

[illegible]

1 Bakgrunn

2 Sammen drag

Aker BP søker om endring av tillatelse til virksomhet på Skarvfeltet til å inkludere boring og komplettering, oppstart og drift av inntil to årlige produksjonsbrønner på Skarvfeltet, og to grunn gass pilotbrønner i Skarv/Ærfugl/SSP-området.

Brønner på Skarv bores med sjøvann og bentonitt i topphullseksjonene, retur tas enten til sjøbunn eller det benyttes såkalt riserless mud return (RMR). Alle øvrige seksjoner i produksjonsbrønner bores med oljebasert borevæske uten utslipp til sjø der kaks og brukt borevæske gjenbrukes eller avfallshåndteres på land. For grunn gass pilotbrønner bores det en 8 1/2" seksjon med vannbasert borevæske til ca. 1400 m.

Søknaden omfatter utslipp av totalt 6 kg rødt stoff, 405 gult stoff hvorav 12 tonn i kategori gul Y1. Utslippet av grønt stoff er beregnet til 5 583 tonn.

Aker BP har vurdert det totale utslippet av kjemikalier til å ha minimal påvirkning på det ytre miljø. Kjemikaliene vil spres og fortynnes i vannsøylen, og vil være nedbrutt etter relativt kort tid. Ingen av kjemikaliene som vil gå til utslipp har bioakkumulerende egenskaper.

Det planlegges med tiltak for å ivareta koraller og annen sårbar bunnfauna. Basert på eksisterende analyser, og med planlagte tiltak gjennomført, forventes det ikke at utslippene bidrar til nedslamming utover i en radius fra utslippspunkt på ca. 250 - 300 meter.

Oppsummering av kjemikalier som inngår i søknaden er vist i tabell 1.

Tabell 1: Oppsummering av omsøkte kjemikalier i forhold til bruksområde og fargekategori

Rødt Stoff	
Bruksområde	Maksimalt utslipp (kg)
Vannbasert borevæske	0
Oljebasert borevæske	0
Sementering	0
Komplettering	0
Hjelpekjemikalier	0
Sporstoffer	6,0
Totalt	6,0
Gult stoff	
Bruksområde	Maksimalt utslipp (kg)
Vannbasert borevæske	397 997
Oljebasert borevæske	0
Sementering	1 129
Komplettering	333
Hjelpekjemikalier	5 323
Sporstoffer	0,0
Totalt	404 782

Gul subkategori	Gul Y1	Gul Y2
Bruksområde	Maksimalt utslipp (kg)	Maksimalt utslipp (kg)
Vannbasert borevæske	0	0
Oljebasert borevæske	0	0
Sementering	3 320	0
Komplettering	6 750	0
Hjelpekjemikalier	1 586	0
Sporstoffer	0	0
Totalt	11 656	0

3 Generell informasjon

I henhold til Aktivitetsforskriften §66 og Forurensningsforskriften kapittel 36, søker Aker BP om endring av tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven på Skarvfeltet til å inkludere boring og komplettering, oppstart og drift av inntil to årlige brønner og grunn gass pilotbrønner i Skarv/Ærfugl-området.

Dokumentet er utarbeidet i henhold til aktivitetsforskriften, forurensningsloven med tilhørende forskrifter, HMS-forskriftene for petroleumsvirksomheten og Miljødirektoratet sine retningslinjer for søknad om tillatelse til virksomhet.

Skarvlisensen har følgende lisenshavere og eierandeler:

Tabell 2: Eierforhold på Skarvlisensen

Selskap	Andel i %
Aker BP ASA (operatør)	23.84%
Equinor Energy AS	36.16%
Wintershall DEA Norge AS	28.08%
PGNiG Upstream Norway AS	11.92%

Gjeldende søknad er utarbeidet i henhold til aktivitetsforskriften, forurensningsloven med tilhørende forskrifter, HMS-forskriftene for petroleumsvirksomheten og Miljødirektoratet sine retningslinjer for søknad om tillatelse til virksomhet. Oppsummert søkes det om følgende endringer i aktivitetsoversikten i rammetillatelsen for Skarv:

- Boring og komplettering av inntil 2 årlige produksjonsbrønner på Skarvfeltet og 2 årlige grunn gass pilotbrønner i Skarvområdet (Skarv/Ærfugl/SSP-området).
- Operasjoner relatert til oppstart og drift av nye brønner
- Utslipp av bore- og brønnskjemikalier – borevæske-, sementkjemikalier, riggsesifikke kjemikalier, og gjenfett, samt bruk av kjemikalier i lukket system, kjemikalier til rensing av oljeholdig vann på flyttbar rigg (slop-behandling) og behandling av drikkevann på rigg/fartøy.
- Utslipp av sporstoffer i komplettering av nye brønner
- Utslipp av borekaks - utboret kaks fra boring med vannbasert borevæske
- Mindre mudreoperasjoner og forflytning av masse
- Utslipp til luft - avgasser i forbindelse med kraftgenerering på rigg og fartøy

Inkludering av boreaktivitet i rammetillatelsen på Skarv vil isolert øke utslippet av kjemikalier i tillatelsen, men vil i realiteten medføre uendret utslippsnivå, siden aktiviteten ellers vil måtte dekkes av andre separate tillatelser.

4 Beskrivelse av boreoperasjoner på Skarv

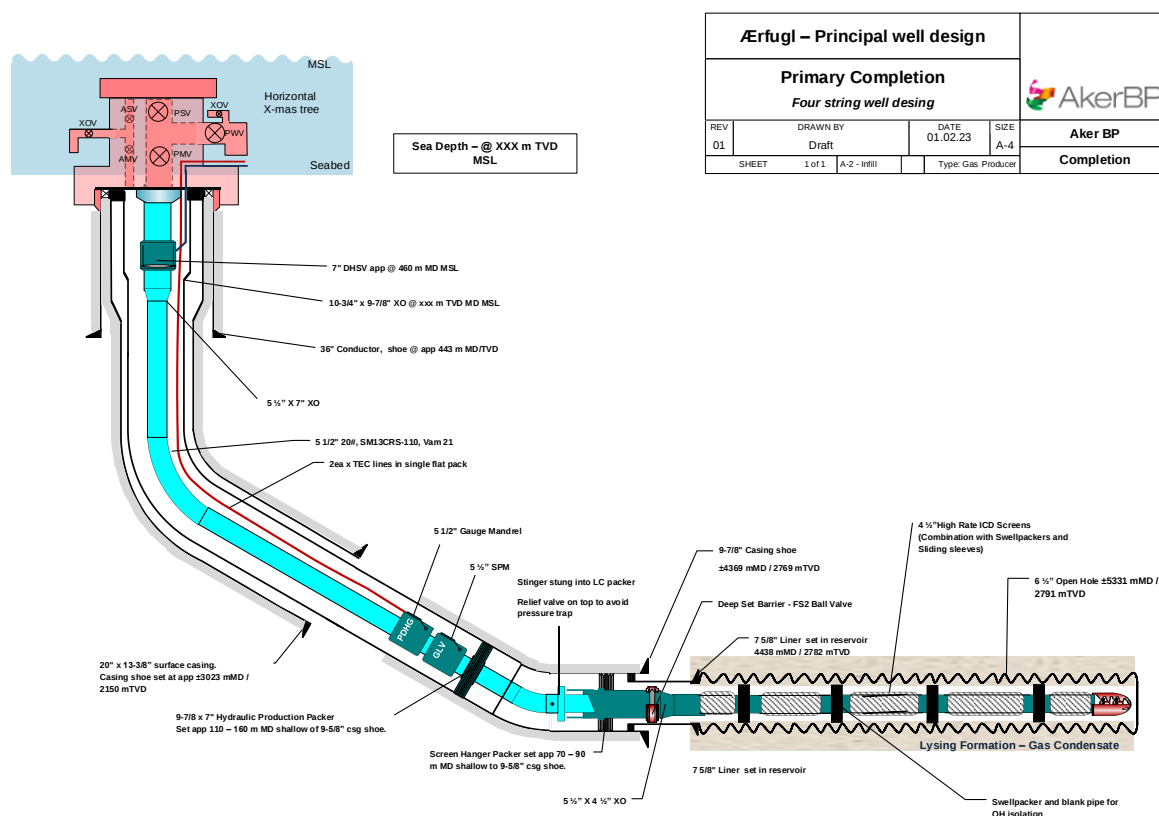
Brønner på Skarv bores med sjøvann og bentonitt i topphullseksjonene (vannbasert system). Retur tas enten til sjøbunn, eller det benyttes såkalt 'Riserless Mud Recovery' system (RMR). Alle øvrige seksjoner bores med oljebasert borevæske, uten utslipp til sjø, der kaks og brukt borevæske ilandføres og primært søkes gjenbrukt eller avfallshåndteres. Havbunnen i området er kupert, og vanddypet varierer mellom 325 og 450 m.

Typisk sekvens for boring av brønner på Skarv med vannbasert borevæske er:

- Boring av 36" seksjon
- Kjøring og sementering av 30" foringsrør (conductor)
- Boring av 26" seksjon
- Kjøring og sementering av 20" foringsrør

Typisk sekvens for boring av brønner på Skarv med oljebasert borevæske er:

- Boring av 16 1/2" seksjon
- Kjør og sementering av 13 5/8" foringsrør
- Eventuell boring av 12 1/4" pilothull
- Tilbakeplugging av 12 1/4" pilothull
- Boring av 12 1/4" seksjon
- Kjøring og sementering av 9 7/8" x 10 3/4" foringsrør
- Boring av en eller to 8 1/2" reservoarseksjoner, og/eller 6 1/2" reservoarseksjon
- Brønnskomplettering



Figur 2: Brønndesign for 6507/2-A-2H Ærfugl Infill -brønn

Ved boring av grunn gass pilotbrønner vil det typisk blir boret en 8 ½" seksjon til ca. 1400 m TD. Det brukes vannbasert borevæske.

4.1 Boreaktiviteter som planlegges i 2024

Det planlegges med 2 produksjonsbrønner i 2024 på eksisterende infrastruktur fra Skarv A-templatene. Brønnene er 6507/2-A-2H og 6507/2-A-5H. Planlagt boreoppstart er juni 2024 for topphullene, det vil si 36", og 26" seksjoner på begge produksjonsbrønnene, deretter ferdigstilling av A-2H. Ferdigstilling resterende seksjoner av A-5H brønnen er planlagt i perioden juli til oktober 2024.

I perioden før produksjonsbrønnene A-2H og A-5H planlegges boret, i juni 2024, planlegges det å bore to grunne gasspilotbrønner for Ørn og Shrek. Disse skal bores til ca. 1 400 m dyp for å verifisere at det ikke er grunn gass før planlegging av produksjonsbrønner. Det bores med sjøvann og vaskepiller de første 800 m av brønnene og deretter vektet vannbasert borevæske de siste 600 m. Pilotbrønnene vil ikke penetrere oljeførende lag og det er ikke identifisert behov for oljevernberedskap for disse brønnene.

4.2 Borerigg

Boring på Skarv gjennomføres med halvt nedsenkbare 6. generasjons borerigger som Deepsea Nordkapp og Scarabeo 8. Deepsea Nordkapp eies og drives av Odfjell Drilling. Deepsea Nordkapp ble bygget i 2019. Riggeren ble tildelt samsvarsuttalelse (SUT) 04.05.2012. Scarabeo 8 ble ferdigstilt i 2011 og drives av Saipem Drilling Norway. Scarabeo 8 fikk SUT i 2012.



Figur 3: Deepsea Nordkapp (venstre) og Scarabeo 8 (høyre)

5 Utslipp til sjø fra boreoperasjoner

Halliburton er leverandør av alle borevæske-, sement- og kompletteringskjemikalier.

5.1 Utslipp av kjemikalier og kaks med vannbasert borevæske

For 36" topphullseksjonen bores det med bruk av sjøvann kombinert med periodevis vask med høyviskøse bentonittpilller som kun inneholder kjemikalier i grønn kategori.

26" hullseksjonen bores på nye brønner med RMR-System og vektet vannbasert borevæske grunnet påvist grunn vannstrømming på tidligere brønner på Skarv A-Templaten. RMR systemet gjør det mulig å få kaks og borevæske i retur til riggen for separasjon. Borekaks med vedheng av vannbasert borevæske vil slippes til sjø fra riggen. Kjemikaliene som blir sluppet ut er enten gule (uten underkategori) eller grønne.

For 36" seksjoner med utslipp på havbunnen, vil borekaks og annet tungt materiale, spres og fordeles lokalt i området rundt deponi/borestedet avhengig av partikkelstørrelse, strømstyrke og strømretning, og vil sedimentere raskt. Sedimentering av borekaks på havbunnen vil kun ha påvirkning på bunnfaunaen i et begrenset område nær deponi/brønnen, i en begrenset periode. Det vurderes relevante tiltak for hver brønn ut fra sårbarhet, og risiko for eventuell skade på sårbar bunnfauna. Et typisk tiltak vil være Cuttings Transport System (CTS) for å frakte kaks til et område lengst mulig vekk fra prioritert bunnfauna. Typisk kaksvolum for 36"-seksjonen vil være 50-60 m³.

For 26" hullseksjonen og evnt andre andre seksjonsdiametre som evnt. bores etter 36" vil RMR-systemet muliggjøre gjenbruk av deler av borevæsken. Kaks vil bli sluppet ut i vannsøylen og vil kunne spres tynt i et noe større område. For 26"-seksjonen vil kaksvolum utgjøre i størrelsesorden 250–350 m³.

5.2 Kjemikalier i oljebaserte borevæskesystemene

Etter topp-hull seksjonene er boret og 20" foringsrør er installert, installeres BOP og stigerør (Riser). Det planlegges å bruke oljebasert borevæske av typen BaraECD 2.2 i samtlige oljebaserte seksjoner (16 1/2", 12 1/4", 8 1/2", inkludert 6 1/2" reservoaret). Begrunnelsen for dette er å gi lavere risiko for hullproblemer. BaraECD 2.2 sikrer hullstabilitet og inhibering av leire. Dette er også grunnen til at det røde kjemikalie BaraFLC IE 513 vil benyttes i borevæsken for å sikre filtertapsegenskapene i borevæskesystemer uten organofil leire og lignitt. Muds systemer uten disse benyttes for å redusere trykkbelastninger i brønnen og sikre integriteten. Geltone II (rød) vil bli brukt dersom det er brønnutfordringer eller logistikkutfordringer som fører til mangel på BaraFLC-IE 513 eller BaraVis IE-568 i gul Y1 kategori.

Det er identifisert en gul variant, BDF-610, som ved enkelte forhold kan erstatte BaraFLC IE-513. BDF-610 er imidlertid mindre effektivt og gir økt risiko for ikke å oppnå ønskede egenskaper.

Oljebasert borevæske sørger for bedre hullrensing, mindre utvasking og tynnere filterkake, noe som reduserer risikoen for å sette fast bore- og datainnsamlingsutstyr i brønnen, enn ved bruk av vannbasert borevæske.

I tillegg viser erfaringer fra andre brønner boret i området utfordringer med ustabil leire som kan skape boretekniske utfordringer, noe som gjør oljebasert borevæske til et foretrukket valg. Oljebasert borevæske er derfor vurdert som den beste tekniske- og sikkerhetsmessige løsningen for brønner på Skarv.

Oljebasert borevæsken vil gå i retur til riggen, hvor borekaks med vedheng av borevæske separeres. Borevæske som ikke kan gjenbrukes samt borekaks med vedheng av borevæske vil bli transportert til land for behandling hos godkjent avfallsmottaker.

Informasjon om forbruk og utslipp av borevæske er basert på beregninger av teoretiske volumer og erfaringsdata fra tidligere brønner. I beregningene tas det hensyn til at mengden borevæske blir større enn teoretisk beregnet, på grunn av forhold som:

- Borevæske tapt til formasjonen
- Vedheng på utboret kaks
- Slop med rester av borevæske etter sementjobber
- Utvasking av borehull
- Annet poretrykk i formasjonen enn prognosert
- Rester etter lasting/lossing av båt og fra lagringstanker på rigg.

En samlet oversikt over forbruk og utslipp av kjemikalier i oljebasert borevæske for 2 typiske produksjonsbrønner og to grunn gass piloter i Skarvområdet er vist i kapittel 11 Vedlegg.

5.3 Sementkjemikalier

Det gjøres sementjobber i forbindelse med setting av alle foringsrør, samt settes sementpluggen ved tilbakeplugging av eventuelle pilothull eller ved behov for sidesteg.

Etter hver sementjobb spyles rørledninger og sementutstyr, og vaskevannet med sementrester vil gå til utslipp. Siden rester av sement kan herde i tanker og rør er det ikke ønskelig å samle opp dette i sloptanker om bord etter endt sementeringsjobb. Vaskevann fra sementenheten vil derfor slippes ut til sjø etter endt sementoperasjon. Estimert volum er 300 liter vaskevann per sementjobb. tillegg kan det forekomme noe utslipp fra tanker i forbindelse med rengjøring. Før sementering tilsettes en skillevæske (spacer) som gjør at borevæske og sement ikke blandes.

Samtlige kjemikalier i sementblandingen er klassifisert som grønne eller gule. Det er to produkt i kategori gul Y2 som ikke går til utslipp.

På grunn av forventet utvasking i forbindelse med boring av seksjonene, beregnes følgende tilleggsmengder på forbruk av sement:

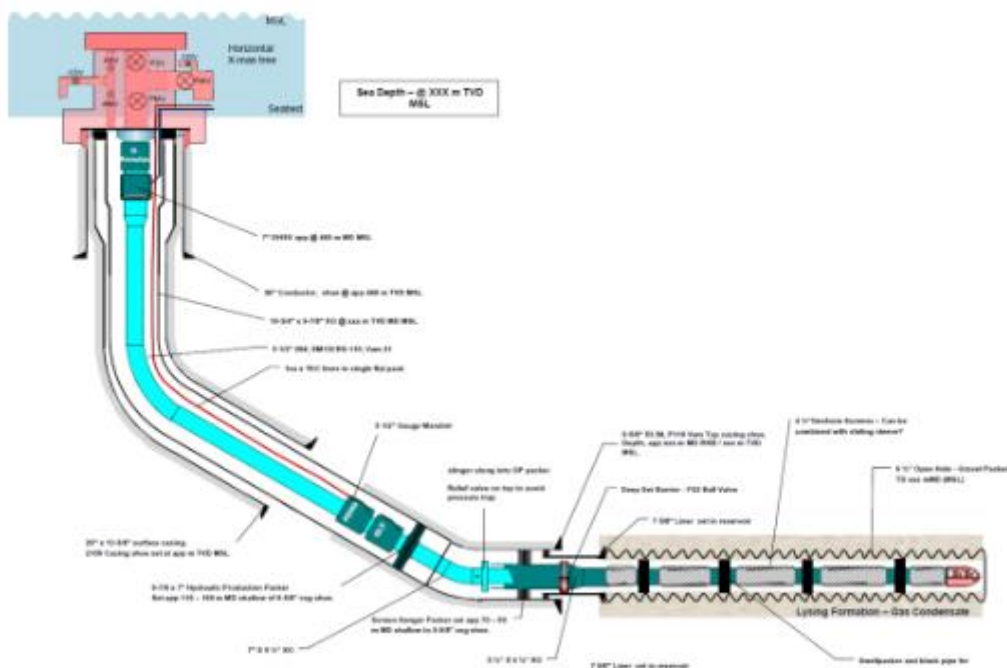
- Sementering av 36" /30" lederør: 300% av teoretisk ringromsvolum
- Sementering av 20" foringsrør: 200% av teoretisk ringromsvolum
- Sementering av 13 3/8" foringsrør: 130% av teoretisk ringromsvolum til topp sement.
- Sementering av 10 3/4" x 9 7/8" foringsrør: 130 % av teoretisk ringromsvolum til planlagt topp av sement
- Avhengig av brønndesign vil 7 5/8" eller 8 5/8" bli sementert.

- Sementplugger i "åpent hull" (for permanent tilbakeplugging eller for sidesteg): 130 % av teoretisk volum
- Sementplugger i foringsrør: 110 % av teoretisk volum

Estimert mengde utslipp av sementkjemikalier er 314 tonn. 98.6 % av utslippene er grønne kjemikalier. Øvrige kjemikalier til utslipp er i gul og gul Y1 kategori, med henholdsvis 1.1 tonn og 3.3 tonn.

Kapittel 11 Vedlegg viser oversikten over planlagt forbruk og utslipp av sementkjemikalier med tilhørende miljøkategorier.

5.4 Kompletteringskjemikalier



Figur 4 5: Skjematisk oversikt komplettering av produksjonsbrønn

Det gjøres normalt følgende operasjoner i forbindelse med komplettering av nye produksjonsbrønner på Skarv:

Nedre komplettering:

Kjøres og settes på tvers av reservoar seksjonen. I forkant av kjøring av nedre komplettering:

- Uten grus pakking: Brønnvæsken vil enten bli endret til 'PST' spekket borevæske (fjerning av alle partikler i en gitt størrelsesorden av borevæsken som brukes under boring), en vektet 'Low Solids' olje & saltvann basert væske, eller en ren 'Low Solids' saltvannsløsning (brine). Brønnvæsken vil bli gjenværende i brønnen, eventuelle overskudd volum etter nedre komplettering er kjørt returneres til riggen og vil bli transportert til godkjent avfalls mottak på land.
- Med grus pakking: Brønn volumet blir fortrent med en vektet saltvannsløsning (brine). Samme væske brukes også under grus pakking av brønnen. Brønn returen som vil bestå av en blanding av vektet olje basert borevæske og saltlake, returneres til riggen og vil bli transportert til godkjent avfalls mottak på land.

Øvre komplettering:

I forkant av kjøring av øvre komplettering, blir en rengjørings-operasjon utført, hvor en enten fortrenger brønnvolumet med en base olje, en vektet 'Low Solids' olje & saltvann basert væske, eller en ren saltvannsløsning (brine). Borevæske eller saltvannsløsning returneres til riggen for transport til land for enten gjenbruk eller til avfalls mottak. I de tilfellene hvor en vektet 'Low Solids' olje & saltvann basert væske, eller en ren saltvannsløsning (brine) er i brønnen under kjøring av øvre komplettering, i disse tilfellene vil brønnvæsken bli fortrengt med en base olje etter øvre komplettering er installert.

Installasjon av juletrær:

- Horisontale juletrær: Skjer i etterkant av kjøring nedre komplettering, og i forkant av kjøring av øvre komplettering. Nedi hulls barriere vil bli åpnet opp ved hjelp av riggen.
- Vertikale juletrær: Skjer under en separat brønn kampanje før brønnene åpnes opp for produksjon gjennom å trykke opp/åpne begge barrierene via FPSO.

Brønnene blir så åpnet opp for produksjon gjennom å trykke opp/åpne begge barrierene på juletre, og brønn retur (bestående av base olje / saltvannsløsning og reservoar væske) tas tilbake til Skarv FPSO for separasjon og prosessering.

Det planlegges med utslipp av grønne og gule og gul Y1 kompletteringskemikalier.

5.5 Utslipp av kaks

Det slippes ut kaks fra 36" og 26" seksjonene i hver brønn. Ved grunn gass pilotbrønner vil det slippes ut kaks fra 8 ½" seksjonen. Retur tas enten til sjøbunn, eller det benyttes såkalt 'Riserless Mud Recovery' system (RMR). Det forventes utslipp av inntil 410 m³ kaks per produksjonsbrønn, tilsvarende inntil 820 m³ kaks ved 2 brønner årlig. For pilotbrønner forventes det utslipp på ca. 35 m³ kaks per brønn.

Generell kunnskap fra flere gjennomførte miljøovervåkingsprosjekter av boreoperasjoner tilsier at vesentlig nedslamming, utover 1-3 mm er avgrenset til innenfor 250 -300 m fra utslippspunkt [2]. Det er gjennomført en rekke spredningsanalyser i forbindelse med planlegging av brønner i området som bekrefter dette [1], [2].

Dersom det er indikasjoner på koraller eller annen sårbar bunnfauna innenfor influensområde iverksettes tiltak som beskrevet nedenfor under kapittel 8.

5.6 Hjelpesystemer på flyttbar rigg

Det vil blir benyttet rigg- hjelpekjemikalier i følgende funksjoner:

- Riggvaskemiddel
- BOP-væsker
- Gjengefett/smøremiddel på borestreng, fóringssrør, produksjonsrør og connector
- Kjemikalier til vannbehandling (slop vann)
- Drikkevannskemikalier
- Kjemikalier i lukket system
- Brannskum

I tillegg benyttes det hydraulikkoljer i lukkede system og brannskum som ikke omsøkes.

Gjengefett i rød kategori (Jet-Lube kop'r kote) planlegges brukt etter setting av BOP i seksjoner som bores med oljebasert borevæske.

Alle øvrige hjelpekjemikalier er i gul, gul Y1, og grønn kategori

5.7 Sporstoffer

Det kan brukes mindre mengder røde kjemikalier som vannsporstoff. Vannsporstoff vil diffundere fra komplettering og ut i vannfasen over en tiårsperiode. Det er omsøkt utslipp lik forbruk for vannsporstoffer. Det søkes om bruk og utslipp av 6 kg vannsporstoff årlig. Serien av vannsporstoff er vist i tabellen under.

RGTW Tracer Series (Water Tracer)	RGTW-001	RGTW-010	RGTW-10-02
	RGTW-002	RGTW-01-01	RGTW-01-02
	RGTW-003	RGTW-04-01	RGTW-24-01
	RGTW-004	RGTW-04-02	RGTW-24-02
	RGTW-007	RGTW-10-01	
	RGTW-008		

5.8 Utslipp til vann fra rigg:

Vann fra maskinrom går via lensevannrenseenheten og til sjø dersom oljeinnhold er under 15 ppm. Det brukes ikke kjemikalier i enheten. Alt regnvann fra rene dekksonråder (unntatt boredekk) går via en online olje-i-vannmåler til sjø dersom oljeinnholdet er lavere enn 15 ppm, ved oljeinnhold høyere enn 15 ppm går dette til tank og kan evt. renses via renseenhet.

3. parts renseenhet på riggen behandler drenasjevann fra boredekk. Renset vann med oljeinnhold under 30 ppm vil bli sluppet til sjø. OIW EX 1000 sensorer brukes for kontinuerlig on-line overvåkning av utslippsvann for å sikre at man er innenfor regelverket med <30 ppm oljeinnhold i vannet. Resterende mengder som ikke kan behandles om bord vil ikke bli sluppet til sjø, men sendt til land for behandling som farlig avfall. Dersom renseanlegget skulle være ute av drift, vil drenasjevann fra boredekk bli sendt til land for behandling. Kjemikaliene som benyttes for behandling av slopvann er BDF-908 og DCA-14005, begge i gul kategori.

5.8.1 Begrunnelse og miljøvurderinger for bruk og utslipp av kjemikalier i rød kategori:

Gjengefett:

Under boringen av de første Ærfuglbrønnene ble det erfart problemer ved sammenkobling og frakobling av borerør (trekking og brekking) i de seksjonene som ble boret med oljebasert borevæske, etter setting av BOP. Problemene medførte økt arbeidsmengde for personell i farlig sone på boredekk. Skade på borestreng er også observert. I noen tilfeller måtte man bruke manuelle tenger noe som medfører en sikkerhetsrisiko og er et arbeidsmiljøproblem. For Ærfugl fase to ble dermed Jet Lube Kop'r kote omsøkt og tatt i bruk med gode resultater.

Gjengefettet Jet-Lube Kop'r kote vil ikke gå til utslipp når det brukes i oljebasert seksjoner. Deler av gjengefettet vil ende opp i den oljebaserte borevæsken. Jet-Lube Kop'r Kote er et greasebasert gjengefett med tilsetninger, deriblant kobber. Både grease og kobber er i rød kategori grunnet henholdsvis lav biologisk nedbrytbarhet og giftighet. Forbruket av rødt gjengefett på boreoperasjoner på Skarv vil være lavt og medfører lav miljørisiko.

Sporstoffer:

Vannsporstoff blir montert i komplettering av brønn som en matrix og brukes for å overvåke hvilke brønner og soner vannproduksjonen kommer fra og vil kunne brukes til å avgrense vannproduksjonen, og kan dermed bidra til stabilisering vannproduksjon og bedre kontroll på vannkvalitetet. Det er behov for lav nedbrytbarhet av sporstoffet for lang levetid.

5.9 Brønnkontroll og beredskapskemikalier

Av sikkerhetsmessige årsaker kan beredskapskemikalier komme til anvendelse i borevæsken, ved sementering og dersom det oppstår uventede situasjoner/spesielle problemer (ref. aktivitetsforskriften § 67). Slike situasjoner kan eksempelvis være ved fastsetting av borestreng, tap av sirkulasjon under boring eller ødelagte gjenger på borestreng. Det er ikke planlagt for bruk av beredskapskemikalier.

Beredskapskemikaliene er vurdert og godkjent i henhold til interne krav og HOCNF er tilgjengelig i NEMS Chemicals. Dersom brønnkontroll/beredskapskemikalier brukes vil dette bli rapportert spesielt i årsrapporten.

6 Utslipp til luft fra rigg:

Utslipp fra rigg i forbindelse med boreaktiviteter vil bidra til økte utslipp til luft fra Skarvfeltet. Det forventes et dieselforbruk på inntil 58 m³ per dag med dynamisk posisjonering, og inntil 180 dagers årlig operasjonstid.

Det er tatt høyde for utslipp med bruk av Scarabeo 8. Riggeren er utstyrt med 8 dieselmotorer av typen Caterpillar C280, hver med en ytelse på 5.060 kW/900 rpm.

NO_x-utslippene er basert på kildespesifikk utslippsfaktor.

Energieffektiviserende tiltak:

På Scarabeo 8 er følgende tiltak gjennomført:

- Utstrakt bruk av energibesparende LED lys i boretårnet- og boredekk, samt moonpool området.
- Variabel frekvensstyring (VFD) på sjøvannspumpene. Dette vil redusere mengden vann som pumpes og dermed kraftforbruket ihht operasjonelle krav.
- Informasjonsstyringssystem (K-IMS) skal overvåke dieselforbruk i sanntid og være tilgjengelig for alle brukere på riggen og vil bidra til å redusere drivstofforbruk

På Deepsea Nordkapp er det implementert omfattende tiltak som eksosrensning med «Selective Catalytic Reduction» (SCR) anlegg for NO_x-reduksjon og et hybrid kraftsystem med batteripakker for reduksjon av dieselforbruket. Energistyringssystemet på riggen er tilrettelagt for å ha kontroll på energibruken der det er mulig, for eksempel ved å benytte minimum antall generatorer til enhver tid og stoppe/stenge utstyr/pumper etter bruk eller slå av lys i rom som ikke er i bruk. Deepsea Nordkapp har også tilsvarende informasjonsstyringssystem (K-IMS) på generatorpakken, og er også med på å bidra til å sikre energieffektivitet på riggen.

Tabell 3: Forventede årlige utslipp til luft fra boring på Skarv

Aktivitet	CO ₂ (tonn)	NO _x (tonn)	nmVOC (tonn)	CH ₄ (tonn)	SO _x (tonn)
Borerigg	28 296	396,2	44,6	0,0	8,9
Sum	28 296	396,2	44,6	0,0	8,9

7 Sårbar bunnfauna

Sårbar bunnfauna er kartlagt grundig på Skarv og Ærfugl i flere undersøkelser. Det er gjort flere funn av sårbare habitattyper og enkelte rødlistearter. I prosjektplanleggingen for Ærfugl er denne informasjonen blitt benyttet for å minimere konsekvensene for verdifull havbunnsfauna. Tidligere undersøkelser er også fulgt opp med en konsekvensvurdering av påvirkning på havbunnsfauna av rørledningsoperasjoner og brønner på besluttede traseer og lokasjoner.

Følgende sårbare bunnfauna er observert i Skarvområdet:

Revbyggende koraller

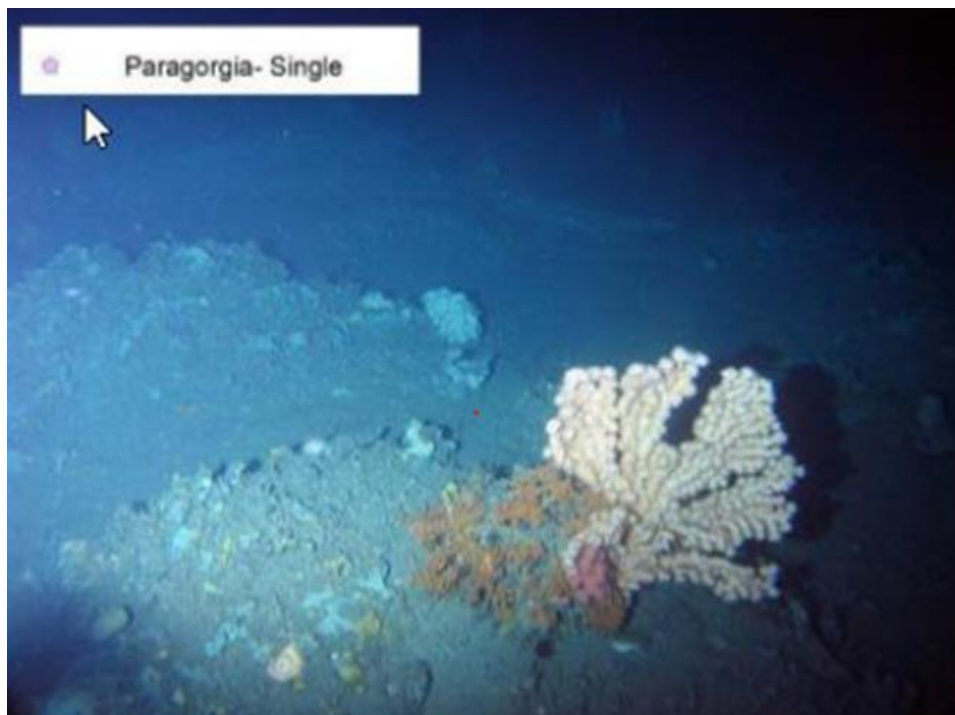
Korallrev vokser normalt mot dominerende strømreretning, slik at levende koraller er i denne delen av revet. Bakre del med dødt korallrevmateriale er ofte grobunn for andre organismer som Paragorgia.

Korallhage

Korallhager (Coral gardens) er en betegnelse på ansamlinger av kolonier eller flere enkeltkoraller innen et område på 25 m². I Skarvområdet er det hornkorallen Paragorgia arborea som er vanligst (*Figur 5*). Det er gjort enkeltfunn av hornkoraller i Skarvområdet. Det ble gjort spredningsanalyser av relevante funn i forbindelse med tidligere boreoperasjoner. Enkeltkorallene var utenfor spredningsområdet for boreutslipp.

Svamper

Det ble observert bløtbunnssvampsamfunn i forbindelse med Ærfuglutbygningen og kartlegging av rørledningstraseen, men kun sjelden, og da oftest som enkeltindivider. Hardbunnssvamp med de typiske artene; Phakellia spp., Axinella infundibuliformis, og Mycale lingua, ble funnet langs rørledningstraseen i områder med pukk og steinblokker. Lokalt ble det funnet i hardbunnssvamp i tettheter opp mot 10%. Tilleggsutredningen som ble laget på Ærfugl konkluderer med at det ikke er dokumentert noen områder med svampfunn i tettheter som kan klassifiseres som OSPAR-Habitat (Deepsea Sponge Aggregations), og svamper ble dermed ikke videre vurdert i ressurskartet for plassering av rørledningstraseen.



Figur 56: Eksempel på funn av enkeltkorall av *Paragorgia arborea* i Ærfuglområdet.

8 Vurdering av konsekvenser for sårbare arter på havbunnen

Ved planlegging av boreoperasjoner på Skarv gjøres det normalt følgende tiltak for å sikre minst mulig påvirkning:

- borestedes/havbunnsundersøkelse – kartlegging av potensielle koraller
- visuell kartlegging av potensielle koraller innenfor potensielt utslippsområde, avhengig av funn kan tilleggsundersøkelser være påkrevd
- dersom det observeres koraller innenfor forventet område for eksponering av kaksutslipp, gjøres det spredningsanalyser som inkluderer risikoanalyse av koraller inkludert vurdering av kakstransportsystem (CTS) frakte kakset til best egnet lokasjon med minst mulig potensiale for skade på koraller.
- Dersom ankring av rigg er aktuelt, kommer kartlegging og optimal plassering av ankerkorridorer i tillegg.

For brønnene som skal bores i 2024 på Skarv A /Tilje-templaten, brønn 6507/2-A-2H og 6507/2-A-5H, er det ikke kartlagt koraller i nærheten av borelokasjonene. Disse brønnene ligger ca. 11 meter fra hverandre. Nærmeste koraller er 350 – 500 m i vestlig og nordlig retning. Det planlegges å gjennomføre spredningsanalyse og å bruke kakstransportsystem for å unngå å eksponere koraller.

For pilotbrønnene som bores fra Skarv B-templaten er det gjennomført spredningsanalyse på Gråsel som ligger 120 m unna. I forbindelse med boringen på Gråsel ble det også satt ut sedimentfeller for å få bedre dokumentasjon på faktisk sedimentasjon i forhold teoretisk beregnet og simulert i spredningsanalysen. I dette området er det flere koraller, og selv om kaksutslippene er begrensede (ca. 35 m³ per brønn), for pilotbrønnene skal det gjennomføres en ny spredningsanalyse før oppstart av pilotbrønnene.

9 Miljørisiko og oljevernberedskapsanalyse

Det er gjennomført en miljørisiko- og beredskapsanalyse for Skarv [4] i henhold til ERA Akutt metoden. Miljørisikoanalysen er gjennomført som en skadebasert analyse. Analysene er gjennomført med basis i krav i styringsforskriften §§ 16-17.

Miljørisikoanalysen inkluderer en rekke aktiviteter som ikke er inkludert i rammetillatelsen. For et høyaktivitetsår (2022) inngår 3 nye gassbrønner, 1 oljebrønn, til sammen 5 kompletteringsoperasjoner og to P&A operasjoner.

Ved å inkludere inntil 2 årlige produksjonsbrønner vurderes miljørisikoen fortsatt å være innenfor aktivitetsnivået som er reflektert et høyaktivitetsår som vist i Tabell 4 *Tabell 4*.

Det gjennomføres egne separate miljørisiko- og beredskapsanalyser dersom vektete rater, varigheter eller oljeegenskaper medfører økt miljørisiko og økt beredskapsbehov. For brønnene som bores i 2024 vil 6507/2-A-2H være dekket innenfor eksisterende oljevernberedskap.

For 6507/2-A-5H brønnen er det høyere simulerte utblåsningsrater enn det som er lagt til grunn for dimensjoneringen av beredskapen på Skarv. For denne brønnen er det gjennomført en separat referansebasert miljørisiko- og oljevernberedskapsanalyse [8], basert på miljørisikoanalysen for avgrensingsbrønnen Skarv E-prospekt. Vektet rate for 6507/2-A-5H er 5176 Sm³/døgn og vektet varighet er 9,3 dager. Basert på vurderinger av alle inngangsparametere er det vurdert at miljøkonsekvenser for utviklingsboringen på Tilje A-5 vil være tilsvarende eller lavere enn for brønn Skarv E prospekt og innenfor Liten/Ubetydelig kategori i Aker BPs risikomatrise i alle sesonger [8].

Beredskapsbehovet ved boring av 6507/2-A-5H er 6 havgående NOFO OR-systemer i barriere 1 og 2 i vintersesongen (september til februar) og 3 system i barriere 1 og 2 i sommersesongen (mars til august). Som for Skarv for øvrig vil første system være på plass innen 5 timer etter avtale med Equinor om frigivelse av fartøy på Haltenbanken. Utsettelse og sleping av lense vil utføres av daughter craft (DC), før slepefartøy fra Rørvik kan avløse etter ca.10 timer. Fullt utbygget barriere, inkludert tilgjengelighetsfaktor på to systemer, kan være på plass innen 35 timer. Korteste drivtid til land som er 9,3 døgn i sommerhalvåret og 12,5 døgn i vinterhalvåret.

Det kystnære systembehovet i barriere 3 er 2 system i vinterhalvåret og 1 system i sommerhalvåret mens behovet i barriere 4 er ett system, uavhengig av sesong.

Det er 3 eksempelområder med drivtid kortere enn 20 døgn, så systembehovet i barriere 3 og 4 vil være tre system i hver barriere, totalt 6 system uavhengig av sesong.

For barriere 5, strandrensing, varierer behovet i vinterhalvåret fra 1-4 lag per eksempelområde. Behovet er størst for Træna etterfulgt av Vega. I sommerhalvåret er behovet ett strandrenselag i hvert eksempelområde.

Oljevernplanen for Skarv vil bli oppdatert i forkant av boring i oljeførende lag på 6507/2-A-5H.

Grunn gass pilotbrønner bores for å redusere risikoen for grunne gasslommer i grunne formasjoner. Brønnene planlegges ikke boret til forventede hydrokarbonforekomster, og det er således ingen utblåsningsrelatert miljørisiko relatert utslipp til sjø. Miljørisiko- og beredskapsanalysen for Skarv er således dekkende for denne aktiviteten.

Tabell 4: Planlagte operasjoner og aktiviteter på Skarvfeltet som kan medføre uhellsutslipp av olje i et høyaktivitetsår.

Aktivitet oljebrønner	# operasjoner	Utblåsningsfrekvens per operasjon/aktivitet per år	Total utblåsningsfrekvens
Boring	1	3,25E-05	3,25E-05
Komplettering	1	1,32E-04	1,32E-04
Produksjon	7	2,14E-05	1,50E-04
P&A	1	1,53E-04	1,53E-04
Aktivitet gassbrønner	# operasjoner	Utblåsningsfrekvens per operasjon/aktivitet per år	Total utblåsningsfrekvens
Boring	3	3,86E-05	1,16E-04
Komplettering	4	2,99E-04	1,20E-03
Produksjon	10	6,65E-05	6,65E-04
Gassinjeksjon	4	6,65E-05	2,66E-04
P&A	1	3,47E-04	3,47E-04
Totalfrekvens			3,06E-03

Tabell 5: Samlet miljørisiko for sjøfugl (S), kyst og strand (K) og fisk (F) i et høyaktivitetsår på Skarv.

Samlet	< 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻²	10 ⁻² - 10 ⁻¹	10 ⁻¹ - 0,5	>0,5
	Sannsynlighet					
Miljøkonsekvens	<0,01%	0,01-0,1%	0,1-1%	1-10%	10-50%	>50%
Katastrofal (A)						
Svært Alvorlig (B)						
Alvorlig (C)						
Betydelig (D)						
Moderat (E)						
Mindre/ Ubetydelig (F)			(K)(S)(F)			

Tabell 6: Samlet miljørisiko for sjøfugl (S), kyst og strand (K) og fisk (F) for avgrensingsboring på Skarv E-prospekt og 6507/2-A-5H

Helårs								
Samlet	Kategori	0	1	2	3	4	5	6
	Frekvens	< 10 ⁻⁵	10 ⁻⁵ - 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ - 10 ⁻³	10 ⁻³ - 10 ⁻²	10 ⁻² - 10 ⁻¹	10 ⁻¹ - 0,5	>0,5
Miljøkonsekvens	Sannsynlighet	< 0,001%	0,001%-0,01%	0,01%-0,1%	0,1-1%	1-10%	10-50%	> 50%
Ekstrem og Katastrofal skade	A							
Stor skade	B							
Svært alvorlig skade	C							
Alvorlig skade	D							
Moderat skade	E							
Liten eller ubetydelig skade	F		(K)(S)(F)					

[illegible]

10 Oljevernberedskap

Dimensjoneringen av oljevernberedskapen gjøres basert på de mengder olje/emulsjon som kan forventes ved en eventuell utblåsning som følge av beregnede utslippsrater for olje, og de ulike forvittringsprosessene som påvirker den. Bekjempelsesfasen i en oljevernaksjon vil kunne bestå av ulike tiltak, hvor de vanligste er mekanisk opptak og kjemisk dispergering.

Hovedstrategi for bekjempelse av et eventuelt olje/kondensatutslipp fra Skarv er mekanisk opptak. Overvåkning iverksettes alltid.

Skarvoljen vil ha et begrenset potensiale for bruk av kjemisk dispergeringsmidler. Det fordres en dosering på minst 1 del dispergeringsmiddel pr 25 deler olje for å oppnå effekt ved påføring av dispergeringsmidlet. Skarv oljen krever en viss bølgeenergi for å dispergere effektivt og en kan regne med nedsatt effekt av dispergeringsmidler ved vindhastighet under 5 m/s, spesielt ved vintertemperaturer.

Ved en større oljevernaksjon vil bruk av dispergering vurderes ved en eventuell hendelse. Først vil det gjennomføres en in-situ test av faktisk dispergerbarhet. Dersom oljen er dispergerbar vil Aker BP gjøre en avveining i forhold til miljøressurser i området (faktisk påvist fugl samt kunnskap om fiskeutbredelse og gyting).

Beredskapsløsningen for Skarv er 2 NOFO-system i barriere 1 og 2 (felt/hav) med krav til 5 timer responstid for første system. Full barriere skal være operativt så lenge forurensningen er mulig å bekjempe.

Systemer i barriere 1 og 2 vil bli mobilisert i henhold til seilingstid, frigivelsestid og eventuelt mobiliseringstid. For første system vil utsettelse og sleping av lense utføres av daughter craft (DC), før slepefartøy fra Rørvik kan avløse. Avløsningstiden er estimert til 10 timer. Det forutsettes 14 knop seilingsfart for OR-fartøy ihht. NOFO planverk. For slepefartøy er det inkludert en mobiliseringstid på 2 timer.

10.1 Beredskap i kystsonen

Beredskapsbehovet i barriere 3 og 4 vil ved oppdatering av oljevernplan settes til 3 system system i hver barriere, basert på korteste drivtid til land. Det er 3 eksempelområder med drivtid kortere enn 20 døgn, så systembehovet i barriere 3 og 4 være totalt 6 system uavhengig av sesong.

Ifølge NOFO Planverk er NOFO i stand til å mobilisere 10 kystsystemer innen 5 døgn hvor som helst på kysten, og etter 20 døgn vil alt beredskapsmateriell NOFO har for InnsatsGruppe Kyst (IGK) til bruk i barriere 3 og 4 være tilgjengelig hvor som helst på kysten.

10.2 Beredskap i strandsonen

For barriere 5, strandrensing, varierer behovet i vinterhalvåret fra 1-4 lag per eksempelområde. Behovet er størst for Træna etterfulgt av Vega. I sommerhalvåret er behovet ett strandrenselag i hvert eksempelområde.

I de tilfeller der brønner planlegges med høyere miljørisiko og høyere krav til oljevernberedskap enn i eksisterende planverk skal oljevernplanen for Skarv oppdateres i

henhold til tilleggsaktivitet. Dette er tilfellet for 6507/2-A-5H som beskrevet i kap 9, og er tatt høyde for i beskrivelsene i kapittel 10.

10.3 Systemer for å oppdage utslipp

System for deteksjon av utslipp vil være basert på visuell overvåking fra rigg, båter og helikoptre.

Boreriggen har dobbelt sett med overvåkningssensorer på volumkontroll av borevæsken. Dette overvåkes kontinuerlig av to uavhengige systemer. Dersom man har indikasjoner på avvik i volumkontrollen settes ROV på sjøen for å sjekke om det er lekkasjer.

Når det gjelder en utblåsning vil den være enten gjennom borestreng, ringrom eller åpent hull. Et eventuelt brønnkontrollproblem vil være oppdaget lenge før oljen eventuelt kommer på sjøen gjennom riggens overvåkningssensorer (med back-up av boreslam-loggingssystemene).

Følgende hjelpemidler tilgjengelig:

- Satellitt-overvåkning NOFO vil varsle Aker BP om potensielt oljeutslipp
- OSD radarer på Skarv FPSO og på Deepsea Nordkapp
- Visuell observasjon fra riggen – i dagslys
- Visuell observasjon fra områdeberedskapsfartøy – i dagslys
- Visuell observasjon fra forsyningsbåter
- Visuell observasjon fra helikoptertrafikk

11 Vedlegg

Tabell 8 9: Vannbasert borevæske

Vannbaserte borevæskemikalier	Miljøklasse	Utslipp til sjø (kg)	Utslipp til sjø per farge (kg)				
			Grønn	Gul	Gul Y1	Gul Y2	Rød
POTASSIUM CHLORIDE	Grønn	1 539 332	1 539 332	0	0	0	0
BARAZAN	Grønn	62 783	62 783	0	0	0	0
PAC	Grønn	58 666	58 666	0	0	0	0
DEXTRID E	Grønn	112 988	112 988	0	0	0	0
SODA ASH	Grønn	26 316	26 316	0	0	0	0
GEM GP	Gul	346 952	0	346 952	0	0	0
BENTONITE	Grønn	257 595	257 595	0	0	0	0
BARITE	Grønn	3 052 927	3 052 927	0	0	0	0
BARACIDE W-960	Gul	13 500	4 455	9 045	0	0	0
BARAKLEAN-926	Gul	25 500	0	25 500	0	0	0
CITRIC ACID	Grønn	12 000	12 000	0	0	0	0
SOURSCAV	Gul	16 500	0	16 500	0	0	0
LIME	Grønn	6 000	6 000	0	0	0	0
SUGAR	Grønn	12 000	12 000	0	0	0	0
Sum		5 543 058	5 145 061	397 997	0	0	0

Tabell 10: Oljebasert borevæske

Oljebaserte borevæskemikalier	Miljøklasse	Utslipp til sjø (kg)	Utslipp til sjø per farge (kg)				
			Grønn	Gul	Gul Y1	Gul Y2	Rød
ESCAID 120 ULA	Gul	0	0	0	0	0	0
BaraMUL IE-672	Gul Y1	0	0	0	0	0	0
CaCl salt	Grønn	0	0	0	0	0	0
BaraFLC IE 513	Rød	0	0	0	0	0	0
BaraVIS IE 568	Gul Y1	0	0	0	0	0	0
Tau-Mod	Grønn	0	0	0	0	0	0
Lime	Grønn	0	0	0	0	0	0
Baracarb 5	Grønn	0	0	0	0	0	0
Barite	Grønn	0	0	0	0	0	0
SP1	Gul	0	0	0	0	0	0
Perfor MUL	Gul	0	0	0	0	0	0
EZ-mul NS	Gul Y1	0	0	0	0	0	0
Geltone II	Rød	0	0	0	0	0	0
CaBr2 brine	Grønn	0	0	0	0	0	0
NaCl brine	Grønn	0	0	0	0	0	0
Oxygen	Gul Y1	0	0	0	0	0	0
Starcide	Gul	0	0	0	0	0	0
Baraklean Dual	Gul	0	0	0	0	0	0
Barazan	Grønn	0	0	0	0	0	0
Sum		0	0	0	0	0	0

Tabell 11: Sementeringskemikalier

Sementeringskemikalier	Miljø-klasse	Utslipp til sjø (kg)	Utslipp til sjø per farge (kg)				
			Grønn	Gul	Gul Y1	Gul Y2	Rød
BARITE	Grønn	131 388	131 388	0	0	0	0
BridgeMaker II LCM	Gul	72	6	66	0	0	0
CFR-8L	Gul Y1	3 662	2 343	0	1 318	0	0
CGM-2	Grønn	0	0	0	0	0	0
ECOSPACER II	Gul Y1	1 074	0	0	1 074	0	0
ExpandaCem D / ExpandaCem D N	Grønn	25 319	25 319	0	0	0	0
EZ-FLO II	Grønn	5	5	0	0	0	0
GASCON 469	Grønn	8 031	8 031	0	0	0	0
HALAD 400L	Gul Y1	3 792	2 900	0	892	0	0
Halad-300L NO	Gul Y2	0	0	0	0	0	0
HR-5L	Grønn	3 455	3 455	0	0	0	0
MICROSILICA L	Grønn	324	324	0	0	0	0
MUSOL SOLVENT	Gul	713	0	713	0	0	0
NF-6	Gul Y1	891	772	93	26	0	0
SCR-100L-NS	Gul Y2	0	0	0	0	0	0
SEM-1205	Gul	342	285	57	0	0	0
SEM 8	Gul	74	0	74	0	0	0
Tuned Defense E Cement Spacer	Gul Y1	1 202	1 075	127	0	0	0
Tuned Light XLE Blend Series	Grønn	118 203	118 203	0	0	0	0
NeoCem NS	Grønn	15 000	15 000	0	0	0	0
SCR-220L	Gul Y1	260	250	0	9	0	0
WellLife 734C	Grønn	0	0	0	0	0	0
Sum		313 803	309 354	1 129	3 320	0	0

Tabell 12: Kompletteringskjemikalier

Kompletteringskjemikalier	Miljøklasse	Utslipp til sjø (kg)	Utslipp til sjø per farge (kg)				
			Grønn	Gul	Gul Y1	Gul Y2	Rød
XP-07 Base Oil	Gul	0	0	0	0	0	0
ESCAID 120 ULA	Gul	0	0	0	0	0	0
BARAZAN	Grønn	2 000	2 000	0	0	0	0
BARAKLEAN-926	Gul	0	0	0	0	0	0
BARACARB (all grades)	Grønn	5 000	5 000	0	0	0	0
BARITE (all grades)	Grønn	7 500	7 500	0	0	0	0
SODIUM CHLORIDE BRINE	Grønn	76 000	76 000	0	0	0	0
BaraCide W-960	Gul	500	167	333	0	0	0
OXYGON	Gul (Y1)	1 350	0	0	1 350	0	0
SODIUM BICARBONATE	Grønn	4 500	4 500	0	0	0	0
BaraCor W-476	Gul (Y1)	6 750	1 350	0	5 400	0	0
BaraKlean-647	Gul (Y1)	0	0	0	0	0	0
BaraKlean-648	Gul (Y1)	0	0	0	0	0	0
CALCIUM BROMIDE	Grønn	0	0	0	0	0	0
EZ MUL NS	Gul (Y1)	0	0	0	0	0	0
LIME	Grønn	0	0	0	0	0	0
PERFOR MUL	Gul	0	0	0	0	0	0
Sum		103 600	96 517	333	6 750	0	0

Tabell 13: Hjelpekjemikalier

Hjelpekjemikalier	Miljø-klasse	Utslipp til sjø (kg)	Utslipp til sjø per farge (kg)				
			Grønn	Gul	Gul Y1	Gul Y2	Rød
Microsit Polar	Gul	7 500	6 088	1 412	0	0	0
SCAL 16075A	Gul Y1	750	375	0	375	0	0
Pelagic Stack Glycol	Grønn	18 750	18 750	0	0	0	0
ERIFON HD603HP No Dye	Gul Y1	7 500	3 027	3 262	1 211	0	0
Jet Lube NCS-30 ECF	Gul	105	1	104	0	0	0
Jet-Lube Kop'r kote	Rødt	0	0	0	0	0	0
DCA-14005	Gul	1 800	1 440	360	0	0	0
BDF-908	Gul	2 400	2 215	185	0	0	0
Sum			31 896	5 323	1 586	0	0

Tabell 14: Sporstoffer

Sporstoffer	Miljø-klasse	Utslipp til sjø (kg)	Utslipp til sjø per farge (kg)				
			Grønn	Gul	Gul Y1	Gul Y2	Rød
RGTW-serien	Rød	6,0	0	0	0	0	6,0
Sum		6,0	0	0	0	0	6,0

12 Referanser

1. DNV, 2019. Dispersion analysis drilling discharges - SeaFAN Ærfugl well 4 and 5.
2. DNV 2020, SeaFAN Gråsel
3. NOROG, 2019. Hand book. Species and habitats of environmental concern. Report no./DNV Reg no.: 2019-007
4. DNV, 2020. Miljørisikoanalyse (MRA) og beredskapsanalyse for Skarvfeltet i Norskehavet. Rapportnr. 2020-1162.
5. Norsk Olje og gass, 2020, Guidance on environmental risk analyses using ERA Acute. Ver. 01. 2020
6. Norsk olje og gass, 2021. Veiledning for miljørettede beredskapsanalyser revisjon Rev.9
7. Utbygging og drift av Snadd Tilleggsutredning: Konsekvenser for sårbare miljøverdier på havbunnen, Aker BP, 2017
8. DNV, 2024. Miljørisiko (MRA) og beredskapsanalyse (BA) for boring av produksjonsbrønn A5 Y1HY2H Tilje i PL212 i Norskehavet.
9. Ranold, 2020. Blowout and Dynamic Wellkill Simulations. Ærfugl production well. Rev. 3
10. Ranold, 2023. Blowout and Dynamic Wellkill Simulations. Production well A-5 Y1HY2H Tilje. Rev.0.