker utslippene er derfor:

1. Miljøsanering, dvs. fjerning av alt helse- og miljøfarlig avfall
2. Fjerning og behandling av marin begroing
3. Demolering (meisling/sprengning/oppdeling) av selve betongkonstruksjonen

For å sikre en miljømessig forsvarlig gjennomføring av prosessene over kreves det store arealer.

Mesteparten av miljøsaneringen vil være knyttet til ulike typer rengjøring, noe som forventes å gi store mengder forurenset vaskevann og et høyt forbruk av ulike kjemikalier.

Miljøsaneringen må derfor foregå på et egnet område, med strenge krav til oppsamling av prosessvann og sikker mellomagring av ulike typer farlig avfall, biologisk avfall (begroing) og lettere forurensete komponenter (rivebetong).

Det største arealbehovet forventes imidlertid å være til mellomagring av knust betong og armering. I dette arbeidet er det viktig å ha tilstrekkelige arealer til at det kan skilles mellom rein betong og forurenset betong.

Rein betong kan gjenbrukes, for eksempel som utfyllingsmasser, erosjonssikring eller som tilslag i ny betong, mens forurenset betong må leveres til godkjent mottak. Det forventes at mye av betongen som har vært i kontakt med olje eller andre kjemikalier (for eksempel fra lagringsceller) vil være forurenset og vanskelig å gjøre rein.

Forskning viser at gjenbruk av betong er miljømessig gunstig, bl.a. fordi man reduserer bruken av ikke-fornybare naturressurser. Det kreves imidlertid mer energi å gjenbruke betong enn å lage ny betong.

Også armeringsjern kan gjenbrukes. I tillegg til å være miljømessig gunstig, kan gjenbruk av armering også være en inntektskilde. Energiforbruket er høyere ved gjenbruk enn ved å lage ny armering.

I tillegg til utfordringer med å hindre utslipp av miljøgifter til vann, vil prosessen med demolering av betonginstallasjonene også medføre utfordringer med tanke på spredning av støv. Det forventes også at arbeidet vil medføre mye støv.

1.3 Energi- og miljøregnskap

Disponeringsløsninger og miljøvurderinger knyttet til disse vil ofte være av kvalitativ karakter og til dels utsatt for subjektive meninger. Det er derfor nyttig å vurdere metoder som er kvantitative, for eksempel energibruk og utslipp til luft ved forskjellige operasjoner eller løsninger.

I denne rapporten er det utarbeidet et energi- og miljøregnskap knyttet til energiforbruk med tilhørende luftutslipp av CO₂, NO_x og SO_x for hhv. etterlating offshore og disponering på land.

Det presiseres at det eksisterer et mangfold av ulike forslag til de ulike deloperasjonene og hvordan ilandføring av betonginstallasjoner skal gjennomføres.

Forutsatt at energibruk og utslipp til luft i forbindelse med fjerning av plattformdekk og alle andre deler av installasjonen unntatt understellet holdes utenfor, kreves det ingen energi å etterlate betonginstallasjonen, og det vil heller ikke være noe ytterligere utslipp til luft.

Hvis installasjonen derimot skal tas til land, må installasjonen først gjøres flytende ("reflytes"), taues til land og ilandføres i større eller mindre moduler/deler før den hugges opp. Deretter må mengdene sorteres og sluttdisponeres, enten i form av gjenbruk eller levering til godkjent deponi.

Basert på innhenting av data fra diverse kilder er det beregnet at disponering av betonginstallasjonen TCP2 fra Frigg-feltet vil medføre et energiforbruk på 673.000 Gigajoule, og et utslipp av 55.000 tonn CO₂, 750 tonn NO_x og 205 tonn SO₂.

1.4 Konklusjon

Miljøkonsekvensene ved å etterlate betonginstallasjoner i Nordsjøen er små. Den biologiske produksjonen som i dag foregår på installasjonene vil forsvinne dersom disse fjernes, og installasjonene påvirker ikke fiskepopulasjoner eller fiskeri.

Dersom installasjonene påmonteres lys og navigasjonsutstyr er faren for konflikt med skipstrafikk liten. Dersom installasjonene i tillegg kuttes ned til minus 55 m under havoverflaten, vil de ikke medføre restriksjoner for skipstrafikk i det hele tatt.

Samtidig er de potensielle miljøkonsekvensene ved å ta installasjonene til land store. Det er selvsagt fare for uhell i forbindelse med operasjonen med å "reflyte" installasjonen og transportere dette til land, men konfliktene er først og fremst knyttet til miljømessig forsvarlig rengjøring, demolering og mellomlagring av avfall. Operasjonene forventes å medføre stor fare for spredning av forurenset vann, og vil generere mye støv og støy.

Det kreves et stort areal, både på land og i sjø, og potensielt konfliktnivå med naboer antas å være betydelig.

Med tanke på energibruk og utslipp til luft er det langt gunstigere å etterlate betonginstallasjonen offshore enn å disponere dette på land.

Samlet sett vil etterlating offshore derfor ha klart minst miljømessige konsekvenser.

2. Innledning

Oljedirektoratet inviterte i oktober 2010 Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif) og Petroleumstilsynet (Ptil) til å delta i et samarbeidsprosjekt for å utrede sentrale problemstillinger som er knyttet til sluttdisponering av betonginstallasjoner på norsk sokkel. I samarbeidsprosjektet ønsker man blant annet å se på miljøkonsekvenser av de ulike disponeringsløsningene for betonginstallasjoner. Multiconsult er engasjert av Klif for å utarbeide en delrapport innen dette temaet.

Foreliggende rapport omhandler de ulike miljøkonsekvensene ved å etterlate betonginstallasjonene offshore eller å ilandføre installasjonene og sluttdisponere de på land. Rapporten inneholder også mulige alternative løsninger til riving og muligheter for gjenbruk.

Rapporten er todelt; kapittel 3 er en vurdering av miljøkonsekvensene ved å etterlate betonginstallasjonen offshore, mens kapittel 4 er en vurdering av miljøkonsekvensene ved ilandføring.

I kapittel 5 er det gitt en samlet oppsummering av de ulike miljøkonsekvensene.

Rapporten tar for seg følgende forhold:

- Kunstige rev
- Konflikter med fiskeri
- Konflikter med skipsfart
- Støy, støv og utslipp til luft og vann
- Arealbeslag
- Deponering og gjenbruk av materialer
- Alternativ bruk ved land
- Energi- og miljøregnskap i forhold til etterlating offshore

2.1 Akronymliste

ARPA-radar og AIS-systemer	Radardeteksjon av andre fartøyer eller objekter
BA-avfall	Bygg- og anleggsavfall
CB	”Cargo Barge”
ECDIS	Electronic Chart Display & Information
IMO	International Marine Organisation
MSV	”Multi Support Vessel”
NILU	Norsk Institutt for Luftforskning
OSPAR	Oslo Paris deklarasjon
SAFETEC	Leverer konsulenttenester: sikkerhet, beredskap og pålitelighet.
Slop	Oljeboringsavfall
SSCV	”Semi Submersible Crane Vessel”
Stagplattform	Fagverksplattform. Plattformen med fagverk i stål
SV	”Supply Vessel”
TCP2	Betonginstallasjon på Friggfeltet
TOC	Totalt Organisk Karbon
WOAD	Worldwide Offshore Accident Databank

3. Etterlating av betonginstallasjoner offshore

Spørsmålet om etterlating eller ilandføring av installasjoner for olje- eller gassplattformer er regulert i petroleumslovens kapittel 5 [i] og i OSPAR-deklarasjon 98/3 [ii]. Etter petroleumslovens kapittel 5 skal rettighetshaver fremlegge en plan for hvordan en rigg/enhet enten skal omdisponeres til bruk innen petroleumsnæringen, eller helt eller delvis fjernes.

I henhold til OSPAR-deklarasjon 98/3 er hovedregelen at en installasjon skal fjernes. Dersom en samlet vurdering gir vesentlige grunner til å ikke ilandføre installasjonen, kan det likevel gis unntak. Slike vesentlige grunner kan blant annet være mulighet for gjenbruk, miljøeffekter og effekter på annen bruk av arealet.

Vurdering om etterlating eller ilandføring må også sees i forhold til blant annet IMO-resolusjon nr. A 672 (16). Resolusjonen legger føringer for hvilke typer installasjoner som skal fjernes, men åpner også opp for å la installasjoner bli stående dersom ilandføring medfører store kostnader, fare for liv og helse, eller fare for å skade marint miljø.

Etterlating er vurdert som alternativ til ilandføring og opphugging i flere land. I de følgende kapitlene gis det en overordnet vurdering over hvilke effekter etterlating kan ha på marint liv i form av kunstige rev, og hvilke effekter etterlating kan ha for fiskeri og skipsfart.

Vurderingene er basert på publiserte vitenskapelige arbeider og offentlig tilgjengelige rapporter.

Etterlating vil redusere kostnadene for avviklingen av installasjonen, i tillegg vil forstyrrelser av sjøbunn og sedimenter med tilhørende miljøkonsekvenser bli redusert betraktelig [iii].

Ved en eventuell etterlating er det forventet at konstruksjonen vil kunne stå flere hundre år før den blir nedbrutt av vær og vind. Diskusjoner rundt aldring av betonginstallasjoner og påvirkning fra ulike miljøfaktorer er diskutert i en rapport fra Petroleumstilsynet fra 2009 [iv].

3.1 Kunstige revs påvirkning på marint liv

Bunnforholdene i Nordsjøen varierer fra tildels grove, harde og steinete overflater, til finere, leirholdige sedimenter. I sentrale sydlige deler er dybden under 100 m, i de sentrale delene er dybden fra 100 til 150 m, og i nord er dybden fra 150 m og ned mot 300 m. I øst faller dypet ned mot norskerennen ca. 700 m.

En hver kunstig struktur som stikker opp over sjøbunnen, inkludert installasjoner fra olje- og gassindustrien, vil fungere som et kunstig rev.

Utfordringer er først og fremst knyttet til begroing og påvirkning på fisk.

3.1.1 Begroing

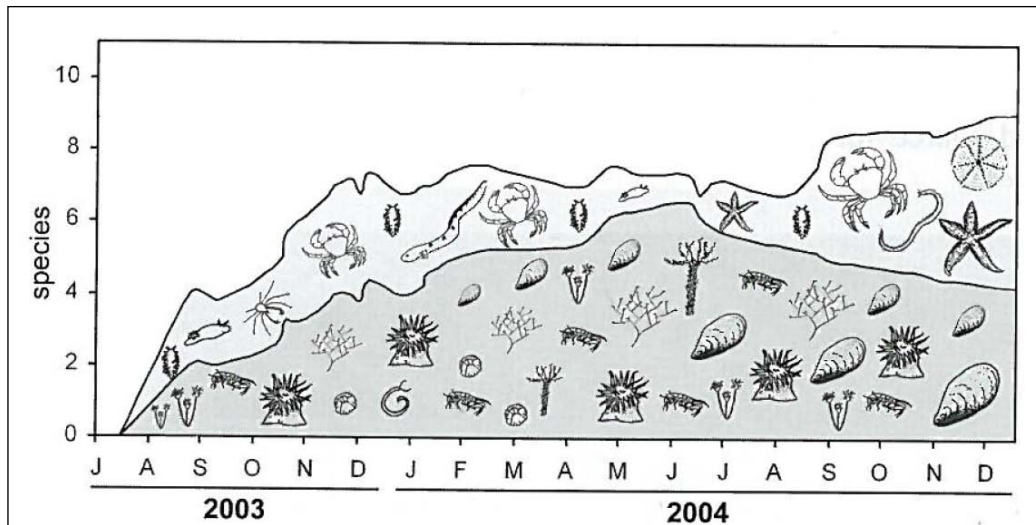
Begroing av strukturene avhenger av strukturens overflate, lys- og strømningsforhold og hvilket dyp strukturen befinner seg på.

En plattform plassert ned til dybder over 300 m i Nordsjøen danner på en og samme lokalitet habitat for arter en normalt finner i strandsonen, arter som normalt finnes i kystnære områder, og arter som normalt bare finnes på større dyp, for eksempel glasskorall (*Lophelia pertusa*). I området rundt Nordsjøen er det bare enkelte norske fjordområder som kan vise tilsvarende dybdegradienter på en og samme lokalitet.

Tiden det tar før en struktur på havbunnen er bevokest av marine organismer avhenger både av de fysiske forholdene rundt strukturen, tilgangen på marine larver i de frie vannmassene som kan feste seg på strukturen, samt strukturens overflates egnethet for at larver kan feste seg (bunnslåing). Organismene på strukturen vil etter hvert bestå både av fastsittende organismer og arter som kan bevege seg fritt (mobile organismer).

Figur 1 viser utvikling av begroing på en stålsylinder satt ut i den tyske delen av Nordsjøen. Stålsylinderen var plassert på 28 m dyp og representerer dette dypet og dette området. Figuren

viser likevel godt hvordan artene i en tidligfase etableres, fordelt på fastsittende og mobile arter [v].



Figur 1. Utvikling av dyresamfunnet på en stålpilar. Illustrasjonen skiller mellom arter som er fastsittende (mørk grå skravur) og arter som kan bevege seg fritt (mobile arter) på konstruksjonen (lys grå skravur). (Kilde:[vi].

Det foreligger studier av begroing både på betonginstallasjoner og på stagplattformer (plattformer med fagverk i stål).

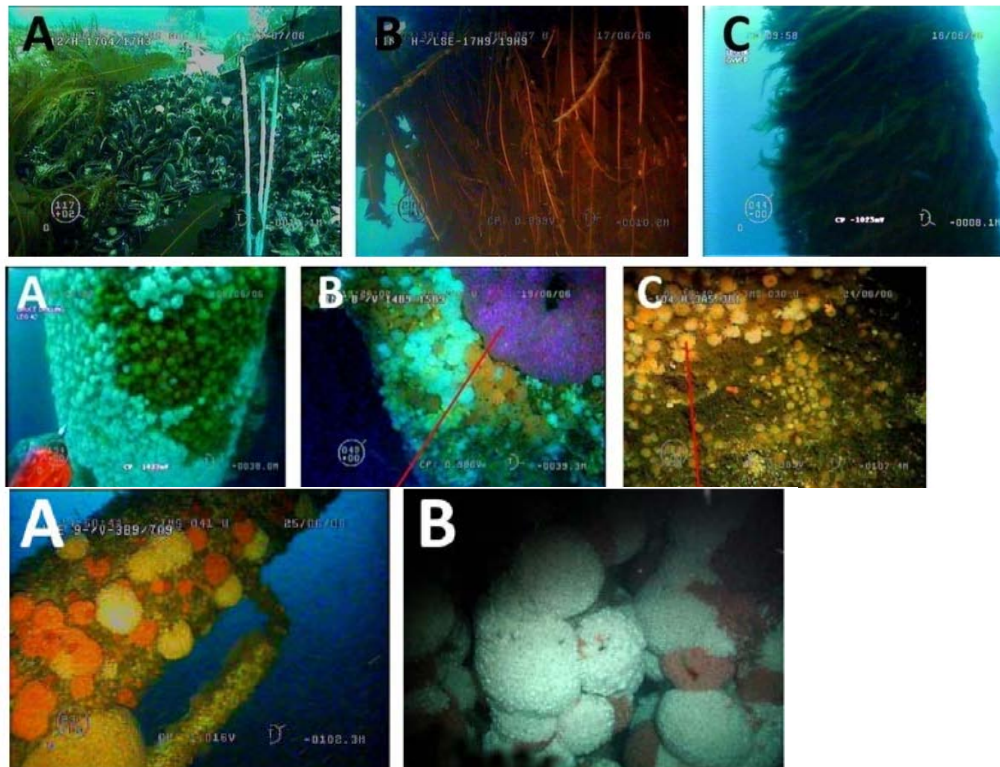
Stagplattformer har en stor overflate sammenlignet med betonginstallasjoner. *Guerin* [vii] viser til arbeid der overflatearealet for en stagplattform på 45 meters dybde gir et begroingsareal på 12.000 – 16.000 m². Dersom en tar utgangspunkt i at midlere diameter på betongskaft for plattformer er 10 m og at det er tre skaft, vil en betongplattform på tilsvarende dyp gi et overflateareal på i underkant av 5.000 m².

Stagplattformer gir i tillegg en større dynamikk relatert til variasjon i bølge- og strømeksponering, da det på en stagplattform til en hver tid er flere områder som ligger på "baksiden", eller "fresiden" i forhold til på en betonginstallasjon. Stagplattformer kan derfor tilby et stort utvalg i steder med hensiktsmessige fysiske forhold for enkeltarter. Dette gjenspeiles også av Figur 2, og er dokumentert av *Guerin* som slår fast at stagplattformenes variable struktur og overflatens variasjon i orientering i forhold til lys-, bølge- og strømeksponering gjør at en finner et rikt dyre og planteliv der [vii].

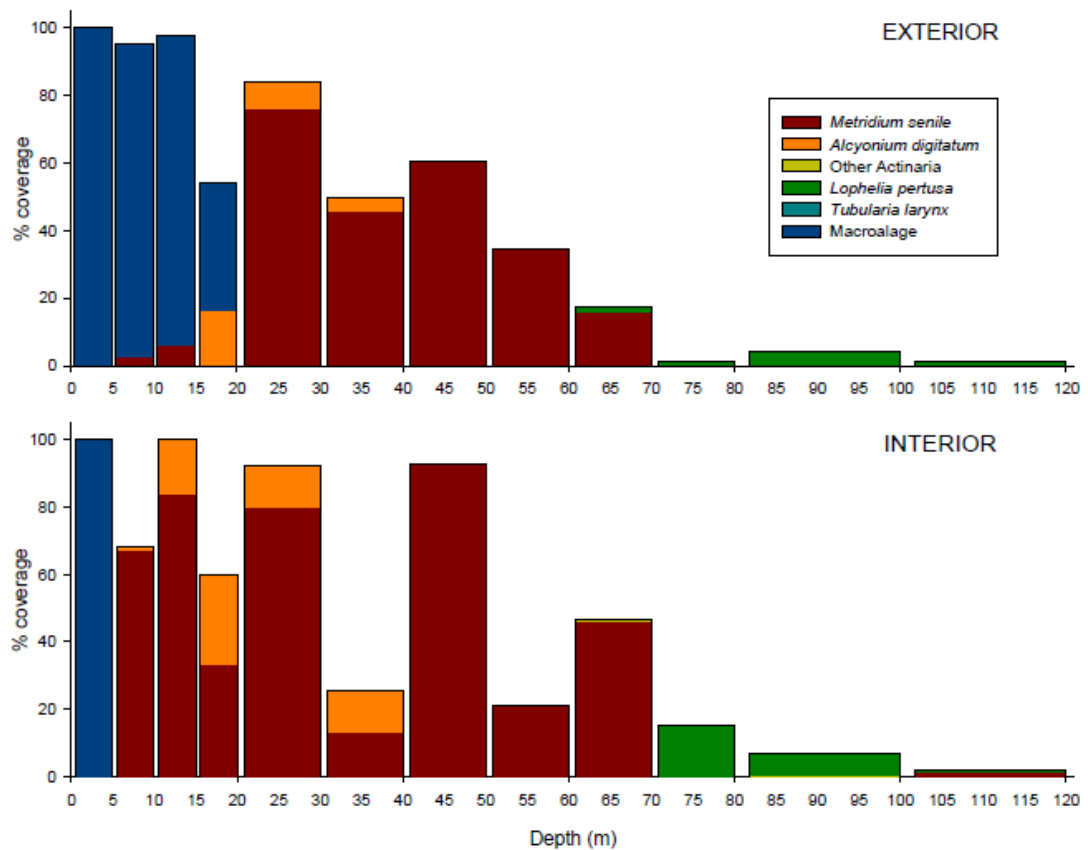
I tillegg til de fysiske forholdene på stedet vil også type overflate være med på å styre hvilke arter som fester seg. Dette gjelder spesielt i den første fasen hvor frittlevende larver fester seg.

Som vist på figur 3 er det forskjell i dekningsgraden av ulike organismer på yttersiden og på innersiden av en stagplattform. Den største forskjellen ser en i de øverste 15 meterne, der makroalgene er dominerende på yttersiden. Det kommer også tydelig frem at makroalgenes dominans totalt sett er størst i de delene av installasjonene som har størst bølgepåvirkning. Makroalgene utnytter sollyset og bidrar vesentlig til primærproduksjonen i "plattform-økosystemet". De resterende flatedekkende artene er partikkelspisende organismer.

Guerin [vii] viser til studier der produksjonen av biomasse på stagplattformer er opp mot 155 kg/m². Til sammenligning kan biomassen i tareskog på kysten, som er en av de rikeste og mest produktive naturtypene vi kjenner, komme opp mot 30 kg/m² [viii]. Dette viser at produksjonen av organisk materiale på understellet til en plattform langt kan overgå den "naturlige produksjonen" av biomasse.



Figur 2. Eksempel på begroing av stagplattform (fra [vii]).



Figur 3. Dekningsgrad for dominerende fastsittende organismer på ytersiden (eksponert) og på innersiden (mindre eksponert) av en stagplattform i Nordsjøen. (Kilde: [vii]).

Fastsittende organismer er avhengig av et egnet sted for å overleve. Lys- og strømningsforhold er viktige parametere som er med på å styre overlevelsesgrunnlaget til de fastsittende organismene. Har de først festet seg, så er det begrensede muligheter for å flytte på seg. Strukturer som betonginstallasjoner er gunstige for fastsittende organismer, da den vertikale orienteringen gjør at en får svært liten sedimentasjon. De fastsittende organismer vil trekke til seg fritt bevegelig fauna som fisk og krepsdyr.

I et arbeid fra den svenske vestkysten har *Mathias H. Andersson med flere* [ix], gjennom felteksperimenter undersøkt forskjeller i marin begroing på stål og på betong. Forsøket pågikk over 12 måneder, og viste stor forskjell i begroing. Det må understrekes at forsøket bare har pågått gjennom en sesong. I et arbeid fra 2005 undersøkte *Craig J. Brown* [x] kolonisering på betong med andre substrater, blant annet stål. Substratene ble undersøkt etter 3, 6, 9 og 12 måneder. Resultatene viste at det var store forskjeller i begroing på de ulike substratene, men at forskjellen ble mindre over tid. Dette indikerer at forskjellen mellom begroing på stagplattformer og betonginstallasjoner blir mindre over tid.

Selv om begroing på stagplattformer og begroing på betonginstallasjoner ikke kan sammenlignes direkte, er det hevet over enhver tvil at også betonginstallasjonene tilfører nytt habitat til Nordsjøen. I norsk sektor av Nordsjøen, som hovedsakelig består av hardbunn, er betonginstallasjoner installert i dybder fra 82 m (Sleipner A) til over 300 m (Troll A). Installasjonene tilfører derfor lokalt habitater for en rekke hardbunnsarter.

Betongelementer har blitt benyttet som kunstige rev i over 40 år, og har en forventet levetid på over 300 år [xi]. Etterlatte betonginstallasjoner i Nordsjøen fungerer i dag og vil ved etterlating også kunne fungere som kunstig rev.

Ved eventuell fjerning vil den etablerte faunaen på strukturene forsvinne, og naturtilstanden vil over tid bli slik det var før utbyggingen.

3.1.2 Fisk

Grossman med flere [xii] gikk i 1997 gjennom en rekke vitenskapelige arbeider for å undersøke om det var grunnlag for å konkludere med at etablering av kunstige rev medførte en regional produksjonsøkning i fiskebestander. Gjennomgangen gav ingen indikasjoner på produksjonsøkning på populasjonsnivå, men det ble dokumentert at mye av fisken samlet seg ved de kunstige revene. Årsaken til dette er i følge *Grossmann med flere* at tilgangen til hardbunnshabitat ikke er en faktor som begrenser størrelsen på fiskepopulasjoner.

Nyere studier fra Nordsjøen viser tilsvarende resultater. Blant annet viser *Løkkeborg med flere* i 2002 at mengden av kommersielt utnyttbare arter som torsk og sei i nærområdet rundt installasjoner varierer både gjennom året og med avstand til installasjonen [xiii]. *Soldal med flere* viste samme år at også sammensetning av fiskearter og -mengde varierte i tid og rom tett inntil en installasjon [xiv].

Basert på det foreliggende forskningsmaterialet konkluderes det med at etterlating av betonginstallasjoner ikke vil ha noen effekt på fisk på populasjonsnivå, men at disse vil kunne fungere som et område med større tetthet sammenlignet med områder lengre borte fra installasjoner.

3.1.3 Oppsummering kunstige rev

Betonginstallasjoner er gunstig for begroing av fastsittende organismer. Over tid vil disse trekke til seg mobile organismer som fisk og krepsdyr. Ved eventuell fjerning av betonginstallasjonen vil den etablerte faunaen på installasjonen forsvinne, og over tid vil naturtilstanden bli slik den var før installasjonen ble satt på plass. I forhold til dagens situasjon innebærer dette både redusert artsmangfold og redusert mengde biomasse.

Forskning viser at etterlating av betonginstallasjoner ikke vil ha noen effekt på fisk på populasjonsnivå, men betonginstallasjonene vil på grunn av den økte biomassen og

artsmangfoldet kunne fungere som et område med større tetthet sammenlignet med områder lengre borte fra installasjonene.

3.2 Konflikter med fiskeri

Det er i dag etablert sikkerhetssoner rundt olje- og gassinntallasjonene der det ikke er tillatt å fiske. Ved fjerning av installasjonene vil disse sonene kunne gjenåpnes.

Alle norske fiskefartøy over 15 meter rapporterer automatisk sin posisjon regelmessig til Fiskeridirektoratets sporingssentral. Dette gjør at en med utgangspunkt i avstand og tid mellom innrapportert posisjon kan estimere fartøyets hastighet. Med kunnskap om hvilken fartøygruppe fiskefartøyet tilhører, kan sporingssentralen dermed vurdere om fartøyet er i aktivt fiske eller ikke. Multiconsult har via Fiskeridirektoratet innhentet posisjonsdata fra norske fiskebåter for 2009.

Videre har Multiconsult gjennom innhenting av vitenskapelige artikler gjort vurderinger knyttet til potensielle konflikter knyttet til etterlatte betonginstallasjoner og utøvelse av fiske. Vurderinger av fiskemengde rundt installasjonene er omtalt i kapittel 3.1.2.

3.2.1 Fiskeområder

Basert på særegne økologiske profiler kan Nordsjøen deles inn i fire [xv]. I nord, med dybder rundt 100 - 200 m, finnes de viktigste fiskeområdene for voksen torsk, sei og hyse, samt arter som øyepål, sild og makrell. I Norskerenna finner en oppvekstområder for kolmule og leveområder for dypvannsarter som vassild og skolest. I de sentrale delene av Nordsjøen finner en arter som hyse, hvitting, ungsild og brisling. Produksjonen her er lavere enn i de nordlige områdene. De østlige delene av Nordsjøen fungerer som oppvekstområde for sild og torsk.

3.2.2 Fiske med trål

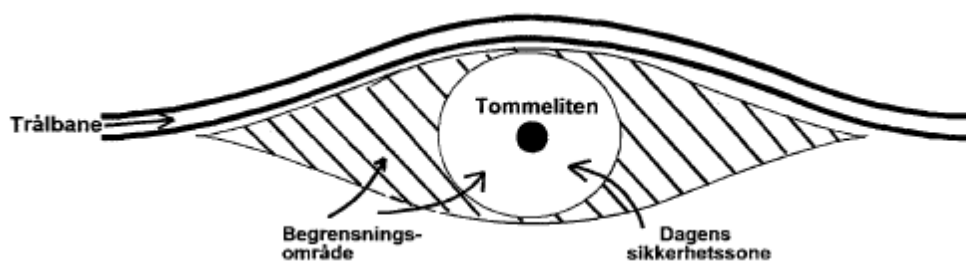
Som det fremgår av figur 10 var det i 2009 trålaktivitet i området rundt Oseberg, Troll, Gullfaks og Statfjord. Områdene er attraktive for trålfiske på grunn av kombinasjonen av tilgang på fiskeressurser og gunstige bunnforhold for tråling.

Normalt settes trålen ut i en bestemt posisjon og taues deretter i en gitt retning. Fartøyet kan skifte kurs under hele trålingen, men har ikke den samme manøvreringsevnen som uten trål (se figur 4). Dette gjør at fartøyet trenger større areal for å kunne snu eller skifte kurs. Moderne trålere kan montere instrumenter på trålen slik at de til en hver tid vet hvor på bunnen trålen befinner seg i forhold til fartøyet. Dette gjør at navigatøren kan unngå objekter på bunnen (som vrak eller steiner) som kan skade redskapen. Som for endring av kurs er det en viss treghet i manøvreringsevnen, men dette blir det tatt hensyn til ved utførelsen.

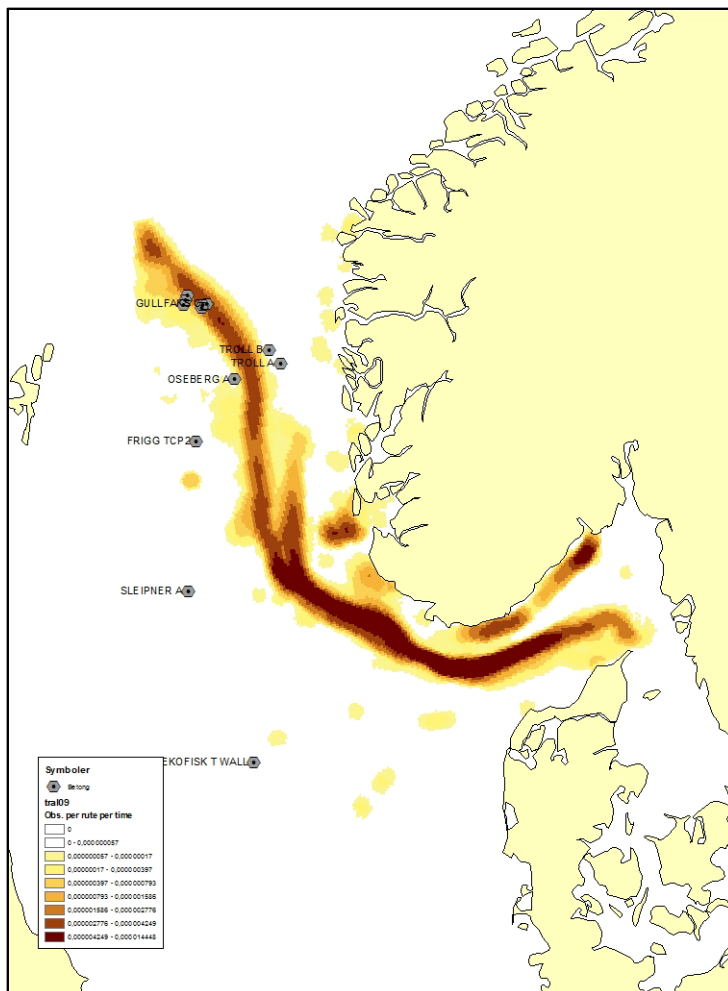
Dersom en ser bort fra størrelsen, vil etterlatte betonginstallasjoner ikke arte seg annerledes enn andre objekter på bunnen som må unngås.

Under forutsetning av at alle andre fremmede objekter på bunnen fjernes vil en tråler kunne fiske tett opp mot en etterlatt betonginstallasjon. I teorien vil tapt areal bare representeres av den ytre grensen rundt alle skaftene og tankene ved bunnen. Alle sider av denne ytterkanten vil kunne passerer med trål.

Etterlating av betonginstallasjoner vil derfor i liten grad påvirke trålfisket i nærområdet.



Figur 4. Eksempel på hvordan en tråler styrer unna en installasjon. Figuren viser feltet Tommeliten, med en sikkerhetssone på 500 m. (Kilde: [xvi])



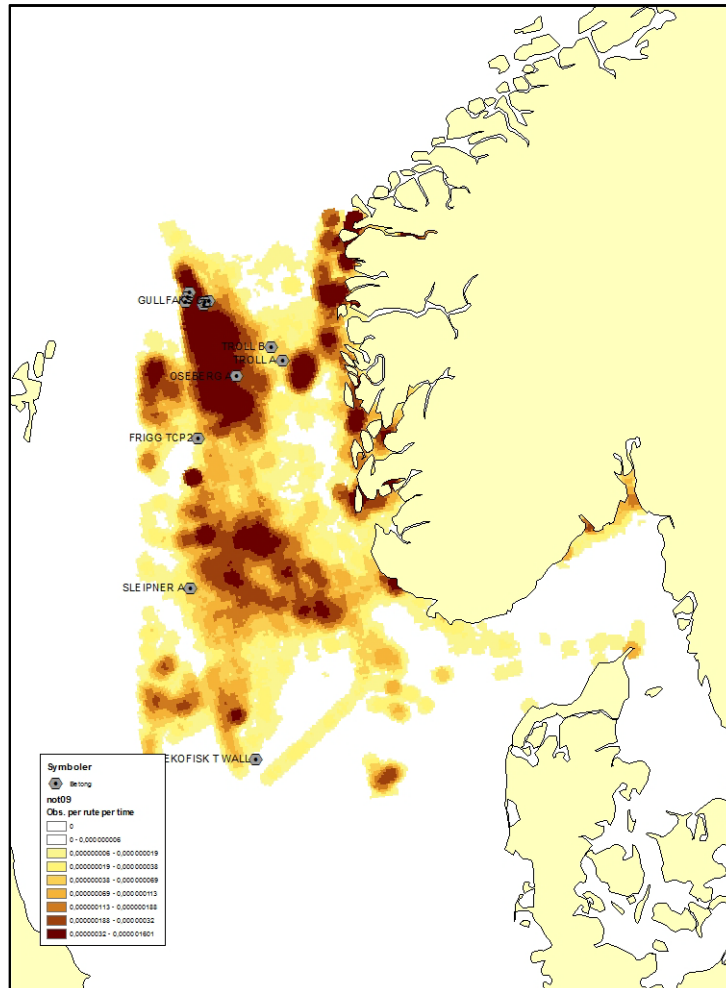
Figur 5. Oversikt over norske trålere i aktivt fiske i Nordsjøen 2009. En piksel i fargeskraveringen representerer 6 x 6 km

3.2.3 Fiske med not

Figur 6 viser områder der det i 2009 ble fisket med not i Nordsjøen. Notfiske er knyttet til de pelagiske fiskeresursene som sild, makrell, hestemakrell og i noen grad brisling. Figuren viser situasjonen for hele 2009. Fangstområdene vil variere gjennom året og mellom år, relatert til hvor fisken til en hver tid befinner seg.

Notfiske er ikke på samme måte som trålfiske avhengig av gunstige bunnforhold, da effektiviteten i notfisket avhenger av at fisken går i tette stimer. Normalt vil en notbåt lokalisere en stim ved hjelp av sonar, og deretter posisjonere fartøyet i forhold til stimens bevegelse. Dersom en stim svømmer inn mot en etterlatt betonginstallasjon, kan betonginstallasjonen være til hinder for fisket

Totalt er det 12 betonginstallasjoner i Nordsjøen. Sannsynligheten for at en tilfeldig stim som et notfartøy prøver å fange skal svømme inn mot en av de 12 installasjonene anses som liten. Etterlating av betonginstallasjoner i Nordsjøen vurderes derfor å ha liten negativ effekt på notfisket i Nordsjøen.



Figur 6. Oversikt over Norske båter med not i aktivt fiske i Nordsjøen 2009. En piksel i fargeskraveringen representerer 6 x6 km.

3.2.4 Oppsummering konflikter med fiskeri

I drift påvirker oljeinstallasjonene fiskeriet negativt, på grunn av sikkerhetssoner og restriksjoner på ferdsel. Men dersom en ser bort fra størrelsen, vil etterlatte betonginstallasjoner ikke arte seg annerledes enn andre objekter (for eksempel steiner og skipsvrak) på bunnen som må unngås.

Under forutsetning av at alle andre fremmede objekter på bunnen fjernes, vil trålfiske kunne foregå tett opp mot en etterlatt betonginstallasjon. 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. Etterlating av betonginstallasjoner vil derfor i liten grad påvirke trålfisket i nærområdet.

Etterlating av betonginstallasjoner vurderes også 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. Sannsynligheten for at en tilfeldig stim som et notfartøy prøver å fange skal svømme inn mot en av de 12 betonginstallasjonene anses som meget liten.

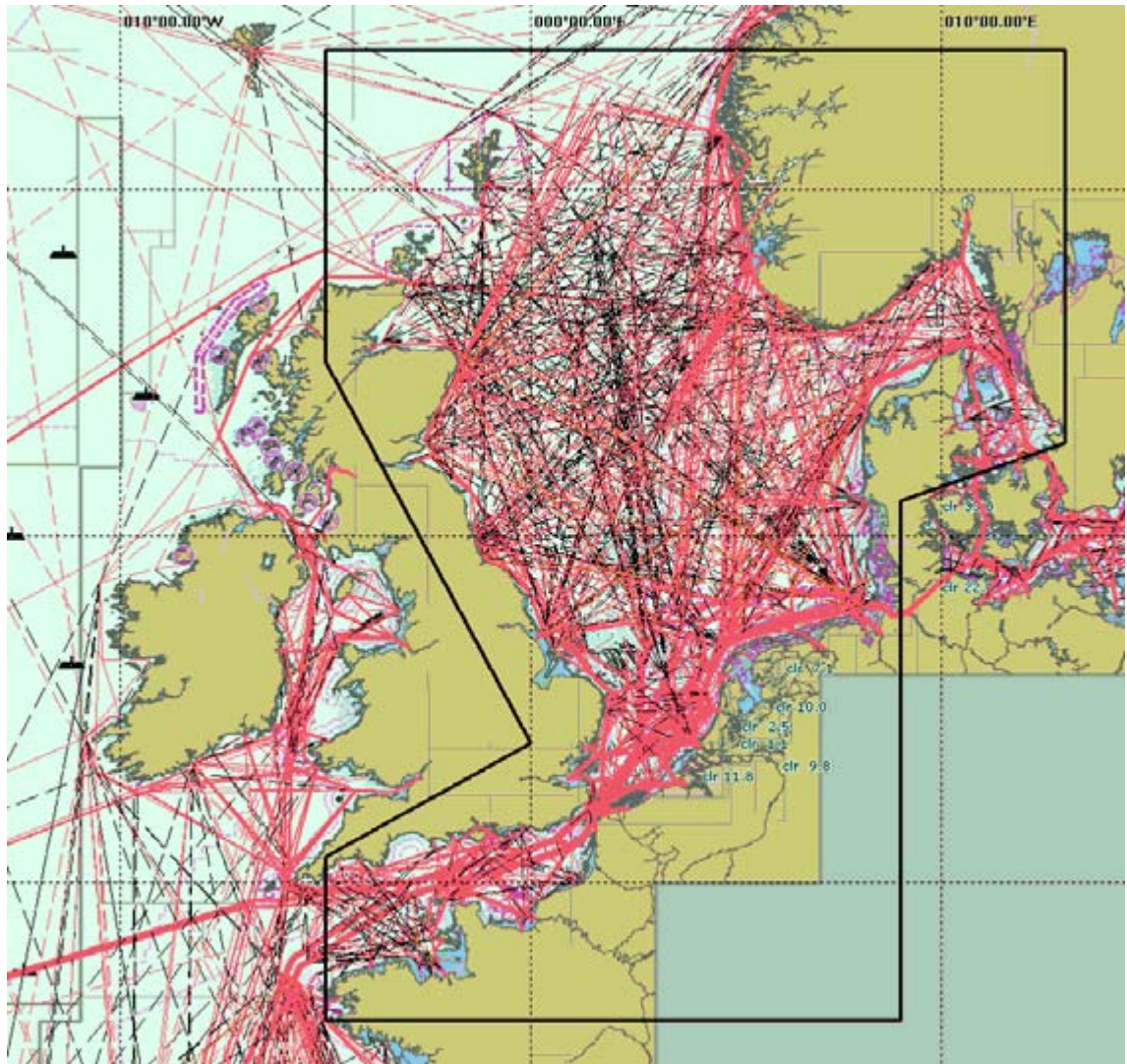
3.3 Konflikter med skipsfart

I forbindelse med olje- gassproduksjonen i Nordsjøen er det etablert en intensiv overvåking av skipstrafikk ved olje- og gass installasjoner og i de nære sjøområdene rundt disse. Overvåkingen er iverksatt for tidlig å kunne varsle fartøyer på kollisjonskurs med installasjonene. Hensikten er å beskytte både installasjonene, de ansatte ombord og miljøet med tanke på oljeutslipp i forbindelse med ulykker. Ved etterlating av betonginstallasjoner kan en ikke forvente en tilsvarende spesifikk overvåking av installasjonene og områdene rundt. På den andre siden vil en etterlatt betonginstallasjon ikke representere noen større fare enn andre faste objekter knyttet til skipsleden.

3.3.1 Trafikkmønster

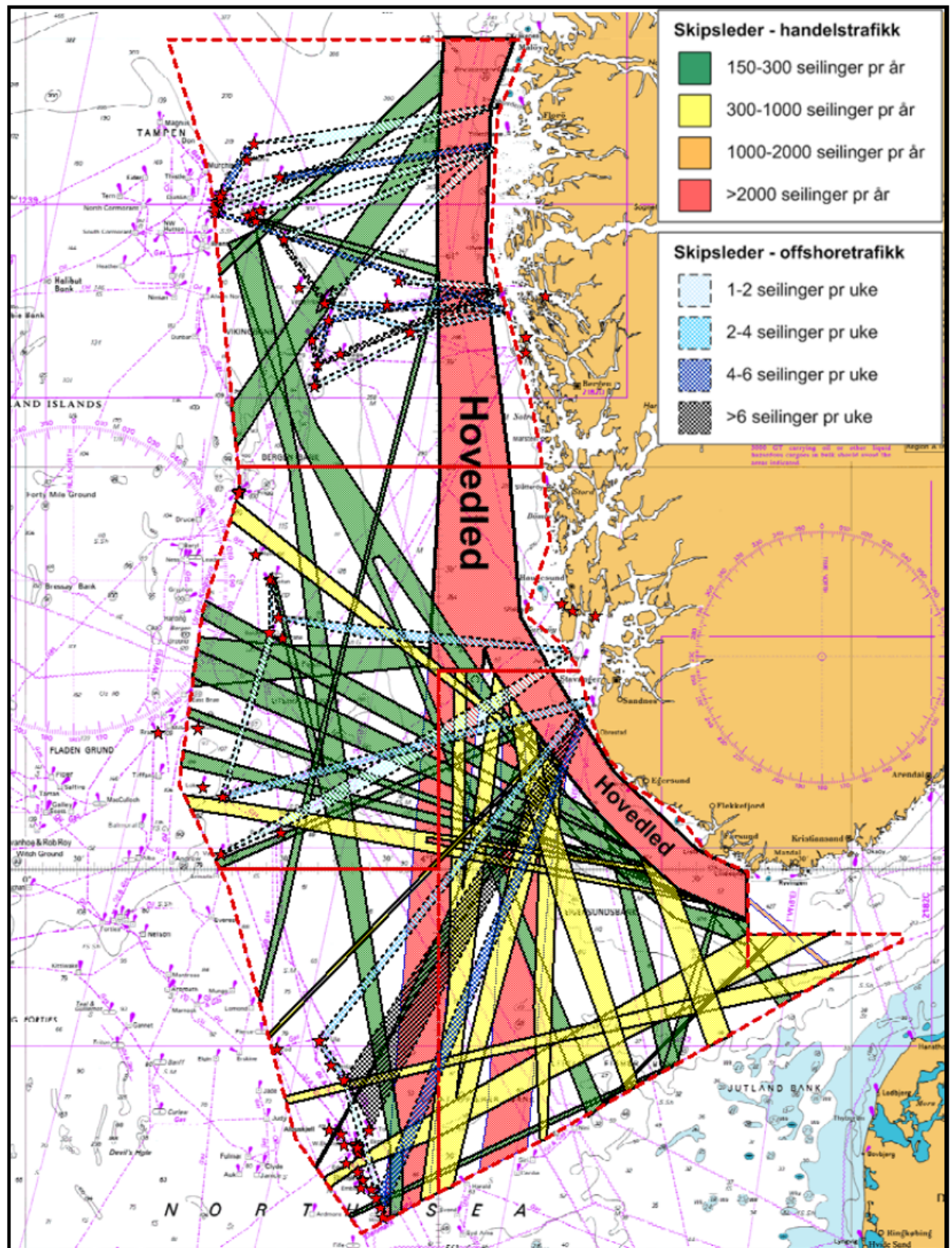
På verdensbasis har skipstrafikken vokst de siste 20 årene (OSPAR[xvii]), og dette gjelder trafikken i Nordsjøen også. Skipstrafikken i den norske delen av Nordsjøen er liten sammenlignet med trafikken lengre sør, i størrelsesorden ca. 1/4 av totalt utseilt distanse for hele Nordsjøen [xviii]. Hovedmønsteret i trafikkbildet for Nordsjøen er vist i figur 7.

Som figuren viser er det størst trafikk ned mot den Engelske kanal, men det er også relativt mye trafikk som krysser Nordsjøen. I tillegg til kryssende trafikk viser figuren stor trafikk til og fra Ekofisk-området.



Figur 7. Enkeltshipsbevegelser i Nordsjøen. Tettheten av linjer representerer de mest aktive farledene, men gir ingen indikasjon på antall skip. [xix]

I forbindelse med oppdateringen av en regional konsekvensutredning for Nordsjøen, har SAFETEC utarbeidet en beskrivelse av skipstrafikken i Nordsjøen (se Figur 8)[xx]. I hovedleden passerer det mellom 10.000 og 19.000 skip per år. Trafikk som krysser Nordsjøen utenfor hovedleden varierer mellom 150 og 1.000 seilinger per år.



Figur 8. Skipstrafikk i norsk sektor av Nordsjøen (Kilde: [xx]).

3.3.2 Kollisjoner

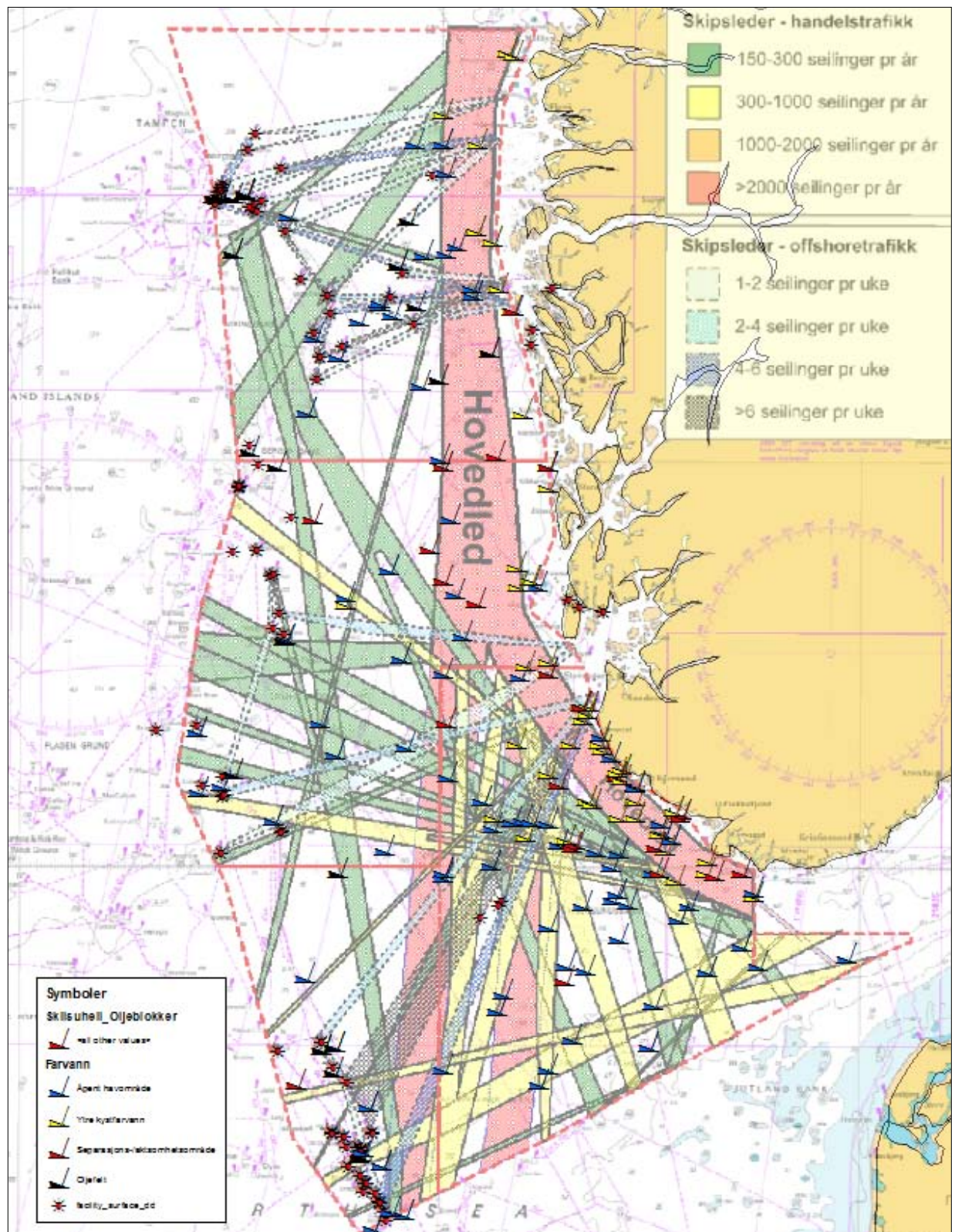
Internasjonalt har Worldwide Offshore Accident Databank (WOAD) for perioden 1970 til 2002 registrert 465 tilfeller der skip har kollidert med olje- eller gassinntallasjoner i Nordsjøen. For perioden 1980 - 2002 har 30 % av hendelsene involvert skip uten tilknytning til feltene. Uhell i forbindelse med installasjon eller reparasjoner av installasjoner er ikke tatt med i statistikken. For engelsk sektor av Nordsjøen utgjorde fartøy knyttet til installasjoner 95 % av alle hendelser i perioden 1990 - 2005 [xxi].

En kombinasjon av historiske skipsuhell og trafikkbildet fra Nordsjøen er gitt i Figur 9. 30 % av de registrerte uhellene er knyttet til fiskefartøy. Figuren viser at det ikke er noen overhyppighet av uhell med skip nær opp til olje- eller gassinntallasjoner, ut over fartøy direkte knyttet til feltet [xxii].

Sjøfartsdirektoratet forvalter en database der blant annet skipsuhell og nærhell som har resultert i materielle skader eller personskader er registrert [xxii]. Posisjonsregistreringen i databasen er i følge Kystverket av varierende karakter¹. I tillegg til posisjon er uhellene knyttet til hvilket farvann og farvannstype hendelsen skjedde i. Dette gjør at hendelser med direkte tilknytning til oljefelt kan skilles fra hendelser knyttet til ordinære maritime aktiviteter utenfor oljefeltene. Hendelsene er også registrert med aktuell type ulykke, og hvilken fartøygruppe de involverte skip tilhører. Dette gjør at en kan isolere kollisjonsulykker fra andre hendelser, og en kan skille mellom fartøy direkte knyttet til installasjonene og andre "tilfeldige" fartøy. Databasen har informasjon tilbake til 1981.

Sjøfartsdirektoratets database viser at det involverte fartøyet var direkte tilknyttet olje- og gassaktiviteter ved alle registrerte kollisjoner ved olje- og gassinntallasjoner.

¹ Personlig meddelelse Åmot, Kystverket.



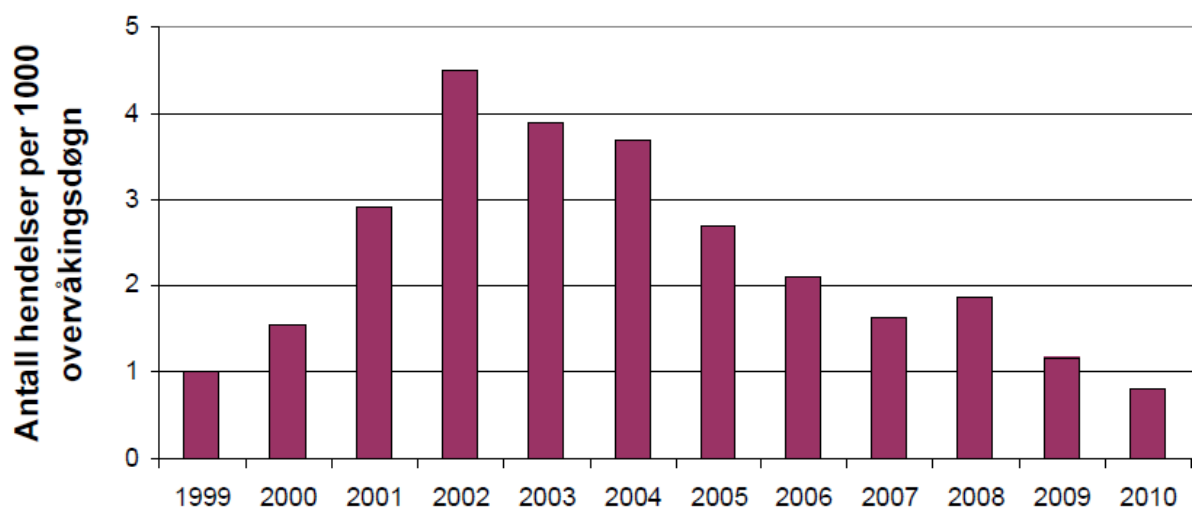
Figur 9. Skipsuhell 1981 til 2009 kombinert med trafikkanalyse og lokalisering av overflateobjekter knyttet til olje- og gassnæringen (Kilde: [xxii].)

3.3.3 Kollisjonsrisiko

SAFETEC har med utgangspunkt i trafikk mønster og antall skip identifisert nåværende og fremtidige områder der det kan oppstå konflikter mellom skip (se figur 9). Figur 9 viser at potensialet for konflikt er størst i hovedledene, og i mindre grad ved oljeinstallasjoner. Av betonginstallasjoner er det bare Ekofisktanken og Sleipner A-plattformen som ligger i sjøområder med et fremtidig trafikkbilde der det kan bli konflikter mellom skip. Dersom det er fare for kollisjon mellom skip i disse områdene, må en også anta at det er fare for kollisjon mellom skip og etterlatte betonginstallasjoner.

Gjennom utredningen av helårig petroleumsvirksomhet i området Lofoten - Barentshavet [xxiii] har Det Norske Veritas (DNV) estimert en generell risiko for kollisjon på 0,00000057 hendelser per utseilt nautisk mil.

I Petroleumstilsynets risikovurdering for 2010 [xxiv] er antall skip på kollisjonskurs med installasjoner over tid gitt (se Figur 10). Reduksjonen i antall hendelser blir knyttet opp til forbedret overvåking.



Figur 10. Antall hendelser med skip på kollisjonskurs med installasjoner fra norsk sokkel (Kilde:[xxiv]).

I en masterstudie fra Universitetet i Stavanger har *Skarestad* gjennomført en risikoanalyse for kollisjon mellom en olje- og gassinstallasjon og fartøy som ikke har tilknytning til installasjonen [xxv]. Arbeidet viser til SAFETEC sin kollisjonsmodell *Collide II*, der den årlige kollisjonsfrekvensen mellom fartøy og installasjon er avhengig av følgende faktorer:

- Årlig antall fartøy i området rundt installasjonen.
- Sannsynligheten for at et fartøy skal være på kollisjonskurs.
- Sannsynligheten for at fartøyet ikke klarer å gjennomføre unnvikende manøver.

Sannsynligheten for at et skip er på kollisjonskurs avhenger av om navigatøren har kjennskap til installasjonen, hvordan kursen på fartøyet planlegges og om installasjonen ligger mellom skipet og den planlagde destinasjonen.

Skarestad konkluderer med at sannsynligheten for at installasjonen skal være kjent øker med tiden den har vært på feltet.

I forbindelse med avviklingen av Friggfeltet er ulempen med å etterlate betonginstallasjoner vurdert. Ved å kutte ned betonginstallasjonen til minus 55 m under overflaten (-55 m), vurderes konsekvensene for skipstrafikken kun til å være moderat positiv. Den positive faktoren er knyttet til fri ferdsel sammenlignet med situasjonen før avvikling av feltet. Ved å etterlate betongstrukturen uten nedkutting, vil en få moderate negative konsekvenser for fri ferdsel for skipstrafikken [xxvi].

Løsningen med å etterlate betonginstallasjoner støttes også i Stortingsproposisjon nr. 38 (2003-2004) og i Stortingsproposisjon. nr. 9 (2008-2009), der Olje- og energidepartementet under forutsetning av at det blir installert navigasjonshjelpemiddel på betonginstallasjonen anser konsekvensene som små sammenlignet med risikoer med fjerning. Departementet krever også at posisjonen oppdateres i elektroniske kart og navigasjonsdatabaser.

Kollisjoner mellom ikke-feltrelaterte fartøy og aktive oljeinstallasjoner blir i stor grad unngått på grunn av aktiv trafikkovervåking. Ved en etterlating av betonginstallasjoner kan en ikke forvente tilsvarende overvåking som for aktive installasjoner. Situasjonen kan derfor sammenlignes med den generelle kollisjonsrisikoen som eksisterer mellom fartøy på havet. Risikoen for kollisjon mellom fartøy og etterlatte betonginstallasjoner vil være lavere enn risikoen for kollisjon mellom to fartøy. Dette skyldes at det i en situasjon med ett fartøy og en installasjon bare er fartøyet som kan feile, mens det i en situasjon med to fartøy kan oppstå feil hos ett eller begge fartøyene som kan medføre kollisjon.

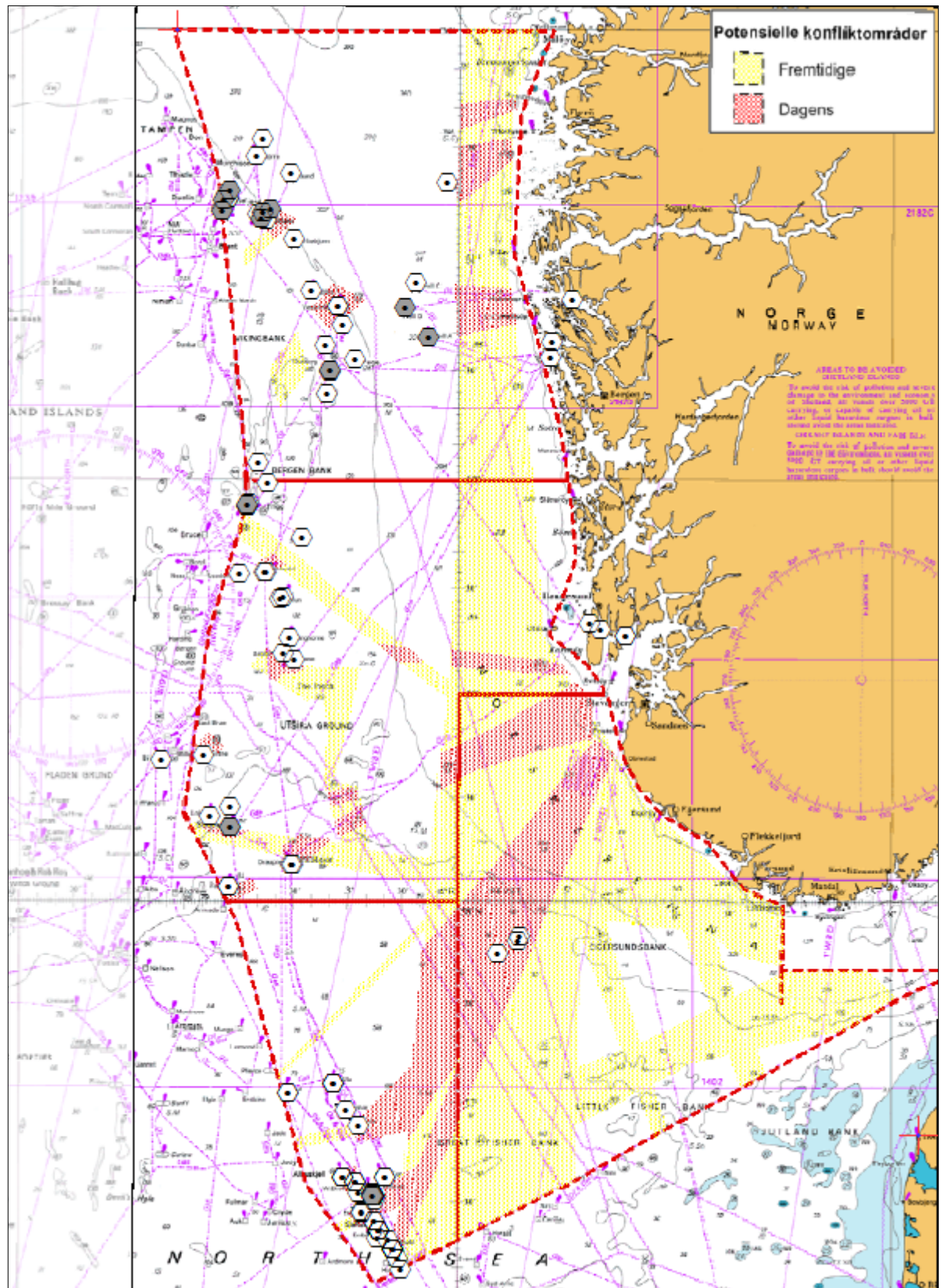
3.3.4 Risikoreduksjon

For fartøy knyttet til petroleumsindustrien foreligger det en standard for hvilke tekniske hjelpemiddel fartøyet skal være utrustet med for å unngå kollisjon [xxvii]. De tekniske hjelpemidlene er definert som kollisjonsbarrierer, og er i stor grad basert på radardeteksjon av andre fartøyer eller objekter (ARPA-radar og AIS-systemer).

Nedgangen i antall episoder med fartøy på kollisjonskurs med installasjoner (Figur 9) er trolig knyttet til bedre overvåking. Dette samsvarer også med DNV sin konklusjon i konsekvensutredningen for petroleumsvirksomheten i Lofoten - Barentshavet, der trafikkovervåking vurderes å ha en god effekt på reduksjon av kollisjonsfare [xxviii].

Grunnstøting er ofte forbundet med feilnavigering, og kan sees på som analogt til kollisjon mellom fartøy og en etterlatt betonginstallasjon. For grunnstøtinger medfører bruk av elektroniske sjøkart (Electronic Chart Display & Information System – ECDIS) en risikoreduksjon i størrelsesorden 15-20 %.

I mangel av trafikkovervåking vil tilstrekkelig merking av gjensatte installasjoner og varsling via elektroniske sjøkart (ECDIS) og andre navigasjonsdatabaser derfor redusere faren for kollisjon vesentlig. Fartøyets navigatør vil da se installasjonene på sjøkartet ved ruteplanlegging, samt bli visuelt varslet når installasjonen kommer nær nok. Videre vil utsending av AIS-signal fra installasjonen varsle navigatøren om eventuell kollisjonsfare via skipets systemer.



Figur 4. Nåværende og fremtidige potensielle konfliktområder for skipsfart i Nordsjøen. Betonginstallasjoner er markert som fylte symboler (Kilde:[xxiv])

3.3.5 Oppsummering konflikter med skipsfart

Ut fra Sjøfartsdirektoratets database over skipsuhell kan det ikke vises til noen overhyppighet av episoder nær opp mot oljeinstallasjoner. De registrerte episodene er knyttet til fartøyer som har direkte tilknytting til oljefeltet. Men intensiv overvåking av farvannet rundt installasjonene vurderes å ha redusert antall uhell, og denne overvåkingen forventes å bli redusert i forbindelse med nedleggelse av installasjonen.

Av betonginstallasjoner er det bare Ekofisktanken og Sleipner A-plattformen som ligger innenfor sjøområder med et fremtidig trafikkbilde der det antas at det kan bli konflikter mellom skip. Dersom det er fare for kollisjon mellom skip i disse områdene, må en også anse at det er fare for kollisjon mellom skip og gjensatte betonginstallasjoner.

I forbindelse med avviklingen av Friggfeltet er ulempen med å etterlate betonginstallasjoner vurdert. Ved å etterlate installasjonen uten nedkutting vil en få moderate negative konsekvenser for fri ferdsel for skipstrafikken. For å kunne ha fri ferdsel i området er det beregnet at betonginstallasjonen må kuttes ned til minus 55 m under overflaten.

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

4. Disponering ved land

Transport fra felt til land er utredet i andre rapporter, og dekkes ikke i denne delen. Det vises også til andre delrapportert som diskuterer plassbehovet og krav til lokasjon i forhold til tekniske forhold ved demontering på land.

4.1 Arealbehov

Ilandføring av en utrangert betonginstallasjon vil legge beslag på et stort areal, både som en installasjon som kommer inn for opphugging, men også for alle aktivitetene som fører til generering av avfallsprodukt (betong, marin begroing, armeringsjern/metall osv.) med tilhørende volumer som skal mellomlagres før videre disponering.

Arealbeslaget vil være knyttet til følgende hovedaktiviteter:

- Opphugging som vil foregå i/på sjøen utenfor et mottaksanlegg.
- Opphugging og ilandføring som vil foregå på kai eller i tørrdokk
- Lagring av helse- og miljøfarlig avfall fra installasjonen
- Opphugging, kutting, sprengning, knusing, sortering og intern transport på arbeidsplater
- Mellomlagring av avfallsprodukter for videre disponering

4.1.1 Arealbeslag i sjøen utenfor mottaksanlegget

Før det kan etableres et mottaksanlegg må det foreligge en reguleringsplan. Denne reguleringsplanen må ta mange hensyn for unngå framtidige konflikter. I planprosessen må alle brukere av land- og sjøområdet (bebyggelse, verneområde, fiskeoppdrett osv.) inkluderes for å få avklart viktige og relevant momenter rundt en eventuell opprettelse av slik virksomhet.

Store betonginstallasjoner som blir stående i sjøen utenfor mottaksanlegget kan være knyttet til estetiske verdier, men også sikkerhet og faren for at konstruksjonen blir stående må vurderes.

Arealbeslaget vil være direkte knyttet til det arealet i sjøen som må stenges av for allmenn ferdsel, hovedsakelig av sikkerhetsmessige årsaker. Men det vil også bli båttrafikk mellom midlertidig plassering av installasjonen og kai, der det vil foregå ilandføring av betongmoduler, betongblokker eller mindre fraksjoner på lektere/diverse fartøy. Dette vil være et "arealbeslag" i form av økt båttrafikk i nærmiljøet rundt anlegget.

Det vil også være et "arealbeslag" med tilhørende miljøkonsekvenser knyttet til enkelte aktiviteter som for eksempel sprengning under vann. Det kan også være aktuelt å foreta rengjøring av tanker og skaft [xxix], med utfordringene som kan være knyttet til avfall og borekaks på øvre kuleskall [xxx].

4.1.2 Arealbeslag knyttet til kai eller tørrdokk

Størrelsen på en betonginstallasjon 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 et mottaksanlegg vil mange løpemeter tilgjengelig kai være en stor fordel. Ved et stort kaianlegg kan det foregå mange samtidige aktiviteter som kan effektivisere de forskjellige aktivitetene knyttet til oppkutting, ilandføring (kran/fartøy) og ikke minst viderefordeling til aktuell håndtering av de forskjellige avfallsfraksjonene. Arealbeslaget vil være knyttet til kaien og eventuelt en tørrdokk hvor aktivitetene utføres. Dersom det eksisterer store arealer på innsiden av kaien, så vil dette effektivisere de planlagte operasjonene i større grad enn dersom dette ikke eksisterer [xxxi].

4.1.3 Arealbeslag knyttet til lagring av helse- og miljøfarlig avfall

Etter hvert som en installasjon blir klargjort (i sjø utenfor mottaksanlegget eller på kai / i tørrdokk) for opphugging, vil det være behov for mellomlagring av helse- og miljøfarlig avfall som olje, borekaks, sedimenter i celler, oljeboringsavfall (slop), rengjøringsvann osv.

I sammenheng med utbygging av mottaksanlegget i Vats, og i utslippssøknaden til mottaksanlegget på Lutelandet [xxx], er det lagt opp til forskjellige arealklasser for de forskjellige planlagte aktivitetene. Dette innebærer blant annet at det er en spesifisering av de ulike aktivitetsområdene på anlegget med krav til innretning og rensutstyr. Typisk medfører dette at arealene på anlegget inndeles i tre:

- Arealklasse A: Areal for lagring, bearbeiding og rengjøring av forurenset avfall med sikringstiltak mot utslipp av miljøgifter.
- Arealklasse B: Areal for mottak, lagring, sortering og bearbeiding av avfall med krav til håndtering av oljeholding avløpsvann og overflatevann.
- Arealklasse C: Arealer uten egne krav til rensinnretninger, dvs. mottak og mellomlagring av avfall som ikke inneholder helse- og miljøfarlig avfall, samt trafikk- og oppstillingsarealer.

I tillegg til arealklasser for de forskjellige avfallstypene vil det være behov for et tankanlegg som midlertidig kan lagre flytende avfallsfraksjoner før dette sendes til godkjente behandlingsanlegg. Tankanlegget må ha tanker for mellomlagring av diverse væsker (for eksempel slop, oljeholdig vaskevann, borekaks med tilhørende oljefraksjoner) som fjernes fra moduler/ rør/tanker etc. før en kan begynne med rengjøring og opphugging. Det bør også planlegges et tankanlegg som kan lagre drivstoff til bruk for maskinelt utstyr på anlegget. Tankanlegget må være i arealklasse A og bygges i henhold til gjeldende regelverk.

Som et alternativ kan forurenset vann samles i tanker på plattformdekk eller støttefartøy. I rapporten "Disponering av betonginnretninger" sies det blant annet i kap. 8.3 [xxx]:

"Dersom lagercellene har vært brukt til oljelagring og disse ikke skal rengjøres offshore, må forurenset vann samles i tanker på plattformdekket eller støttefartøy. Alt ettersom hvilke forutsetninger som legges til grunn for en reflyting kan det være nødvendig å rengjøre oljelagerceller før reflyting/transport av plattformen. Dette gjøres for å unngå forurensing i tilfelle havari under slep. Det er stor usikkerhet i forbindelse med mengde av olje i cellene, hovedsakelig på grunn av liten tilgjengelighet for undersøkelser. En metode for å komme inn i cellene er nødvendig. Flere forsøk er gjort på Brent i britisk sektor, blant annet med mini ROV gjennom eksisterende røropplegg, men ingen har vært helt vellykket. Mekanisk utstyr og metode for rengjøring av cellene omfattes ikke av denne rapporten. Likevel er det åpenbart at det vil være enklere å rengjøre eller behandle lagercellene på en annen forsvarlig måte hvis plattformen tas til land og overbygningen fjernes."

Mellomlagring av farlig avfall vil stort sett havne i arealklasse A, mens det for mellomlagring av ren opphugget betong og armeringsjern trolig er tilstrekkelig med arealklasse C.

4.1.4 Arealbeslag knyttet opphuggingen

Erfaringer 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 installasjoner 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.

Videre vil arealbeslaget knyttet opp mot selve jobben med opphugging, kutting, sprengning, knusing, sortering og intern transport på arbeidsplater også vurderes opp mot miljøkonsekvenser spesielt m.h.t. støy. Plassering av anlegget og dets arealbeslag vil kreve en inngående vurdering av støykilder fra anlegget. Arealbeslaget er derfor ikke bare direkte

knyttet til anlegget sitt "fotavtrykk", men også til hvor stort areal som blir berørt med tanke på uønskede støynivåer.

4.1.5 Arealbeslag knyttet til mellomlagring før videre disponering

Det vil være nødvendig med store industrielle arealer som kan håndtere volumene av hovedkomponentene fra demoleringen, som vil være betong, armeringsjern og marin begroing. Behovet for store mellomlagringsarealer til betongen (hele deler/oppknust) vil i stor grad være retningsgivende med hensyn til arealbehovet. Det kan i den sammenheng nevnes at en fast betongblokk på 1x1x1 m (1 m³) tilsvarer et volum på ca 2-3 m³ når den er knust opp i mindre fraksjoner. Dette vil si at en installasjon som Staffjord A, som har vekt (betong) på ca. 200.000 tonn [xxxii] vil generere 400-600.000 m³ knust betong.

Arealbehovet til mellomlagring av for eksempel 50 % av betongen fra Staffjord A kan være 100 daa. Da vil det være lagret 200.000 - 250 000 m³ med betong i en "haug" som er 100 x 100 m og 25 m høy, tilsvarende ca 2 fotballbaner med en 8 etasjes bygning. Det er derfor svært viktig at betongen må disponeres etter hvert som den blir kuttet opp i deler eller knust.

4.2 Støy, støv og utslipp til luft og vann

Arbeidet med å håndtere store betonginstallasjoner på land eller i tilknytning til land vil medføre støy og utslipp til luft og vann. De vanligste aktivitetene som vil bli aktuelle ved disponering på land er presentert i dette kapittelet.

Det forutsettes at betonginstallasjonen som kommer til land (kai, havn, mottaksanlegg) har fått toppkonstruksjonene fjernet, og at det som er mulig å fjerne av helse- og miljøfarlig avfall er disponert forskriftsmessig tidligere.

Dette innebærer at betonginstallasjonen når det ankommer mottaksanlegget bare består av armert betong som i varierende grad vil være forurenset med diverse helse- og miljøfarlige stoffer, marin begroing og utstyr som er nødvendig for å slepe installasjonen til land.

Hovedaktivitetene, som bør gjennomføres i følgende rekkefølge, som påvirker utslippene er derfor:

1. Miljøsanering, dvs. fjerning av alt helse- og miljøfarlig avfall.
2. Fjerning og behandling av marin begroing.
3. Demolering (meisling/sprengning/oppdeling) av selve betongkonstruksjonen.

Innenfor hver av disse hovedaktivitetene eksisterer det et utall av underaktiviteter. Det presiseres at det i mange tilfeller vil bli nødvendig med stedsspesifikke/prosjektspesifikke aktiviteter for å kunne gjennomføre alle operasjonene knyttet til disponeringen av betonginstallasjoner på land.

4.2.1 Miljøsanering

Miljøsanering er fjerning av helse- og miljøfarlig avfall fra installasjonen for videre mellomlagring og levering til godkjent mottaker eller behandler.

Helse- og miljøfarlige stoffer finnes blant annet i oljeboringsavfall (slop, oljeholdig vaskevann, borekaks med tilhørende oljefraksjoner) og slam og avleiringer med oljerester, tungmetaller eller lav-radioaktive stoffer. Det kan også forekomme ballastsand i lagringscellene og borekaks og mud i stigerør etc. Identifisering og klassifisering av de forskjellige avfallsfraksjoner og -mengder vil være nødvendig før og under miljøsaneringen.

Det ideelle kan være at alt helse- og miljøfarlig avfall blir fjernet offshore. Det er imidlertid påpekt i flere rapporter at dette er urealistisk [xxx]. Selv om det har blitt gjennomført utstrakt rengjøring av lagringstanker etc. før ilandføring, vil sedimenter og andre avleiringer/bunnfall kunne ha høyt voksinnhold og dermed sitte godt fast til betongen og eventuelle andre

strukturer. Det må også forventes at avleiringene/bunnfallet kan være relativt immobil (pga. høyt voks innhold) og vil bli sittende fast i porer i indre vegg av tanker.

De aller fleste aktivitetene rundt miljøsaneringen vil være knyttet til rengjøring.

- **Fjerning/rengjøring** av diverse objekter/installasjoner (rør, stigerør, slanger, moduler, tanker (celler), utstyr) vil mest sannsynligvis inneholde rester av slop (oljeboringsavfall), spylevatn, rengjøringsmidler, prosessvann, boremod, avskallinger (scale) etc.. Rengjøring vil i noen tilfeller bli gjennomført ved bruk av kjemikalier. Rengjøring bør da bli utført i lukket anlegg.
- **Vannbehandling:** Avfallsproduktene slopvæsker og vaskevann som kommer til et anlegg eller blir generert under rengjøringen må gjennom en renseprosess, slik at sluttproduktet kan disponeres forskriftsmessig og på en forsvarlig måte. Sluttproduktet regnes som farlig avfall. Vaskevannet vil trolig være forurenset både med olje og tungmetaller, samt eventuelle stoffer fra rengjøringsmiddel eller andre kjemikalier. Dette må renses før det kan slippes ut.

Det er stor usikkerhet forbundet med mengde av olje i tanker (celler), hovedsakelig på grunn av liten tilgjengelighet for undersøkelser på selve installasjonen. Det kan være enklere å rengjøre eller behandle lagercellene på en annen forsvarlig måte hvis installasjonen tas til land og overbygningen er fjernet.

Miljøkonsekvensene av disse aktivitetene med tilhørende utslipp er diskutert i et senere kapittel.

4.2.2 Fjerning av marin begroing

Marin begroing som er direkte grodd på ren betong har begrensede miljøkonsekvenser. Det er begroing som er knyttet opp mot eventuell forurenset maling eller forurenset betong med innhold av helse- og miljøfarlige stoffer som kan føre til uønskede miljøkonsekvenser [xxxvii].

Høytrykkspyling og mekaniske metoder som skraping og børsting er de vanligste metodene for å fjerne marin begroing. Avfallet som blir fjernet er rur/skjell/tang/tare/skitt/maling, som igjen kan føre til lukt på et mottaksanlegg. Dette kan få innvirkning på utslipp til vann og eventuelt støy til omgivelsene.

Ved fjerning av begroing ved kai bør det etableres oppsamlingssystemer og legges ut lenser rundt installasjonen. Det bør også monteres duker/nett eller tilsvarende for å hindre at begroing synker til bunns. Oppsamlet begroing kan deretter leveres til mottaksanlegg for behandling av biologisk materiale. Det samme gjelder for marin begroing som blir samlet opp dersom fjerningen skjer på land.

Det er vurdert ulike metoder for behandling av biologisk materiale fra marin begroing. Det vil først være nødvendig å fjerne overskuddsvann så snart som mulig før forråtnelsen kommer i gang. Mekanisk avvanning er aktuelt for å få et materiale som lettere kan håndteres videre. Videre må vannet som fjernes renses for faste partikler ved sedimentasjon, eventuelt med sil/filter for suspendert organisk materiale. Reint vann kan slippes ut i sjøen.

4.2.3 Demolering av betonginstallasjoner

Tekniske forhold ved demontering/demolering av betonginstallasjoner er utredet i andre delrapporter.

Arbeidet med oppmeisling, knusing, oppdeling og/eller sprengning av betonginstallasjoner vil føre til støv og støy som på mange måter kan sammenlignes med tilsvarende aktiviteter i steinbrudd, ved tunneldriving eller ved anleggsarbeid. Dette betyr aktiviteter som:

- Meisling av armert betong ved bruk av hydraulisk meiselhammer.
- Knusing av betong i et knuseverk (diverse typer eksisterer).
- Saging/kutting med diamantsag/wire i armert betong.

- Sortering av armeringsjern/betong og størrelse på knust betong.
- Boring i armert betong med tilhørende sprengning.
- Drift av kraner og dieselmotorer.
- Rengjøring av utstyr.
- Lossing og lasting.
- Transport av masser før og etter behandling.

Moderne mekanisk utstyr kan håndtere oppskjæring av store deler av armert betong.

Metoder for sprengning av betongen og samtidig skille armering fra betongen har vært undersøkt. Dette kan forenkle arbeidet betraktelig [1]. Men det er nødvendig å utvikle denne metoden betydelig, både med hensyn til HMS og for mer kompliserte armerte betongdeler.

Det antas at sprengning er aktuell for demolering av betonginstallasjoner. Dette er for å få delt opp installasjonen i mindre deler/moduler og kan foregå under vann.

4.2.4 Støy

Støy vil være nært knyttet til arbeidet og aktivitetene knyttet til spesielt oppmeisling/knusing/oppdeling/sprengning av betonginstallasjoner. I tillegg vil det være kilder til støy fra kraner og dieselmotorer, samt fra trafikk og rengjøringsaktiviteter.

Konsekvenser av støy

Konsekvenser av støy er nært knyttet til aktivitetene på et anlegg som skal håndtere store betonginstallasjoner. Støy kan være forstyrrende for alle som oppholder seg i området. Omfanget av dette er ofte avhengig av om mottaksanlegget er etablert før eller etter at boliger, hytter eller andre arbeidsplasser er oppført, samt hvor nær mottaksanlegget disse ligger.

Eksponering for støy på arbeidsplassen kan være skadelig for arbeidstaker. Nedsatt hørsel er en av de mest vanlige konsekvensene av støy i forbindelse med arbeid. Støy kan også forårsake stress og derfor medvirke til økt risiko for ulykker [xxxiii]. Konsekvensene av støy kan for eksempel være nedsatt hørsel, hørselstap, tinnitus (øresus), økt risiko for ulykker, forstyrrelser av kommunikasjon og stress.

Krav og retningslinjer

Gjeldende retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging er Miljøverndepartementets dokument T-1442 [xxxiv]. Retningslinjen er utarbeidet i tråd med EU-regelverkets metoder og målestørrelser, og er koordinert med støyreglene som er gitt etter forurensingsloven og teknisk forskrift til plan- og bygningsloven. T-1442 skal legges til grunn ved arealplanlegging og behandling av enkeltsaker etter plan- og bygningsloven i kommunene og i berørte statlige etater. Den gjelder både ved planlegging av ny støyende virksomhet og for arealbruk i støysoner rundt eksisterende virksomhet. Retningslinjen omfatter også bestemmelser om begrensning av støy fra bygge- og anleggsvirksomhet.

Støysoner for industrivirksomhet, havner og terminaler deles inn som vist i tabell 1.

Industrivirksomhet, havner og terminaler bør ikke gi støy som overskrider støygrensene i Tabell 2. Støygrensene i tabellen varierer avhengig av om kildene ved anlegget karakteriseres som impulslyd eller ikke. Støygrense for industristøy med impulslyd bør også brukes for støy med tydelig rentonekarakter hos mottaker. Erfaringer fra aktiviteter som vil være knyttet til et anlegg som skal håndtere betonginstallasjoner er at det vil bli generert lyd med impulsiv karakter.

Grenseverdiene for ekvivalentnivå i tabell 1 og 2 gjelder midlet over et år. Støynivået for et enkelt driftsdøgn bør imidlertid ikke overskride anbefalt års gjennomsnittlig verdi med mer enn 3 dB.

I tillegg til de generelle krav og retningslinjer som eksisterer for støy vil mottaksanlegg bli gitt utslippstillatelse fra Klif, som vil fastsette spesifikke krav til det enkelte anlegget.

Tabell 1. Inndeling av støysoner etter T-1442.

Støykilde	Støysone			
	Gul sone		Rød sone	
Industri, havner og terminaler	Uten impulslyd: $L_{den} = 55$ dB	$L_{night} = 45$ dB	Uten impulslyd: $L_{den} = 65$ dB	$L_{night} = 55$ dB
	Med impulslyd: $L_{den} = 50$ dB	$L_{5AF} = 60$ dB	Med impulslyd: $L_{den} = 60$ dB	$L_{5AF} = 80$ dB

Tabell 2. Anbefalte støygrenser ved etablering av ny støyende virksomhet og bygging av boliger, sykehus, pleieinstitusjoner, fritidsboliger, skoler og barnehager. Alle tall oppgitt i dB, frittfeltsverdier.

Støykilde	Støynivå på uteplass og utenfor rom med støyfølsom bruk L_{den}	Støynivå utenfor soverom, natt kl. 23-07	Maksimalt støynivå på uteplass og utenfor rom med støyfølsom bruk, dag og kveld, kl 07-23
Industri, havner og terminaler	Uten impulslyd: 55 dB Med impulslyd: 50 dB	$L_{night} = 45$ dB $L_{5AF} = 60$ dB	-

Støyreducerende tiltak

På et anlegg kan for eksempel følgende tiltak utføres for å begrense støybelastningen:

- Innkjøp av mest mulig støysvakt maskineri og utstyr, som blir vedlikeholdt regelmessig.
- Tiltak som hindrer at lyd sprer seg fra lydkilden, dvs. lydskjerming, innkapsling, lyddempning som reduserer støy fra vegger, tak og gulv.
- Beskyttelse av den enkelte arbeidstaker iht. Retningslinjer for støy og arbeidsmiljøloven.
- Foreta regelmessig kontrollmåling av støy på arbeidsplasser og i nærmiljø.

Muligheten til å redusere støynivået er god ved planlegging av nye mottaksanlegg, og bør ha høy prioritet under prosjekteringen av anlegget.

4.2.5 Utslipp til luft

Utslipp til luft er i dette tilfellet hovedsakelig knyttet til avgasser fra forskjellige kjøretøyer og fartøyer som trengs for å gjennomføre de forskjellige operasjonene, samt støv fra transport og knuse- og demoleringsoperasjoner.

Utslipp til luft vil være begrenset til ordinære utslipp fra fartøy, maskiner og utstyr, som hovedsakelig drives med diesel som drivstoff, og er knyttet til aktivitetene som er beskrevet over. Aktivitetene knyttet til miljøsanering, dvs. fjerning av helse- og miljøfarlige stoffer med tilhørende behandling (eks. forbrenning) av farlig avfall vil også føre til utslipp til luft. Fjerning med tilhørende behandling av marin begroing kan føre til lukt, som er knyttet til luftutslipp.

Med utgangspunkt i at det i hovedsak er betong som skal mottas, demoleres, sorteres og håndteres kan støv være et betydelig problem.

Miljøkonsekvenser av utslipp til luft

Studier i offshore-sammenheng har vist at det kreves et betydelig energiforbruk med tilhørende utslipp til luft av CO₂ og NO_x for å meisle/knuse opp betong i forhold til uttak av tilslag i

konvensjonelle steinbrudd. Dette gjelder også energiforbruk med tilhørende utslipp til luft ved å meisle/knuse betong for å ta ut armeringsjern, kontra uttak av jernmalm fra gruver.

Miljøkonsekvenser av utslipp til luft fra både forbruk av drivstoff og bruk av forbrenningsanlegg for behandling av farlig avfall er diskutert og vurdert i et uttall av rapporter.

Utslipp til luft fra forbruk av drivstoff vil ytterligere bli diskutert i senere kapitler i denne rapporten.

Miljøkonsekvenser av støv

Både oppmeisling, knusing og eventuelt sprengning, samt trafikken på anlegget fører til støvflukt fra et område. Støv fra selve sprengningen av en betongkonstruksjon kan være svært sjenerende. Dersom ikke noen av de foreslåtte tiltakene blir iverksatt før og under selve sprengningen, vil de minste partiklene bli spredd opp i lufta og tatt av vinden.

Virkingen av støvflukt fra mottaksanlegget antas å bli liten for miljøet rundt anlegget, dersom de forskjellige foreslåtte tiltakene blir iverksatt og fungerer tilfredsstillende. Resultater fra målinger av støvfall og svevestøv vil vise om tiltakene er gode nok.

Miljøkonsekvensene kan i hovedsak inndeles slik:

- **Avrenning/ ytre miljø:** Steinstøv fra anlegget kan påvirke miljøet i fjæra eller littoralbasseng, og føre til eutrofiering og økt sedimentering fra støvpartikler. Se også miljøkonsekvenser ved utslipp til vann.
- **Estetikk:** Støvlag på vegetasjon og i nærområdet er normalt en uønsket situasjon. Ved høy årlig nedbør i området (vestlandet) vil støv som legger seg på arealer, planter og trær vil bli vasket av, slik at det skal store mengder støv til for å gi varige spor.
- **Naboforhold/arbeidsmiljø/helse:** Det vil være avhengig av målinger (svevestøv) av støveksposering på arbeidere og/eller naboer for å forsikre seg om at de ikke blir utsatt for støv over grenseverdier som er satt.

Krav og retningslinjer for utslipp til luft og støv

Det eksisterer generelle krav og retningslinjer knyttet til utslipp til luft for virksomheter som driver mottaksanlegg for utrangerte offshoreinstallasjoner. Utslipp til luft kan medføre vesentlig forskjellige skadevirkninger, med lokale, regionale, nasjonale og/eller globale konsekvenser. De viktigste krav og retningslinjene vil være de som er knyttet til utslipp av CO₂ og NO_x fra maskiner og utstyr.

For utslipp til luft fra forbrenningsanlegg som håndterer farlig avfall fra for eksempel en utrangert betonginstallasjon er forurensningsparametrene totalt støv, totalt organisk karbon (TOC), HCl, SO₂, NO og NO₂, tungmetallforbindelser og dioksiner.

Ved forbrenning av oljeboringsavfall skal kravene i avfallsforskriften kap. 10 overholdes.

I tillegg til de generelle krav og retningslinjer som eksisterer for utslipp til luft og støv vil mottaksanlegg bli gitt utslippstillatelse fra Klif, som vil fastsette spesifikke krav til det enkelte anlegg.

For mottaksanlegg som skal behandle betong som skal meisles, knuses og deles bør det gjennomføres jevnlige målinger av støveksposering av arbeidstakere ved de forskjellige aktivitetene. Det kan for eksempel tas prøver av støvnedfall og svevestøv.

Støvnedfall (månedsmiddel)

For bedrifter som produserer pukk, grus, singel og sand gjelder forurensningsforskriftens kapittel 30.

I § 30.5 står det at utslipp av steinstøv/støv/partikler fra totalaktiviteter fra virksomheten ikke skal medføre at mengde støvfall overstiger 5 g/m^2 i løpet av 30 dager. Dette gjelder mineralsk andel målt ved nærmeste nabo, eller annen nabo som eventuelt blir mer utsatt.

Iht. § 30.9 skal virksomheter med mindre enn 500 m til nærmeste nabo gjennomføre støvnedfallsmålinger målt i 30-dagers intervaller. Måleperioden skal vare minst et år, og skal ikke avsluttes før målingene dokumenterer at kravene i § 30.5 overholdes.

Verdiene som NILU i dag (2011) bruker i vurdering av støvbelastning er:

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

Døgn grenseverdien for svevestøv fra en virksomhet målt ved plangrensen er $50 \mu\text{g/m}^3$ støv med partikkeldiameter $< 10 \mu\text{m}$ (PM10, og må ikke overskrides mer enn 35 ganger (døgn) pr. år. Årsmiddelverdien av svevestøv må ikke overstige $40 \mu\text{g/m}^3$.

Tiltak for å redusere utslipp til luft

Maskiner og utstyr bør være av en standard kvalitet underlagt et vedlikeholdsprogram som skal tilsi at utslippene blir så begrenset som mulig. Maskiner med god driftsøkonomi bør foretrekkes.

Det bør fortløpende vurderes om maskiner og utstyr blir mer miljøvennlige ved overgang til strøm.

Rengjøring offshore av tanker og utstyr er avgjørende for å redusere arbeidet på land med rengjøring, lagring og behandling av helse- miljøfarlige stoffer. Behandlingen, i praksis forbrenning med tilhørende utslipp til luft, kan derfor reduseres ved å minimalisere mengder som må behandles/forbrennes på land.

Aktivitetene må være lagt opp på en slik måte at støv ikke slipper ut av behandlings- eller lagringsområdene. All aktivitet som kan medføre nevneverdige utslipp av støv utenfor området bør skje innendørs (dersom praktisk mulig) eller bak annen mekanisk skjerming mot støvspreddning. Dersom dette ikke er mulig, så er følgende tiltak vurdert som mulige løsninger:

- Bruk av støvmaske ved de mest støvende aktivitetene.
- Ved boring og/eller saging kan det bli brukt støvsuger for oppsug av støvet.
- Bruk av dyser til å sprøyte vann mot objekter for å redusere støv i lufta.
- Ved de mest støvemitterende områder (knusing/oppmeisling) av betong kan støvnivå reduseres ved bruk av overrislingsanlegg.
- Arealene bør være asfaltert eller ha andre faste dekker.
- Rengjøring av maskiner og trafikkarealer regelmessig.
- Spredning av salt og/eller vann på trafikkareal, spesielt på tørre dager.
- Vask av bygninger bør gjennomføres dersom det viser seg å være nødvendig.

4.2.6 Utslipp til vann

Aktivitetene som hovedsaklig vil ha innvirkning på utslipp til vann er nært knyttet til arealene som vil bli brukt til demolering av en betonginstallasjon. Avrenning fra aktivitetene kan kontrolleres blant annet ved å ha tette dekker med membraner og oppsamlingssystemer.

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.

Miljøkonsekvenser av utslipp til vann

Miljøkonsekvenser av utslipp til vann fra et mottaksanlegg er til dels knyttet til hvor stor avrenning det er fra anlegget. I utgangspunktet skal anlegget være slik utformet at avrenningen er minimal, dvs. at det er tette dekker med membraner og all avrenning fra arealene skal gå gjennom oljeutskillere og videre til renseanlegg. Utslipet til vann vil da være avhengig av hvor effektivt oljeutskilleren og renseanlegget fungerer, dvs. hvor mye uorganiske (tungmetaller) og organiske (olje, PAH, PCB) miljøgifter som blir sluppet ut.

Ser en på konsekvensene av at det blir sluppet ut miljøgifter fra mottaksanlegget, så har erfaringer vist at miljøgiftene ofte er partikkelbundet, og sedimenterer på sjøbunnen. Bunndyr og fisk som lever nær bunnen vil dermed bli påvirket av forurensningen avhengig av konsentrasjoner og hvor lenge utslippet foregår.

For organiske miljøgifter, så kan enkelte miljøgifter (PCB) akkumulere i næringskjeden.

Fine partikler og støv fra knusing og sprengning kan inneholde nitrogen, og avrenning fra anlegget kan føre til eutrofiering av resipienten. Avrenning fra anlegget kan tilføre ammonium til vannmassene og gjødsle området rundt. Avrenning fra et mottaksanlegg kan og føre til flere suspenderte partikler i vannet og skape problemer for fisk og andre organismer.

Sedimenter suspendert i vannmassene kan ødelegge sikten for jaktende fugl og fisk, samt for organismer som filtrerer vann.

Økt båttrafikk fører til økt risiko for ulykker og utslipp med tilhørende miljøkonsekvenser. Lekkasje fra skip kan være en belastning på området og forstyrre organismer som oppholder seg der. Større utslipp ved ulykker kan få katastrofale følger for fuglelivet i området. Utslipp til sjøen vil kunne ha direkte påvirkning på eventuell verneområder i nærheten.

Krav og retningslinjer

I tillegg til de generelle krav og retningslinjer som eksisterer for utslipp til vann vil mottaksanlegg bli gitt utslippstillatelse fra Klif som vil være spesifikk for det enkelte anlegget.

Vanndirektivet er et EU-direktiv som legger rammene for forvaltningen av vann. Det er innlemmet i EØS-avtalen, og dermed forpliktende også for Norge. Direktivet omfatter alt ferskvann (overflatevann og grunnvann) samt kystvannet [xxxv].

For områder der det er mulig at det kan oppstå oljeholdig avløpsvann gjelder forurensningsforskriftens kapittel 15 "Krav til påslipp av oljeholdig avløpsvann", som blant annet setter krav til fast dekke med avrenning til sandfang og oljeutskillere. Det er viktig at disse er tilstrekkelig dimensjonert.

Farlig avfall skal håndteres, mellomlagres, deklarerer og leveres til godkjent mottak iht. Avfallsforskriften. Avfallsforskriftens kap. 11 om farlig avfall har som formål å sikre at farlig avfall tas hånd om på en forsvarlig måte.

Detaljer finnes i følgende dokumenter:

- Håndtering av farlig avfall, SFT-veileder TA-2023/2004.
- Farlig Avfall: Veileder om innlevering og deklarerer av farlig avfall, Norsas 2009.

Forurensningsparametere

Forurensningsparametere som kan forekomme i vann fra et typisk mottaksanlegg vil være:

- Totale hydrokarboner (THC), dvs. BTEX + olje med 4 intervaller (C6-C35)
- Tungmetaller, for eksempel arsen, bly, kadmium, kobber, krom, kvikksølv, nikkel og sink
- Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH)
- Polyklorerte bifenyler (PCB)
- Klorparafiner
- Bromerte flammehekkere (BFH)
- Ftalater
- Radioative forbindelser (LRA)
- Totalt organisk karbon (TOC)
- Ammonium
- Nitrat
- Fosfat

Tiltak for å redusere utslipp til vann

Aktuelle tiltak for å redusere eller eliminere utslipp til vann kan blant annet være følgende:

- Anlegget må utformes slik at aktiviteter knyttet til ordinært avfall og farlig avfall blir håndtert forsvarlig uten fare for avrenning og infiltrering i grunnen.
- Anlegget må ha et effektivt oppsamlingssystem og et eget renseanlegg for forurenset vann, inklusive overflatevann.
- For å sikre mot utslipp av olje til vann må det etableres oljeutskillere med sandfang og filter.

Aktuelle aktiviteter for å kontrollere at tiltakene fungerer kan være:

- Tømming av sandfangskummer, oljeutskillere og oppsamlingstanker for olje iht. til fastlagte prosedyrer.
- Etablere et eget prøvetakings- og analyseprogram for de mest relevante utslippskomponentene/ forurensningsparametrene i alle utslippspunkt.
- Et miljøovervåkningsprogram for sedimenter og resipienten utenfor anlegget blir utarbeidet og gjennomført.
- Utarbeide beredskapsplaner blant annet på bakgrunn av miljørisikoanalyser.

4.3 Deponering og gjenbruk av materialer

I rapporten "Decommissioning Offshore Concrete Platforms" oppsummeres de forskjellige produktene/fraksjonene/aggregatene som kan komme fra en betonginstallasjon [xxxvi].

Informasjon om hvordan rivebetong på land i dag blir disponert er innhentet. Det er gjort vurderinger knyttet til hvorvidt betongen som kommer fra offshorevirksomhet kan plasseres i deponier på land, der helse- og miljøfarlige stoffer som har vært lagret i celler/tanker blir inkludert i vurderingen.

Vurderingene er også knyttet til å benytte knust betong til tilslag, gjenvinning av armeringsjern og ikke minst miljøkonsekvensene ved å ta i bruk knust betong kontra utvinning/knusing av sprengstein fra konvensjonelle steinbrudd.

4.3.1 Innledning

Deponering og gjenbruk av materialer er nært knyttet til hvordan avfallshåndteringen på et mottaksanlegg blir prioritert og organisert. Naturlige målsettinger og prioriteringer knyttet til avfallshåndteringen vil være at det skal foregå i samsvar med nasjonale mål og strategier. Iht. avfallsforskriften [xxxviii] innebærer dette "å fremme en miljømessig og samfunnsøkonomisk forsvarlig håndtering fra bygge- og rivningsvirksomhet, samt forebygge ulovlig disponering av slikt avfall". Det vil også være en opplagt målsetting at alle krav fra myndighetene og krav fra kunder skal tilfredsstilles, samt at kravene til helse, miljø og sikkerhet for personell og ytre miljø ivaretas.

På et mottaksanlegg vil det bli generert mange forskjellige typer avfall, og anlegget må derfor være tilrettelagt for å kunne behandle mange typer avfall.

Ut fra miljø- og ressursmessige hensyn skal avfallet håndteres i følgende prioriterte rekkefølge:

1. Ombruk
2. Materialgjenvinning
3. Energigjenvinning
4. Deponering

Ombruk betyr at produktet 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 kalles gjenvunnet, må samtlige av følgende krav være oppfylt [xxxvii]:

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

Deponering er i utgangspunktet ikke et alternativ dersom materialet kan ombrukes eller gjenvinnes iht. kravene satt over. All sluttbehandling i form av deponering eller nedgraving av

avfall skal skje i tråd med avfallsforskriftens krav. I avfallsforskriften er et deponi definert som ”*Et permanent disponeringssted for avfall ved deponering av avfallet på eller under bakken.*”

Betong og stål fra en utrangert betonginstallasjon fra offshorenæringen vil være sammenlignbart med tilsvarende avfall fra bygge- og anleggsvirksomhet på land. Generelt gjelder at alt bygg- og anleggsavfall (BA-avfall) som ikke er farlig avfall skal leveres til lovlig avfallsanlegg med mindre det ombrukes, gjenvinnes eller disponeres/brukes på annen lovlig måte. Dette er diskutert i de påfølgende kapitlene.

Iht. avfallsforskriftens kapittel 15 [xxxviii] må helse- og miljøfarlig avfall fjernes dersom BA-avfallet skal gjenvinnes. Iht. plan og bygningslovens kapittel 9 [xxxix] er det krav om utarbeidelse av miljøsaneringsbeskrivelse og avfallsplan, der leveranser av utsortert helse- og miljøfarlig avfall skal dokumenteres før rivingen påbegynnes.

4.3.2 Hvordan rivebetong på land i dag blir brukt

Generelt kan en si at betongen som kommer fra riveprosjekt kan meisles opp og brukes til utfylling på samme tomt, dersom armeringen fjernes og betongen ikke inneholder helse- og miljøfarlige stoffer.

Betong fra riving eller rehabilitering leveres ofte til et gjenvinningsanlegg og behandles der, for eksempel ved nedknusing til bestemte fraksjoner. Det samme gjelder betongrester fra støpearbeider. I større riveprosjekter kan det også være aktuelt å knuse betong på stedet for å bruke den lokalt, for eksempel i bærelag eller som fundament for nybygg. Bruk av mobile knuseanlegg er også aktuelt i områder der avstanden til gjenvinnings- og/eller knuseanlegg er stor.

Publikasjon nr. 26 fra Norsk Betongforening er et viktig grunnlagsdokument [xi]. Denne publikasjonen omhandler bruk av resirkulert tilslag til betong. Bruken av resirkulert tilslag med tilhørende kvalitetskriterier til betongen er omhandlet i et senere kapittel.

I Finland blir mestedelen 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 [xli].

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 sti/gårdsplass grusing [xlii].

4.3.3 Ombruk av betong

Ombruk av betong medfører i dette tilfellet at hele eller deler av konstruksjonen deles opp i mindre moduler, blokker eller betongdeler som brukes på nytt uten at betongen knuses. Konkrete forslag til ombruk av betongdeler er presentert og kort diskutert i kapitlet 4.4.

Ombruk av betong fra betonginstallasjoner er forbundet med mange utfordringer. For det første må delene/blokkene/modulene kappes eller oppdeles uten at de blir skadet, og deretter løftes og transporteres uten at egenskapene til den armerte betongen blir nevneverdig dårligere. For det andre vil være et spørsmål om produktansvar, både med hensyn til sikkerhet og holdbarhet. Dette kan redusere omsetningsmuligheten av betongdelene [I]. Når det gjelder holdbarhet bør det nevnes at betongfastheten øker med alder [xlxlxiii]. Mellomlagring av ”ferdige” betongdeler/blokker som ikke blir omsatt i markedet, eller brukt til noe vil være en utfordring både med tanke på kostnader og arealbeslag.

4.3.4 Materialgjenvinning av betong

Miljøkonsekvenser knyttet til operasjoner/aktiviteter for knusing og gjenvinning av betong er som tidligere nevnt i hovedsak knyttet til støv og støy. Knusing av betongen fører til at

armeringen kan fjernes fra betongen, samles opp og leveres til gjenvinning hos godkjent mottak.

Miljømessig er det både fordeler og ulemper med gjenvinning eller resirkulering av betong.

Fordelen er først og fremst at resirkulert betong kan være et supplement til tilslag fra steinbrudd, noe som gir redusert forbruk av ikke-fornybare ressurser (pukk, sand etc.) og dermed også forlengelse av steinbruddets levetid. Man unngår også å fylle opp deponier, og behovet for transport reduseres. Resirkulering av betong kan i enkelte tilfeller også medføre mindre energiforbruk og utslipp til luft.

Ulemper ved resirkuleringen kan være knyttet til økt støy og utslipp av støv til luft og vann, samt transport med fartøy eller kjøretøy i områder som er sensitive.

Mengder av betong som kan bli generert fra utrangerte betonginstallasjoner vil variere mellom 120 – 550.000 tonn pr installasjon, noe som er i samme størrelsesorden som det totale steinuttak i Norge pr år. Denne knuste betongen kan gjenbrukes til mange formål, både lokalt, nasjonalt og internasjonalt, avhengig av etterspørselen i markedet [xl].

I henhold til en rapport fra Oljedirektoratet [xliv] 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 veibyggning, eller som fyllmateriale i ulike typer utfyllinger.
- **Grovere fraksjoner** av nedknust betong blir brukt 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.

Finfraksjonene

Etter knusing, sikting og sortering blir den knuste betongen separert og gradert etter størrelse og krav fra kunder. Avhengig av type betong og type anlegg som knuser betongen, vil det bli produsert ulike typer størrelse/produkter til markedet. Rein, sortert betong er ideell for konstruksjoner og fundamenter for bygninger. Den kan også brukes til bærelag og dreneringslag i grøfter, eller som tilbakefyllinger mot murer og kjellervegger. Knust betong kan også brukes som underlagsmasser og bærelag i veier og parkeringsplasser etc. For produksjon av ny betong er det krav til tilslaget [**Feil! Bokmerke er ikke definert.**].

- **Finfraksjon 0-4 mm:** Det er forventet at 20-30 % av knust betong er i denne fraksjonen. Denne fraksjonen kan brukes som tilslag i asfalt, men er ikke brukbar som tilslag i ny betong. Deponering er også et alternativ.
- **Medium fraksjon 4-32 mm:** Det er forventet at 70-80 % av knust betong havner i denne fraksjonen. Denne fraksjonen kan brukes til isoleringsmateriale på fyllinger, bærelag i veier, eller som tilslag i produksjon av ny betong dersom den har akseptabel kvalitet. Det er også foreslått at denne fraksjonen kan brukes til dekkmateriale av rørledninger i Nordsjøen.
- **Større fraksjoner 32-100 mm:** For andre formål, som for eksempel utfyllingsmateriale, så eksisterer det standarder for bruk av knust betong. Dersom knust betong skal brukes til utfylling må aggregatene være harde, granulerte, drenerende og kjemisk inert, samtidig som de må være mulig å dekomprimere. I tillegg må det ikke føre til endring i dimensjonen på materialet avhengig av endring i luftfuktighet [l].

Betongdeler/blokker

Et fullgodt alternativ til knusing av betongen er å produsere armerte betongdeler/blokker/stykker av varierende størrelse, avhengig av formålet. De kan for eksempel brukes til erosjonsbeskyttelse eller som kystsikringsstein. Mulige metoder for å produsere disse på kan være:

- Kutte opp moduler/ringer av skaft eller celler/tanker, på 200-400 tonn hver ved bruk av diamantkutting/wire eller spesielle eksplosive system.
- Transport fra oppankringsted/kai/tørrdokk ved bruk av kran eller lekter til eget område/areal for oppkutting.
- Oppkutting i deler/blokker avhengig av behov/formål, for eksempel 0,3-6 tonn store blokker (se eksempel i kapittel 4.4).

Det vil være nødvendig med store arealer for mellomlagring av forskjellige størrelser for levering til kunder.

Det vil også være nødvendig å finne løsninger knyttet til at armeringsjernet blir eksponert ved oppkuttingen. Dersom betongen skal brukes til kystsikringsstein er det fare for korrosjon og dårlig holdbarhet måtte vurderes før bruk [xlv].

Et annet perspektiv vil være knyttet til estetikk ved bruken av betongblokker til denne type formål. Vil dette være akseptabel løsning for framtidige generasjoner?

Kvalitetskriterier for betong som kan gjenvinnes

Resirkulert/gjenvunnet betong må som tidligere nevnt være brukbart til spesifikke formål [xxxvii]. Den knuste betongen må derfor møte visse standarder vedrørende størrelse, fysiske egenskaper, stabilitet og holdbarhet, eventuelt også innhold av begrensede konsentrasjoner av helse- og miljøfarlige stoffer. Dersom knust betong skal brukes til produksjon av ny betong, vil det være en del faktorer som bestemmer om den knuste betongen er av akseptabel kvalitet [xlv]:

- Størrelse (standard eks. 0-32 mm)
- Mengde mørtel og sement i eventuelt tilslag
- Tettheten av fraksjonen/aggregatet
- Vann-absorpsjonsevne
- Knuseevne
- Bæreevne
- Sulfatinnhold
- Eventuelle forurensninger

Det er utarbeidet mange dokumenter med krav for betongen som skal brukes til de forskjellige formålene, blant annet blir dette inngående diskutert i en rapport utarbeidet av U.S. Army Corps of Engineers [xlv].

Deponering/utfylling av ren rivebetong

Rivebetong kan bare benyttes til utfylling dersom det kan dokumenteres at betongen ikke er forurenset eller at bruken ikke medfører noen helse- eller miljøfare [xlvi].

Disponering/bruk av forurenset rivebetong

Med betong menes både plasstøpt og prefabrikkert betong (betongelementer). Hovedbestanddelene i betong er sement, sand og vann. Bestanddelene i betong inneholder normalt ikke miljøfarlige stoffer [xlvii].

Betongen fra en utrangert betonginstallasjon, spesielt overflaten på innvendige vegger i tanker og celler, kan være forurenset av mange helse- og miljøfarlige stoffer, for eksempel uorganiske miljøgifter (tungmetaller), olje, PAH, PCB og andre organiske miljøgifter. Omfanget av eventuell forurensning må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

I forurensningsforskriften 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, så kan betongen ikke brukes til utfyllingsformål uten at PCB-holdig maling, puss og fuger er fjernet fra betongen [xlvi].

Forurenset betong kan være farlig avfall dersom forurensningen av miljøgifter er omfattende. Det er avgjørende å avklare hvor dypt inn i betongen den eventuelle forurensningen sitter. Dette kan gjøres ved kjerneprøvetaking og kjemiske analyser av de aktuelle miljøgiftene ved forskjellige dybder fra overflaten og innover. Et slikt prøvetakingsprogram vil inngå i en eventuell søknad om disponering av betongmasser fra en betonginstallasjon

Det er viktig å være klar over at flere typer BA-avfall, som for eksempel lettere forurenset betong, må håndteres særskilt, selv om konsentrasjonene av de aktuelle forurensningene er under grensen for farlig avfall.

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 [xxxviii].

Erfaringsmessig så 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 type olje som er tilstede, varigheten 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 så vil potensiell eksponering være minimal. Dette skyldes i hovedsak at olje blir bundet i betongen.

Gjenvinning av armeringsjern

I en rapport fra *Dames & Moore* fra 1996 [xlix] er det påpekt at det er mange utfordringer knyttet til separering av armeringsjern i forbindelse med knusingen. 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 [1].

Knusing av betongen fører til at armeringen kan fjernes fra betongen, kuttes i akseptabel størrelse, samles opp og leveres til gjenvinning ved godkjent mottak. Mengden av utsortert armeringsjern vil være i størrelsesordenen 10-15 % av vekten på betongen [**Feil! Bokmerke er ikke definert.**].

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

Energiforbruk knyttet til gjenbruk av betong

I en rapport fra Oljedirektoratet fra 1996 [xliv] om resirkulering og gjenbruk ble det konkludert med:

”Forutsatt vellykket gjennomføring av fjerningsoperasjoner og demolering ved kai og på land, er ikke de miljømessige konsekvensene større enn hva som er tilfellet for tilsvarende anlegg for fremstilling av nytt materiale fra et steinuttak/steinbrudd.”

- - -

”Det er ikke utført detaljert vurdering av energiforbruk knyttet til de beskrevne arbeidsoperasjoner for å gjenbruke og/eller resirkulere komponenter eller materialer fra en betonginnretning. Dette har ikke vært mulig med utgangspunkt i foreliggende grunnlagsmateriale. Overslagsberegninger indikerer imidlertid at energiforbruket ikke vil være vesensforskjellig fra konvensjonell produksjon av betongblokker, stein eller tilslag. Størrelsesorden på forskjeller i energiforbruk vil bli +/- 0 når man ser bort fra transportdelen. Transport (fra produksjonssted til marked) vil kunne gjøre en vesentlig energifaktor, både i positiv og negativ retning, alt etter hvilke markedsforutsetninger og rammebetingelser som legges til grunn”.

I en studie utført av *Dames & Moore* og *Reverse Engineering Ltd* i 1997 [1] ble energiforbruket ved å knuse betong for bruk til tilslag sammenlignet med energiforbruket ved å produsere tilslag fra et steinbrudd. Konklusjonen fra rapporten var at det var

”mangel på erfaringer med fjerning og oppkutting/knusing av betonginstallasjoner, så eksisterer det lite konkrete data på området. På grunn av dette så er det svært vanskelig å kalkulere energiforbruket for de to alternativene; knust betong til tilslag eller nytt tilslag fra steinbrudd. Det vises til at resirkulering av betong som er blitt deponert i fyllinger, kan tas ut og knuses for tilslag. Dette kan redusere energiforbruket med opptil 20 % opp mot produksjon av nytt tilslag fra et konvensjonelt steinbrudd. Knusing av betong fra en offshore installasjon vil være en annen utfordring pga. mer armeringsjern og betongstyrken til installasjonen. Det konkluderes med at det er et stort behov for mer utredning innenfor dette området.”

Rapporten viser en klar gjennomføringsmodell for hvordan en kan kalkulere energiforbruket for de to alternativene. Gjennom eksempler vises det at resirkulering/knusing av betong krever omtrent det dobbelte energiforbruket per tonn som uttak fra et steinbrudd. Det største energiforbruket av alle operasjonene knyttet til resirkuleringsalternativet var ilandføringen/lossingen av betong fra fartøy til knuseverk ved hjelp av dieseldrevne kraner. Det presiseres at det eksisterer stor usikkerhet ved alle de forskjellige variablene som en må forholde seg til for å kunne vurdere de to alternativene opp mot hverandre.

For situasjonen i Norge bør det vurderes om bruk av knust betong er fornuftig i og med at Norge har mange steinbrudd nær markedet, og dermed har mindre utfordringer med å skaffe ressursen. Knust betong kan derfor bli et mer brukbart produkt som utfyllingsmateriale der det er kort vei fra et mottaksanlegg til området som trenger det, dersom det ikke eksisterer et steinbrudd i nærheten.

4.4 Alternativ bruk ved land

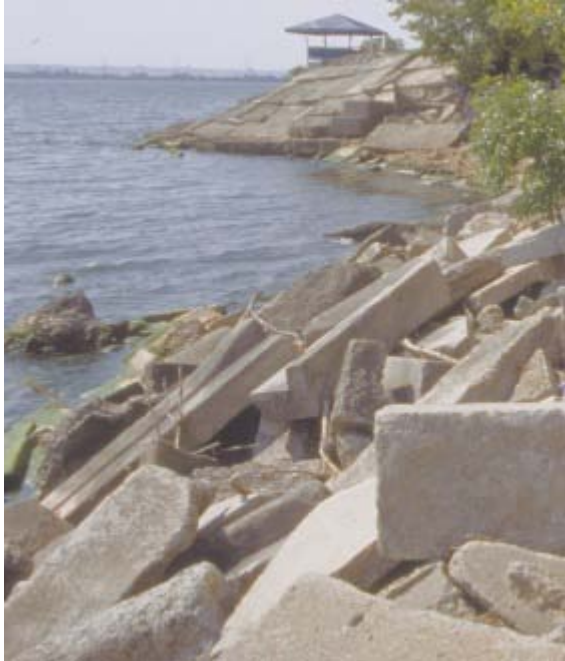
Det er gjennomført omfattende søk i diverse fora (internett/fagblad/internt nettverk) for å finne fram til konkrete eksempler på ombruk av betongdelar/konstruksjoner. Søkestrenger som har vært brukt:

- Reuse, concrete
- Reuse, concrete, -sealing
- Reuse, concrete, mole
- Reuse, concrete, pier
- Ombruk, betong
- Ombrug, beton
- Wiederverwendung, beton

Det er svært lite informasjon på internett som tar for seg ombruk av betong i større moduler/komponenter. Det er funnet eksempler på ombruk av betongflak som er et resultat av en knuseprosess og som ikke inneholder armering. Det kan også dreie seg om ombruk av

betongflak som ikke tidligere er blitt armert og som kun er brukt tidligere som betongfortau eller utendørs betongdekker.

Alternativ bruk av betongen kan være til bruk som erosjonsbeskyttelse eller kystsikringsstein. Betonginstallasjonen kan også vurderes brukt som vindmøllefundamenter eller tanker i betong. Tilstandsvurderinger og metodikk for å si noe om levetid og konstruksjonsintegritet for alternativene må tas i betraktning og vurderes nøye før de tas i bruk.



Figur 12. På dette bildet ser det i forgrunnen ut til å være brukt betongbiter til grov fylling mens det i bakgrunnen kan se ut som det er brukt betongflak til å plastre skråning for å beskytte mot bølger Kilde: <http://www.dfo-mpo.gc.ca/regions/central/pub/fact-fait-mb/mb3-eng.htm>.



Figur 13. På Queensboro Plaza i New York har man brukt betongbiter til å lage trafikkøyer og skille forskjellige trafikanter. Kilde: <http://inhabitat.com/nyc/jagged-chunks-of-sidewalk-reused-to-create-unique-median-for-queens-plaza/comment-page-1/>

5. Energi- og miljøregnskap ved å ta installasjonen til land i forhold til etterlating

5.1 Innledning

Disponeringsløsninger og miljøvurderinger knyttet til disse vil ofte være av kvalitativ karakter og til dels utsatt for subjektive meninger. Det er derfor nyttig å vurdere metoder som er kvantitative, for eksempel energibruk og utslipp til luft ved forskjellige operasjoner eller løsninger.

I denne rapporten er det utarbeidet et energi- og miljøregnskap knyttet til energiforbruk med tilhørende luftutslipp av CO₂, NO_x og SO_x for hhv. etterlating offshore og disponering på land.

Det presiseres at det eksisterer et mangfold av ulike forslag til de ulike deloperasjonene og hvordan ilandføring av betonginstallasjoner skal gjennomføres.

Forutsatt at energibruk og utslipp til luft i forbindelse med fjerning av plattformdekk og alle andre deler av installasjonen unntatt understellet holdes utenfor, kreves det ingen energi å etterlate betonginstallasjonen, og det vil heller ikke være noe ytterligere utslipp til luft.

Hvis installasjonen derimot skal tas til land, må installasjonen først gjøres flytende ("reflytes"), taues til land og ilandføres i større eller mindre moduler/deler før det hugges opp. Deretter må mengdene sorteres og sluttdisponeres, enten i form av gjenbruk eller levering til godkjent mottak eller deponi.

5.2 Energibruk i forbindelse med "reflyting", dvs. fjerning fra sjøbunn

I prinsippet frigjør man installasjonen som en reversering av installeringen, dvs. at betonginstallasjonen som står på sjøbunnen gjøres flytende.

Energiforbruk og luftutslipp for disse operasjonene er estimert i både Frigg avslutningsplan [xxvi] kap. 9, og i rapporten for "Brent Redundant Facilities" [li].

Operasjonene knyttet til selve reflytingen er nærmere beskrevet i rapporten "Disponering av betonginnretninger" [xxx]. I rapporten står det blant annet at

"Energiforbruk og utslipp til luft rundt disse operasjonene vil være knyttet til spesialfartøy som kan utføre disse operasjonene. Marine operasjoner må planlegges i detalj, det er her foreslått at det vil være noen fartøy som er mobilisert, men går kun på tomgang fram til operasjonen skal gjennomføres. Andre fartøy er svært aktive gjennom hele reflytingsprosessen, og vil derfor bidra mest til energiforbruket og luftutslippene.

Videre har det i Statfjord A-rapporten [xxxii] blitt beskrevet kort "Fjerning for ilandføring/landdeponering av betonginstallasjonen". Det står blant annet:

"En fjerning av betonginstallasjonen må eventuelt gjøres med deballastering for å gjøre plattformen flytende. Statfjord A ble slept ut og installert på feltet med deler av dekket påmontert. Det er ikke mulig å gjøre plattformen flytende med hele dekkсанlegget som det står i dag, og deler av dekkсанlegget må derfor fjernes før en eventuell fjerning av installasjonen."

5.3 Energibruk i forbindelse med transport til mottaksanlegget

Etter at installasjonen er frigjort fra havbunnen og deballastering for transportdyppgang er gjennomført, kan installasjonen slepes til ønsket område for demontering/opphugging.

Usikkerheten rundt værforhold, lekkasjer og seilingsruter er kommentert i rapporten "Disponering av betonginnretninger" [xxx].

Energibruk i forbindelse med transportoperasjonen vil være knyttet til følgende forhold:

- **Type og antall fartøy** som sleper installasjonen inn vil variere, men transportoperasjonene og fartøyene vil være mer eller mindre identiske med transporten av nye betonginstallasjoner når de ble slept offshore.
- **Avstanden til mottaksanlegget.** Det eksisterer i dag flere mottaksanlegg i Norge, se Klif rapporten TA 2643/2010 "Avvikling av utrangerte offshoreinstallasjoner"[lii]. Det er også under bygging et nytt mottaksanlegg på Lutelandet [xxxi], like nord for Sognefjorden.
- **Antall dager** operasjonen er forventet å ta, dvs. tiden som fartøy bruker til transporten.
- **Vekten av installasjonen** vil være avgjørende for gjennomføring av aktivitetene/operasjonene diskutert over. I tillegg til vekten av selve betonginstallasjonen må en overveie følgende elementer i vektberegningen [xxix]:
 - Betong
 - Mekanisk utstyr
 - Solid ballast i cellene
 - Vannballast i cellene
 - Sedimenter i cellene
 - Borekaks i boreskaftene
 - Debris på øvre kuleskall
 - Marin begroing
 - Sementmørtel under nedre kuleskall
 - Jordplugg
 - Vannabsorpsjon i betongen

Siden både vekt og avstand til mottaksanlegg vil variere, vil dette være en stor variabel som må vurderes ved sammenligninger. I en spesifikk situasjon vil det være essensielt å bestemme totalvekten for å kunne utarbeide fornuftige energiregnskap[liii].

Etterlating vil forøvrig i mange tilfeller være den beste løsningen sett fra både et HMS synspunkt og mhp. miljøkonsekvensene ved å fjerne installasjonen [liv].

5.4 Energibruk i forbindelse med ilandføring på/ved mottaksanlegg

Ilandføringsoperasjoner er direkte knyttet til å få betonginstallasjonen oppdelt i håndterbare fraksjoner (moduler/blokker/mindre aggregater), slik at de kan ilandføres for videre disponering. Energibruk ved ilandføringsoperasjoner fra sjø til mottaksanlegg er her knyttet til:

- **Oppankring:** Energibruken ved ilandføringen til mottaksanlegget vil være knyttet til om installasjonen først må ankres opp og stabiliseres med en viss avstand fra kaien til mottaksanlegget på grunn av dybde i fjorden, eller om installasjonen kan føres helt inn til kaifronten.
- **Metode for oppkutting:** For å få installasjonen på land må den deles opp i moduler eller større deler. Energibruk ved oppkutting vil være avhengig av hvilke kuttemetoder som benyttes (for eksempel diamantblad og/eller wire, vannstråle under ekstremt trykk, termiske lanser, eksplosiver).
- **Løfteinnretninger:** Energibruk ved ilandføringen vil være avhengig av om det brukes kraner, fartøy eller tørrdokk for ilandføringen.

Årsaken til at denne operasjonen er vurdert som egen aktivitet er at størrelsen av en betonginstallasjon og ikke minst volumene av betong og eventuelt ballast og sedimenter i

celler som må ilandføres er svært store, og det sier seg selv at det vil være et stort energiforbruk for å gjennomføre dette [I].

5.5 Energibruk i forbindelse med opphugging, sortering og prosessering på land

Beregningene av energiforbruk og utslipp til luft etter at betongdelene er ilandført vil avhenge av hvilke metoder for sortering, knusing, intern transportmetoder (kran, dumper, transportbånd etc.) og ikke minst videre transport av vare til kunder som benyttes.

Under selve opphuggingen kan en skille mellom at betonginstallasjonen ender opp som mindre aggregater som kan håndteres ved masse-transport (kraner med skuff, dumpere, gravemaskiner) eller at betongdelene blir kuttet opp i moduler/blokker som kan gjenbrukes direkte som en stor modul/blokk [I].

Energiforbruket til demolering av betong er i prinsippet avhengig av det samlede bruddflateareal, og dermed av størrelse og antall av nedbrutte fragmenter. For å begrense energiforbruket kan en derfor foreta brytning av betongobjekter i minst mulig antall stykker [Iv], dvs. blokker eller større moduler/"ringer". Ved demolering av betong med tanke på gjenbruk til tilslag etc. kan det være mer hensiktsmessig å gjennomføre oppknusningen slik at den gir størst mulig fragmentering under demoleringsprosessen

I rapporten "Disponering av betonginnretninger" påpekes det at betongfastheten øker med alder, og i forhold til opprinnelig design kan betongfastheten være ca 30 % høyere avhengig av type betong [xxx]. Dette vil selvsagt ha en påvirkning på hvor vanskelig det er å knuse eller sprengte betong. Det kan på den andre siden føre til at blokker eller deler av betongen fortsatt har den "holdbarhet" som er ønskelig for å kunne ombrukes til det tiltenkte formålet.

I det videre arbeidet med estimater på energiforbruk kan en derfor dele det inn i:

- Betonginstallasjonen er kuttet opp og knust til mindre aggregater som kan brukes til nye betongprodukter/tilslag/utfylling.
- Betongen blir kun kuttet opp i håndterbare blokker.
- Betongen blir kuttet opp i moduler/"ringer"

5.6 Metode for estimering av energiforbruk og utslipp til luft

Oljedirektoratet [xliv] konkluderte i 1996 med det

"er blant annet få rapporter som omhandler konkrete miljøkonsekvenser for fjerning og opphugging av betonginstallasjoner. De rapportene som eksisterer inneholder et begrenset sett av slik informasjon som fokuserer på energibudsjetter".

Dette gjelder fortsatt. I rapporten [xxx] "Disponering av betonginnretninger" er det kort gjennomgått "tidligere arbeid om fjerning av betonginstallasjoner". Relevante data vedrørende energiforbruk som den rapporten peker på kan finnes fra rapporter vedrørende fjerning av installasjonene Brent D [li], plattformer på Draugen-feltet, Gullfaks C og Maureen Alpha, samt fjerning av plattformer på Frigg feltet [xxvi].

Institute of Petroleum i Storbritannia har utarbeidet en veiledning for å beregne energiforbruk og luftutslipp [lvi]. Denne veiledningen er brukt i sammenheng med Frigg Avslutningsplan [xxvi] og Brent Redundant Facilities [li] rapportene. Det er også gjennomført tilsvarende utregninger for BP Miller Plattform, som har understell av stål fagverk (jacket) [lvii].

De påfølgende estimatene/kalkulasjonene tar for seg energiforbruket for de forskjellige operasjonene i Gigajoule (GJ), der veiledningen til dels er brukt for å tilpasse dette til betonginstallasjoner. For estimatene/kalkulasjonene knyttet til energiforbruk ved demolering av betong har en funnet bakgrunnsinformasjon fra rapporten "Re-cycling of concrete, Environmental Account." [I].

5.7 Energiforbruk ved disponering på land

Estimatene over energiforbruk inkluderer følgende operasjoner:

- **Mobilisering og demobilisering**, fra onshore til offshore, tur-retur
- **Reflyting av installasjonen**, dvs. fjerning fra sjøbunn
- **Transport** til sjøen utenfor mottaksanlegget eller til kai
- **Ilandføring** på/ved mottaksanlegg
- **Opphugging**, dvs. knusing, sortering og prosessering

Oppsummering av energiforbruk gjennom alle operasjonene i forbindelse med disponering av Friggfeltets TCP2 er presentert i tabell 3. Tabellen er basert på følgende variabler:

- Type og antall fartøy, dvs. bruk av "Semi Submersible Crane Vessel" (SSCV), "Multi Support Vessel" (MSV), "Cargo Barge (CB) og Supply Vessel (SV).
- Antall dager operasjonen er forventet å ta, dvs. tiden som fartøy bruker enten til mobilisering, reflyting, transport eller ilandføring.
- Egenvekt av betonginstallasjonen, inkludert ballast.
- Type og antall kraner som brukes til ilandføringen.
- Type og antall anleggsmaskiner som brukes til opplasting til knuseverk etc.
- Type og antall knuseverk som brukes på anlegget.
- Type og antall lastebiler som brukes til internttransport.

Det er funnet reelle tall for energiforbruk (dvs. diesel forbruk i liter/dag) for hvert av fartøyene nevnt over. Det er også funnet reelle tall for energibruk for kraner, anleggsmaskiner, knuseverk og lastebiler.

Tabell 3: Oppsummering av energiforbruk i forbindelse med disponering på land for TCP2 på Friggfeltet.

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
	Ilandføringsoperasjoner	74 000
Demolering		14 000
Resirkulering av armering		150 000
Total energiforbruk		673 000

Generelle forutsetninger for utregningene

Det antas at følgende aktiviteter har blitt gjennomført før selve fjerningsoperasjonene:

- Alle brønner er blitt plugget og forseglet.
- Alle rør og kabler som sitter fast i havbunnen har blitt kuttet.
- Det er kun gjennomført beregninger med tanke på at dekket (topside) er fjernet og alle tanker er tømt for olje- og/eller andre forekomster av væsker som har vært i tankene, dvs. installasjonen er i en kald fase. Rengjøring av tanker og miljøsaneringsoperasjoner er ikke inkludert i disse beregningene.
- Alle systemer på plattformdekket har blitt stengt ned, ryddet, rengjort og bevart for "kald" tilstand.
- Det eksisterer svært mange variabler som må tas hensyn til. Ingen spesielle eksempler er brukt pga. stor variasjon i design og metode for reflyting/fjerning, transport,

ilandføring og opphugging/prosessering av betong. Derfor er brukt generelle antagelser for de skisserte operasjonene.

- Beregninger knyttet til arbeidet og energiforbruk/luftutslipp som måtte forekomme før betonginstallasjonen er i en kald tilstand og etter at betonginstallasjonen er hugget opp i enten ferdige aggregater eller i større blokker (for eksempel transport fra mottaksanlegget til kunden) er ikke medtatt.
- Utregningene er basert på typiske forventet tidsbruk av operasjoner. Det er viktig å være inneforstått med at tekniske problem og vær kan påføre store forsinkelser. Dette vil naturligvis føre til øket energiforbruk og luftutslipp.
- I beregningene som er gjennomført har en tatt for seg egenvekten av installasjonen med vekten av ballast, men uten dekkstrukturer (topside). Å kunne fjerne ballast offshore vil kreve ytterligere utredning.
- Mobilisering og demobilisering av fartøy til bruk i operasjonene er inkludert i beregningene.

5.8 Utslipp til luft ved disponering på land

De kvantitative luftutslippene som regnes som mest relevante i forbindelse med disponering på land er karbondioksid (CO₂), karbonmonoksid (CO), nitrogenoksid (NO_x), svoveldioksid (SO_x), hydrokarboner (HC) og partikkelutslipp [lviii].

Det er utarbeidet en veiledning [lix] vedrørende luftutslipp fra alle større typer fartøy som opererer internasjonalt og nasjonalt. Veiledningen gir retningslinjer for hvordan utregninger og faktorer som gjelder for luftutslipp kan gjøres. Input-data for utregning av luftutslipp er også hentet fra tabeller i Institute of Petroleum's rapport fra 2000 [lvi] og fra Brent Redundant Facilities rapport [li]. Mer spesifikk informasjon om emnet er også presentert i rapporten; "Update of Emission Estimate Methodology for Maritime Navigation" [lx].

Basert på veiledningene er utslippene av CO₂, NO_x and SO₂ forbundet med å disponere Friggfeltets TCP2 på land presentert i tabell 4.

Tabell 4: Oppsummering av luftutslipp i forbindelse med disponering på land for TCP2 på Friggfeltet.

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

6. Konklusjon

Miljøkonsekvensene ved å etterlate betonginstallasjoner i Nordsjøen er små. Den biologiske produksjonen som i dag foregår på installasjonene vil forsvinne dersom disse fjernes, og installasjonene påvirker ikke fiskepopulasjoner eller fiskeri.

Dersom installasjonene påmonteres lys og navigasjonsutstyr er faren for konflikt med skipstrafikk liten. Dersom installasjonene i tillegg kuttes ned til minus 55 m under havoverflaten, vil de ikke medføre restriksjoner for skipstrafikk i det hele tatt.

Samtidig er de potensielle miljøkonsekvensene ved å ta installasjonene til land store. Det er selvsagt fare for uhell i forbindelse med operasjonen med å "reflyte" installasjonen og

transportere dette til land, men konfliktene er først og fremst knyttet til miljømessig forsvarlig miljøsanering/rengjøring, demolering og mellomlagring av avfall. Operasjonene forventes å medføre stor fare for spredning av forurenset vann, og vil generere mye støv og støy.

Det kreves et stort areal, både på land og i sjø, og potensielt konfliktnivå med naboer antas å være betydelig.

Med tanke på energibruk og utslipp til luft er det langt gunstigere å etterlate betonginstallasjonen offshore enn å disponere dette på land.

Samlet sett vil etterlating offshore derfor ha klart minst miljømessige konsekvenser.

En samlet oversikt over potensielle miljøkonsekvenser ved de to alternativene er vist i tabell 5.

Tabell 4: Oversikt over potensielle miljøkonsekvenser ved å etterlate betonginstallasjoner offshore, eller å slutt disponere installasjonen 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.	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.
	Tap av utstyr/ballast etc.	Direkte påvirkning på marint liv og indirekte påvirkning knyttet til forstyrrelse av forurensede 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 gjenvinnes
	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/grunnvann.	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.	Løkkasjer fra kjøretøy eller fartøy med farlig avfall/forurensning i forbindelse med transport.
	Ikke godkjente mottak, deponier eller utfyllinger.	Spredning av forurensning	"Vill-fyllinger"

7. Referanser

-
- [i] Petroleumsloven. Lov om petroleumsvirksomhet. LOV-1996-11-29-72
 - [ii] OSPAR 98/3 on the Disposal of Disused Offshore Installations
<http://rod.eionet.europa.eu/obligations/459>
 - [iii] Picken, G. (1995). An assessment of the environmental impacts of decommissioning options for oil and gas installations in the UK North Sea. AURIS Report MR270.
 - [iv] Petroleumtilsynet (2009). Ageing of Offshore Concrete Structures. Report for Petroleum Safety Authority Norway. Document no. OSL-804-R04, rev 2. Dated 12/06/09. 13 pages.
 - [v] Schröder A., Orejas C. and Joschko T. (2006). Benthos in the vicinity of piles: FINO 1 (North Sea). In: Offshore Wind Energy, Research on Environmental Impacts (Ed: Köller J, J. Köppler and W. Peters). Springer 2006
 - [vi] Schröder A., Orejas C. and Joschko T. (2006). Benthos in the vicinity of piles: FINO 1 (North Sea). In: Offshore Wind Energy, Research on Environmental Impacts (Ed: Köller J, J. Köppler and W. Peters). Springer 2006
 - [vii] Guerin, A. J. (2010) "Marine Communities of North Sea Offshore Platforms, and the Use of Stable Isotopes to Explore Artificial Reef Food Webs", University of Southampton, Faculty of Engineering, Science & Mathematics, PhD Thesis, 226 pp.
 - [viii] H. Steen (2006). Stortare. Temaartikkel i: Veileder kystsone.no.
<http://www.kystsone.no/news.cfm?newsitemid=738>
 - [ix] Andersson M. H., Berggren M., Wilhelmsson D. and Öhman M. C. (2009). Epibenthic colonization of concrete and steel pilings in a cold-temperate embayment: a Weld experiment. *Helgol Mar Res* (2009) 63:249–260
 - [x] C. J. Brown (2005). Epifaunal colonization of the Loch Linnhe artificial reef: Influence of substratum on epifaunal assemblage structure. *Biofouling* Vol. 21-2, 2005.
 - [xi] Atlantic and Gulf States Marine Fisheries Commissions - Artificial Reef Subcommittees (2004). Guidelines for marine artificial reef materials. Editor: Lukens R. R. and C. Selberg.
 - [xii] Grossmann G. D., Jones G. P. and Seaman W. J. Jr. (1997). Do Artificial Reefs Increase Regional Fish Production? A Review of Existing Data. *Fisheries* Vol. 22, No. 4. Special Issue on Artificial Reef Management.
 - [xiii] Løkkeborg, S., Humborstad, O. B., Jørgensen, T., and Soldal, A. V. (2002). Spatiotemporal variations in gillnet catch rates in the vicinity of North Sea oil platforms. *ICES Journal of Marine Science*, 59: S294–S299.
 - [xiv] Soldal, A. V., Svellingen, I., Jørgensen, T., and Løkkeborg, S. (2002). Rigs-to-reefs in the North Sea: hydroacoustic quantification of fish in the vicinity of a "semi-cold" platform. *ICES Journal of Marine Science*, 59: S281–S287.
 - [xv] Havets ressurser og miljø 2009. Fisken og havet, særnummer 1-2009. Redaktører: H. Gjøsæter, A. Dommasnes, T. Falkenhaug, M. Hauge, E. Johannesen, E Olsen og Ø. Skagseth
 - [xvi] E. Lind og B. Rønningbakk (1996). Konsekvensutredning - utvikling og disponering av Tommeliten Gamma. Statoil rapport 96035.
 - [xvii] OSPAR (2009). Assessment of the impacts of shipping on the marine environment. Publication Number: 440/2009

- [xviii] Rolf Jørn Fjærbu (red), Jens Henning Koefoed, Geir Høvik Hansen. (2010). Helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak. Statusbeskrivelse for skipstrafikk. TA-nummer: 2666/2010
- [xix] KLF (2010). Helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak. Statusbeskrivelse for skipstrafikk. TA-2666/2010
- [xx] Aamodt K. og Eriksen T. (2007). RKU Nordsjøen, hovedrapport. Beskrivelse avskipstrafikk . OLF Dok. nr. ST-40061-CO-1-Rev03. Januar 2007.
- [xxi] OGP (2010). The International Association of Oil and Gas Producers. OCP publications. Report No. 434 - 16. March 2010
- [xxii] Sjøfartsdirektoratet (2010). Sjøfartsdirektoratets registrerte skipsulykker i perioden 1981 til 2009. <http://www.sjofartsdir.no/no/sikkerhet/statistikk/Datauttrekk/>
- [xxiii] DNV (2005). Utredning av helårig petroleumsvirksomhet i området Lofoten - Barentshavet Konsekvenser for og fra skipstrafikk ULB studie nr. 14
- [xxiv] 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)
- [xxv] K. Skarestad (2010). Risikoanalyse for skipskollisjoner. Endres trafikk mønsteret rundt en installasjon i løpet av den tiden installasjonen er på feltet? Masteroppgave, Det Teknisk-Naturvitenskalelege Fakultet, Universitetet i Stavanger
- [xxvi] Total E&P Norge AS. Frigg field cessation plan. Stavanger 2003.
- [xxvii] Norsk standard S-001
- [xxviii] DNV (2003). Utredning av helårig petroleumsvirksomhet i området Lofoten - Barentshavet. Konsekvenser for og fra skipstrafikk ULB studie nr. 14. DNV RAPPORT NR. 2003-0331
- [xxix] Dr. techn. Olav Olsen a.s. "Removal Offshore Concrete Structures-Final report". Rapport 2362, august 1998.
- [xxx] Dr. techn. Olav Olsen a.s. Disponering av betonginnretninger. Dokumentnr. 11318-00-R-0001. Dato 19.10.10. 26 sider.
- [xxxii] Multiconsult rapport 613079r1. Lutelandet Offshore Utsleppssøknad, datert 20110131. www.llof.no
- [xxxiii] Statfjord A. Avvikling og disponering av Statfjord A. Forslag til program for konsekvensutredning. 28 mars 2011.
- [xxxiiii] Arbeidstilsynet. **Feil! Hyperkoblingsreferansen er ugyldig.**
- [xxxiv] Miljøverndepartementet. T-1442, "Retningslinje for behandling av støy i arealplanlegging", 1. utgave januar 2005.
- [xxxv] Vanddirektivet. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy.
- [xxxvi] Health & Safety Executive (2003). Decommissioning offshore concrete Platforms. Prepared by Atkins Process Limited and Olav Olsen AS for the Health and Safety Executive 2003, Research Report 058, 28 pages.
- [xxxvii] Brev fra Fylkesmannen i Hordaland v/ Ingrid Torsnes til Bergen kommune datert 22.10.09. Vedrørende regelverk for masser som er tillatt brukt i utfyllinger. 2 sider
- [xxxviii] FOR 2004-06-01 nr 930 Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)
- [xxxix] Plan- og bygningsloven §9-6 og §9-7.

-
- [xl] Norsk Betongforenings Publikasjon nr. 26 "Materialgjenvinning av betong og murverk for betongproduksjon"
- [xli] Betoni. 2. 2011. side 51. Finsk Betong Magasin. www.betoni.com
- [xlii] Recycling Materials Company. Internet side: www.rmci-usa.com
- [xliii] Petroleumtilsynet (2009). Ageing of Offshore Concrete Structures. Report for Petroleum Safety Authority Norway. Document no. OSL-804-R04, rev 2. Dated 12/06/09. 13 pages.
- [xliv] Disponering av betonginnretninger. Resirkulering og gjenbruk. Endelig rapport Rev. A, Oslo 11.11.1996. Oppdragsgiver: Oljedirektoratet.
- [xlv] Public Works Technical Bulletin 200-1-27 (2004). Reuse of concrete materials from building demolition. 14. Sept. 2004. U.S. Army Corps of Engineers. 46 pages.
- [xlvi] SFT veiledning TA-1629/1999. Risikovurdering av forurenset grunn.
- [xlvii] Norconsult Oppdragsnr. 5014010. Mars 2010. Klif TA nr. 2613/2010. Kartlegging av nyere fraksjoner av farlig avfall i bygg. 159 sider.
- [xlvi] Klif TA 2647/2010. PCB i bygg og anlegg. 2 sider
- [xlix] Dames & Moore (1996). Draft Report. Dismantling and Recycling of Steel Installation Topsides and Jackets. Dames & Moore Norway Report 34559-001-449. Oktober 1996.
- [l] 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.
- [li] Shell UK Exploration & Production. Environmental Statement in Support of the Decommissioning of the Brent Redundant Facilities.
- [lii] Klif rapport TA 2643/2010. Avvikling av utrangerte offshoreinstallasjoner. 43 sider.
- [liii] OGP Publications (2003). Disposal of disused offshore concrete gravity platforms in the OSPAR Maritime Area. Report 338, February 2003. 40 pages.
- [liv] Søren Knudsen (2011). Decommissioning Concrete Structures – Environmental and Safety Challenges. Society of Petroleum Engineers (SPE), European Health, Safety and Environmental Conference in Oil and Gas Exploration and Production, 22-24 February 2011, Vienna, Austria. Paper nr. 140866-MS.
- [lv] Nedrivning af bygninger og anlægskonstruktioner. Teknik-Miljø-Genanvendelse. SBU-Anvisning 171. Statens Byggeforskningsinstitut 1991.
- [lvi] Institute of Petroleum IP (2000). Guidelines for the calculation of estimates of energy use and gaseous emissions in removal & disposal of offshore structures. ISBN 0 85293 255 3
- [lvii] British Petroleum (2010). Miller Decommissioning Program. 141 pages.
- [lviii] Klif rapport TA 2789/2011. National Inventory Report. Greenhouse Gas Emissions 1990-2009.
- [lix] EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated Mar 2011. Guidebook website <http://eea.europa.eu/emep-eea-guidebook>.
- [lx] Techne Consulting (2010). Update of Emission Estimate Methodology for Maritime Navigation. ETC.EF.09(2) DD - Ed.1 Rev.1 September 2010. www.techne-consulting.com