

**Søknad om tillatelse til utslipp av naturlig
forekommende radioaktive stoffer i produsert
vann fra Martin Linge-feltet**

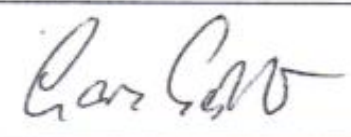



AU-TPD-PM703-00032

| | | |
|--|------------------|---|
| Tittel: <p style="text-align: center;">Søknad om tillatelse til utslipp av naturlig forekommende radioaktive stoffer i produsert vann fra Martin Linge-feltet</p> | | |
| Dokumentnr.: AU-TPD-PM703-00032-002 | Kontrakt: | Prosjekt: Martin Linge |

| | |
|----------------------------------|---|
| Gradering: Open | Distribusjon: Kan distribueres fritt |
| Utlepsdato: | Status: Final |

| | | |
|---|------------------|-----------------------|
| Utgivelsesdato: 20.06.20 | Rev. nr.: | Eksemplar nr.: |
|---|------------------|-----------------------|

| | |
|---|--|
| Forfatter(e)/Kilde(r): Lars Gärtner | |
| Omhandler (fagområde/emneord): Utslipp av naturlig forekommende radioaktive forbindelser i produsert vann. | |
| Merknader: | |
| Treer i kraft: | Oppdatering: |
| Ansvarlig for utgivelse: | Myndighet til å godkjenne fravik: |

| | |
|--|---|
| Utarbeidet (organisasjonsenhet/ navn): DPN SSU SUS/ Lars Gärtner | Dato/Signatur: 16.6.20  |
| Ansvarlig (organisasjonsenhet/ navn): TPD PRD ML/ Knut Solemslie | Dato/Signatur: 18.06.20  |
| Anbefalt (organisasjonsenhet/ navn): TPD PRD ML/ Ola Kolnes | Dato/Signatur: 23/6-20  |
| Godkjent (organisasjonsenhet/ navn): TPD PRD ML/ Jan Einar Malmin | Dato/Signatur: 23/6-20  |

Innhold

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | Innledning | 4 |
| 2 | Foretaket | 5 |
| 2.1 | Beskrivelse av virksomheten | 5 |
| 2.1.1 | Beliggenhet og lisensforhold..... | 5 |
| 2.1.2 | Utbyggingsløsning og produksjonsperiode | 6 |
| 2.1.3 | Reserver og reservoar | 7 |
| 2.1.4 | Redusert trykkintegritet og konsekvens for injeksjonskapasitet..... | 7 |
| 2.1.5 | Avbøtende tiltak | 8 |
| 2.1.6 | Produsert vann..... | 8 |
| 3 | Kompetanse | 8 |
| 4 | Skjerming og sikkerhetsutstyr | 9 |
| 5 | Internkontroll | 9 |
| 6 | Radioaktiv forurensning | 9 |
| 6.1 | Produsert vann..... | 9 |
| 6.2 | Utslipp av radioaktive stoffer..... | 11 |
| 6.3 | Forebygging av forurensning | 12 |
| 7 | Håndtering av radioaktivt avfall | 12 |
| 8 | Arbeidsmiljø | 13 |
| 9 | Konsekvensvurderinger | 13 |
| 10 | Miljøovervåkning og rapportering | 13 |
| 11 | Forebyggende tiltak og beredskapstiltak | 13 |
| 12 | Referanser | 13 |

1 Innledning

Equinor Energy AS søker med dette om tillatelse til utslipp av naturlig forekommende radioaktive stoffer i produsert vann fra Martin Linge-feltet.

Martin Linge ligger i den nordvestre delen av Nordsjøen ca. 42 kilometer vest for Oseberg-feltet. Feltet bygges ut med en bunnfast produksjonsinnretning (Martin Linge A) med prosessering av olje og gass koblet opp mot et lagerskip (Martin Linge B). Produksjonsstart er nå planlagt i første halvår 2021.

På Martin Linge var hovedstrategien for håndtering av produsert vann reinjeksjon i en dedikert injeksjonsbrønn. Det har vært lagt til grunn at injeksjonsbrønnen kunne ta imot minimum 95 % av det produserte vannet og at de resterende 5 % skulle slippes til sjø. Dette ble beskrevet i konsekvensutredningen for Hild fra 2011 og i søknad om tillatelse til virksomhet etter forurensningsloven for boring og produksjon på Martin Linge fra 25.4.2019.

Equinor overtok operatørskapet på Martin Linge i mars 2018. Høsten 2019 igangsatte operatøren verifikasjon av integriteten til de forborede brønnene. Det ble da identifisert en rekke avvik på flere av brønnene. Blant annet har injeksjonsbrønnen betydelig redusert trykkintegritet, noe som også medfører tilsvarende redusert injeksjonskapasitet og dermed mulighet for injeksjon av produsert vann.

Operatøren ser seg derfor nødt til å endre strategien for håndtering av produsert vann fra hovedsakelig reinjeksjon til hovedsakelig utslipp til sjø. Bakgrunn for integritetsproblemene med injeksjonsbrønnen (A-1) og mulige avbøtende tiltak er beskrevet under.

Denne søknaden omhandler utslipp av naturlig forekommende radioaktive stoffer som vil følge produsert vann strømmen til sjø. Det er vurdert at de planlagte utslippene ikke vil medføre nevneverdige, negative miljøkonsekvenser.

Operatøren søker herved rammene for utslipp av naturlig forekommende radioaktive stoffer i produsert vann som er vist i Tabell 1-1.

Tabell 1-1 Omsøkte rammer for utslipp av naturlig forekommende radioaktive stoffer i produsert vann på Martin Linge-feltet (RNB 2020)

| Isotop | Toppår 2030 ¹ |
|--------|--------------------------|
| | Utslipp (GBq/år) |
| Ra-226 | 20 |
| Ra-228 | 7 |
| Pb-210 | 0,25 |

Søknad om tillatelse til utslipp av naturlig forekommende radioaktive stoffer i produsert vann fra Martin Linge-feltet

Dok. nr. AU-TPD-PM703-00032

Trer i kraft:

Rev. nr.

2 Foretaket

| | |
|----------------------|-------------------------------------|
| Navn på virksomheten | Equinor Energy AS |
| Foretaksnummer | 923 609 016 |
| Besøksadresse | Forusbeen 50, 4035 Stavanger |
| Postadresse | Postboks 8500 Forus, 4035 Stavanger |
| Telefon | 51 99 00 00 |
| E-post | equinor@equinor.com |
| Internettadresse | www.equinor.com |
| Kontaktperson | Ola Kolnes |
| Telefon | 911 88 324 |
| E-post | okoln@equinor.com |

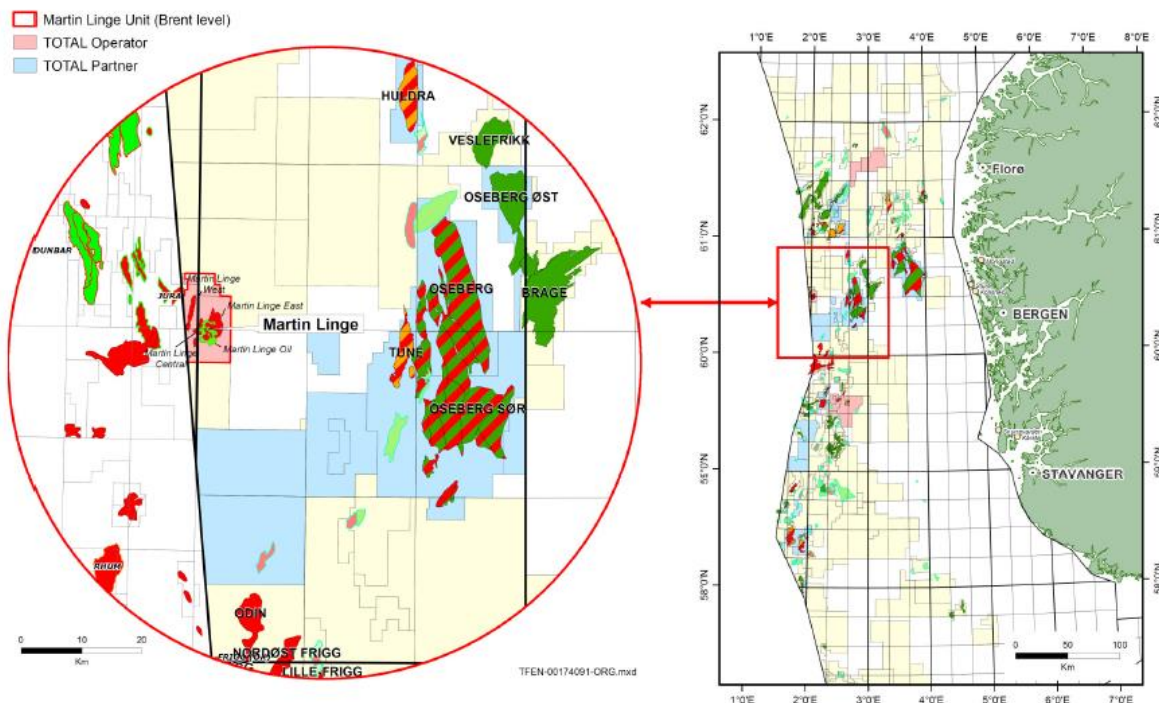
Søknaden gjelder ny tillatelse.

2.1 Beskrivelse av virksomheten

2.1.1 Beliggenhet og lisensforhold

Martin Linge-feltet er lokalisert i den nordvestre delen av Nordsjøen (blokk 29/6, 29/9, 30/7 og 30/4) nær grenselinjen til britisk sokkel, om lag 42 kilometer vest for Oseberg-feltet, og 150 kilometer vest for Kollsnes. Havgypet på feltet er om lag 115 m. Feltets beliggenhet er vist i Figur 2-1.

Rettighetshavere på Martin Linge-feltet er Equinor Energy AS (operatør 70%) og Petoro (30%).



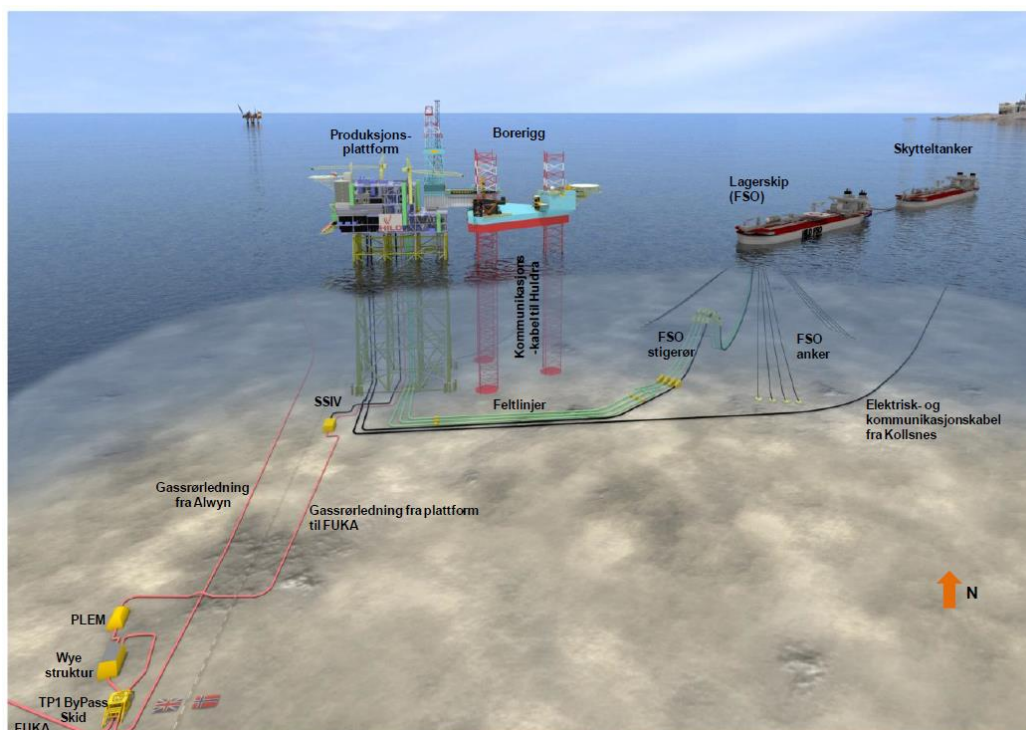
Figur 2-1 Oversikt over Martin Linge-feltet.

2.1.2 Utbyggingsløsning og produksjonsperiode

Martin Linge-feltet bygges ut med en bunnfast produksjonsinnretning (Martin Linge A) med prosessering av olje og gass koblet opp mot et lagerskip (Martin Linge B). Martin Linge A vil ha prosesseringsutstyr, hjelpesystemer og boligkvarter. Martin Linge B vil være fast forankret om lag 3,4 km sørøst for Martin Linge A, og vil ha funksjoner for separasjon av olje og vann. Produsert vann vil bli sluppet ut til sjøen. Oljen vil bli lastet til tankskip fra Martin Linge B, mens gassen vil bli transportert til St Fergus i Skottland via en ny 24" rørledning som knyttes til det eksisterende FUKA rørledningssystem på britisk sokkel. Feltet vil forsynes med elektrisk kraft fra land via en 162 km lang lavfrekvent vekselstrømkabel fra Kollsnes.

Boring av produksjonsbrønnene på Martin Linge-feltet ble startet opp i august 2014, og er utført med den oppjekkbare boreinnretningen Maersk Intrepid. Første fase av boreoperasjonen ble avsluttet i august 2017. Planlagt produksjonsstart på Martin Linge-feltet er nå satt til første halvår 2021.

Utbyggingsløsningen er illustrert i Figur 2-2.



Figur 2-2 Martin Linge utbyggingen.

2.1.3 Reserver og reservoar

Martin Linge-feltet består av reservoarer på to nivå; flere gass/kondensat reservoar i Brent-gruppen av Jura alder og et overliggende oljereservoar i Frigg-formasjonen av Eocen alder. Den vertikale avstanden mellom Brent-gruppen og Frigg-formasjonen er om lag 2100 meter.

Gass/kondensat reservoarene i Brent-gruppen klassifiseres som reservoar med høyt trykk. Et sterkt vannførende lag vil gi vandring i reservoaret og begrenser den naturlige trykkavlastningen ved produksjon. Oljereservoaret i Frigg-formasjonen er tilnærmet under hydrostatisk trykk (167 bara) og med en temperatur på 61 °C. Reservoaret inneholder en relativt viskøs olje (49 cP ved reservoarforhold) med et høyt syreinnhold. Brønnene i Frigg-formasjonen vil bli produsert ved hjelp av gassløft.

2.1.4 Redusert trykkintegritet og konsekvens for injeksjonskapasitet

Etter å ha evaluert brønndesign og barrierekonvolutt har en måttet redusere injeksjonstrykk/ trykkintegritet grunnet manglende barrierer på planlagt dyp. Injeksjonstrykket på overflaten må derfor reduseres fra 180 bar til ca. 92 bar, og kollapset formasjon benyttes som barriereelement mot injeksjonstrykket.

2.1.5 Avbøtende tiltak

Basert på erfaringene ved boring av eksisterende injeksjonsbrønn, er det ikke anbefalt å bore en ny brønn. Dette på grunn av utfordrende formasjon, som beskrevet ovenfor, og påfølgende høy sannsynlighet for integritetsutfordringer og manglende injeksjonskapasitet. I tillegg er det både tidkrevende og svært kostbart å bore en slik brønn.

Operatøren ser derfor på muligheter for å maksimere kapasiteten i eksisterende brønn. I utgangspunktet kan brønnen tas i bruk slik den er, uten oppsprekking av reservoaret og med påfølgende moderate til lave injeksjonsrater. Dersom en kan få til oppsprekking av reservoaret, vil det gi et høyere injeksjonspotensial. Det er imidlertid store usikkerheter knyttet til om en får oppsprekking og om det er mulig å opprettholde den.

Bruke brønnen uten oppsprekking

Ved nevnte godkjenning av barrieren, som gir et injeksjonstrykk i brønnen på 92 bar, viser simuleringer et potensial for injeksjon av ca. 2000 m³ produsert vann per døgn. Simuleringene er imidlertid usikre. Vannets renhetsgrad vil påvirke injeksjonsratene, og ratene vil synke over tid som følge av at det urene vannet plugges formasjonen.

Eksisterende injeksjonspumper kan sannsynligvis benyttes, men dette vil kreve installering av nye trykksikringsventiler. Som følge av lavere vannrater enn det pumpene opprinnelig var designet for, vil det være behov for resirkulering med påfølgende energitap.

Bruke brønnen med oppsprekking

Det er en teoretisk mulighet for å indusere oppsprekking av reservoaret ved hjelp av nedkjøling. Dette alternativet er grundig vurdert og lagt bort da det innebærer store kostnader og har lav sannsynlighet for å faktisk fungere.

2.1.6 Produsert vann

Produsert vann fra Martin Linge feltet som vil bli sluppet ut til sjø vil basert på tall fra leverandør og Equinor's egne vurderinger ha et forventet oljeinnholdet ut av CFU-ene etter planlagt ombygging på under 15 mg/l.

Olje-vann separasjon på Martin Linge vil foregå ved hjelp av en vasketankprosess på Martin Linge B. Produsert vann utskilt i denne prosessen vil ledes til to store dekanteringstanker (hver 2000 Sm³), før det transporteres i rørledning tilbake til Martin Linge A for videre behandling i vannrenseanlegget der. På Martin Linge A renses produsert vann i et kompakt flotasjonsanlegg (CFU) for fjerning av olje og gass fra produsert vann. CFU bruker flotasjonsgass for en effektiv separasjon av olje og gass fra produsert vann.

3 Kompetanse

Sentral strålevernkoordinator i Equinor er:

- Knut Inge Andersen. Sentral strålevernkoordinator i Equinor siden 1.1.2006.
Kompetanse: Norges tekniske høyskole 1986. Industriell radiografi, 40 t kurs 2004.

Lokal strålevernkoordinator på Martin Linge er:

- Oddvar Tønnesen / Sikkerhetsleder

Kompetanse: 3 dagers kurs i strålevern på Institutt for energiteknikk (IFE)

- Peder Huse / Sikkerhetsleder
Kompetanse: 3 dagers kurs i strålevern på Institutt for energiteknikk (IFE)
- Trond Erik Stensland / Sikkerhetsleder
Kompetanse: 3 dagers kurs i strålevern på Institutt for energiteknikk (IFE)

4 Skjerming og sikkerhetsutstyr

Denne søknaden omfatter utslipp av naturlig forekommende radioaktive stoffer i produsert vann til sjø. Det vil ikke være behov for dedikert avskjerming eller sikkerhetsutstyr for utslipp av produsert vann til sjø, da produsert vann inneholder lav konsentrasjon av radioaktive isotoper.

5 Internkontroll

Equinor vurderer at kompetansekravet i strålevernforskriften er oppfylt. Det er utarbeidet skriftlige instruksjoner og prosedyrer, samt beredskapsplan.

Relevante Equinor prosedyrer er:

- OM105.09.02 Håndtere LRA (lavradioaktive avleiringer)
- OM105.09.03 Vurdere behov for radioaktiv kilde
- OM105.09 Farlig materiale
- WR1152 Avfallstyring
- OM105.09.04 Arbeid med eller nær radioaktiv kilde

Spesifikke instruksjoner og prosedyrer innenfor varsling og beredskap:

- SU600 Miljøstyring
- SF700 Emergency preparedness and response

6 Radioaktiv forurensning

Radioaktive isotoper finnes naturlig i berggrunnen og i formasjonsvann. Disse vil følge brønnstrømmen og slippes ut til sjø sammen med produsert vann.

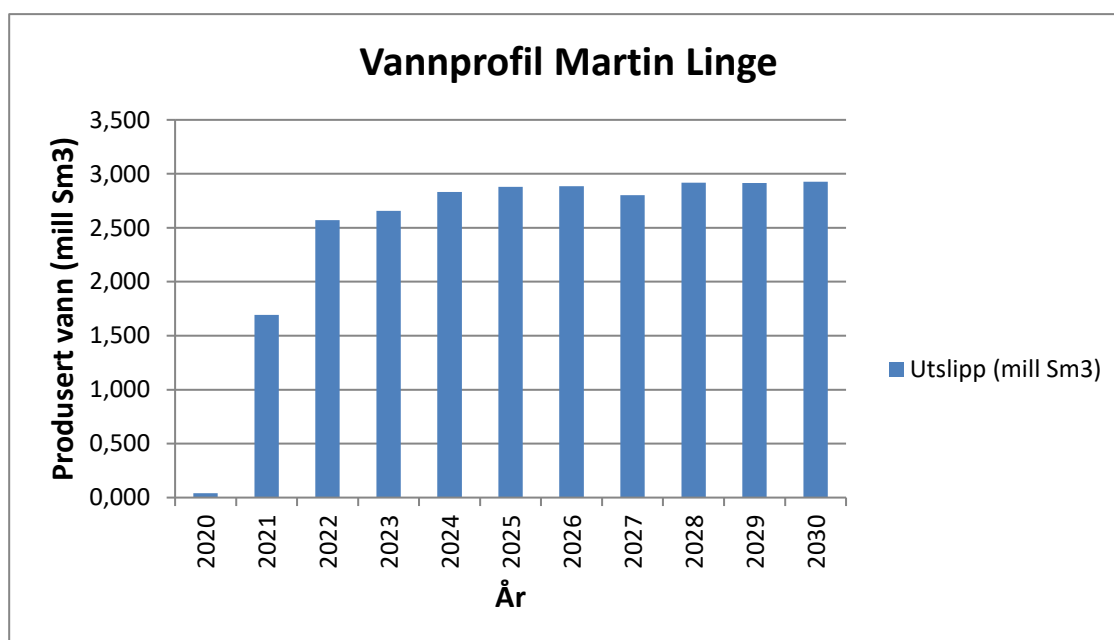
6.1 Produsert vann

Prognose for forventet vannproduksjon over feltets levetid i henhold til innrapporterte data til revidert nasjonalbudsjett for 2020 (RNB 2020), samt mengde produsert vann til utslipp er vist i Tabell 6-1 og Figur 6-1. Utslipp er beregnet basert på 100 % utslipp til sjø.

Tabell 6-1 Prognoser for produsert vann på Martin Linge-feltet (RNB 2020)

| År | Produsert vann | |
|-------|----------------------|--------------------|
| | Produsert (mill Sm3) | Utslipp (mill Sm3) |
| 2020 | 0,042 | 0,042 |
| 2021 | 1,692 | 1,692 |
| 2022 | 2,570 | 2,570 |
| 2023 | 2,657 | 2,657 |
| 2024 | 2,832 | 2,832 |
| 2025 | 2,878 | 2,878 |
| 2026 | 2,885 | 2,885 |
| 2027 | 2,803 | 2,803 |
| 2028 | 2,919 | 2,919 |
| 2029 | 2,913 | 2,913 |
| 2030 | 2,927 | 2,927 |
| Maks* | 3,65 | 3,650 |

* = antatt maksimal årlig vannbehandlingskapasitet, dvs. 10.000 Sm3/dag



Figur 6-1 Prognoser for utslipp av produsert vann på Martin Linge-feltet (RNB 2020).

6.2 Utslipp av radioaktive stoffer

Beregnete utslipp av naturlig forekommende radioaktive stoffer er basert på forventede mengder produsert vann og analyser av formasjonsvann i brønn Hild East 30/4-D-1-H. Gammasppektrometrisk analyse av formasjonsvannet er utført av IAF - Radioökologie GmbH i Tyskland [2]. Analyserapporten inkluderer resultater fra analyse av formasjonsvann fra to dyp; hhv. 1821 meter og 3996 meter. I denne søknaden er resultater fra analyse av formasjonsvann fra 1821 meter benyttet, da det er dette vannet som vil bli produsert til overflaten.

Resultater fra analyse av formasjonsvann er gitt i Tabell 6-2.

Tabell 6-2 Naturlig radioaktivitet i produsert vann.

| Nuklide | Radioaktivitet i produsert vann(Bq/l) |
|---------|---------------------------------------|
| Ra-226 | 6,6 ± 1,2 |
| Pb-210 | < 0,070 |
| Ra-228 | 2,3 ± 0,3 |

Utslipp av radioaktive stoffer ved platå vannproduksjon (år 2030) er vist i Tabell 6-3. Tabellen oppgir også beregnet utslipp av radioaktive stoffer, hvis anlegget skulle prosessere produsert vann i henhold til anleggskapasitet et helt år (10000 Sm³ vann per dag).

Tabell 6-3 Maksimale årlige utslipp av radioaktive stoffer med produsert vann.

| Isotop | Toppår 2030 ¹ | Maks kapasitet ² |
|--------|--------------------------|-----------------------------|
| | Utslipp (GBq) | Utslipp (GBq) |
| Ra-226 | 19,319 | 24,090 |
| Ra-228 | 6,732 | 8,395 |
| Pb-210 | 0,205 | 0,256 |

¹ Basert på estimert utslipp ved platå vannproduksjon (2030)

² Basert på teoretisk mulig utslipp ved feltets designkapasitet på 10000 Sm³ produsert vann per dag i 365 dager.

En oversikt over total radioaktivitet i forventet volum produsert vann per år er vist i Tabell 6-4.

Tabell 6-4 Total radioaktivitet i forventet årlig produsert vannmengde på Martin Linge-feltet.

| År | Radioaktivitet | | | | | |
|-------|--------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|
| | Produsert (GBq/år) | | | Utslipp (GBq/år) | | |
| | Ra-226 | Ra-228 | Pb-210 | Ra-226 | Ra-228 | Pb-210 |
| 2020 | 0,276 | 0,096 | 0,003 | 0,276 | 0,096 | 0,003 |
| 2021 | 11,167 | 3,892 | 0,118 | 11,167 | 3,892 | 0,118 |
| 2022 | 16,962 | 5,911 | 0,180 | 16,962 | 5,911 | 0,180 |
| 2023 | 17,539 | 6,112 | 0,186 | 17,539 | 6,112 | 0,186 |
| 2024 | 18,694 | 6,515 | 0,198 | 18,694 | 6,515 | 0,198 |
| 2025 | 18,998 | 6,620 | 0,201 | 18,998 | 6,620 | 0,201 |
| 2026 | 19,039 | 6,635 | 0,202 | 19,039 | 6,635 | 0,202 |
| 2027 | 18,501 | 6,447 | 0,196 | 18,501 | 6,447 | 0,196 |
| 2028 | 19,265 | 6,714 | 0,204 | 19,265 | 6,714 | 0,204 |
| 2029 | 19,228 | 6,701 | 0,204 | 19,228 | 6,701 | 0,204 |
| 2030 | 19,319 | 6,732 | 0,205 | 19,319 | 6,732 | 0,205 |
| Maks* | 24,090 | 8,395 | 0,256 | 24,090 | 8,395 | 0,256 |

* = antatt maksimal årlig vannbehandlingskapasitet, dvs. 10.000 Sm³/dag

6.3 Forebygging av forurensning

Det finnes per dags dato ingen kvalifisert metode for rensing av radioaktive stoffer i produsert vann. En mulig forebygging av utslipp er reinjeksjon av produsert vann til en geologisk formasjon. Opprinnelig var reinjeksjon av produsert vann på Martin Linge planlagt. I etterkant viste det seg at injektoren var ikke formålstjenlig designet og trykkforholdene i formasjonen tillot bare minimale mengder produsert vann injisert. Derfor ble vannmengdene i en reinjeksjonsløsning betraktelig på grunn av høye kostnader ved å bore ny injeksjonsbrønn og i mangel av en egnet geologisk formasjon.

Ved eventuelt fremtidig endring i produksjonsstrategi og ved eventuell innfasing av nye brønner eller felt, vil en ny vurdering av produsert vann håndtering gjennomføres.

7 Håndtering av radioaktivt avfall

Søknaden omhandler utslipp av naturlig forekommende radioaktive stoffer som følger produsert vann-strømmen. Utslipet medfører ikke håndtering av radioaktivt avfall.

8 Arbeidsmiljø

Arbeidsmiljøet på Martin Linge vil ikke påvirkes av naturlig forekommende radioaktive stoffer som følger med produsert vann.

9 Konsekvensvurderinger

Produsert vann som slippes til sjø fra petroleumsvirksomheten på norsk sokkel inneholder varierende mengder med naturlig forekommende lavradioaktive isotoper. Rapporten "Naturally radioactive material (NORM) in North Sea produced water: environmental consequences" [3] konkluderer med at disse utslippene ikke øker radioaktivitetsnivået i Nordsjøen verken i vann eller sedimenter og at dette heller ikke er målbart i økosystemene. Det konkluderes også med at det er usannsynlig at utslippene medfører effekter hos marine organismer.

På Martin Linge vil produsert vann slippes ut til sjø. Miljøriskoen ved det planlagte utslippet av radioaktive stoffer med produsert vann er vurdert neglisjerbar. Denne vurderingen er basert på at utslippet utgjør en forsvinnende liten del av naturlig forekommende radioaktivitet i Nordsjøen, og at det produserte vannet som slippes ut raskt spres og fortynnes slik at konsentrasjonen av radioaktive stoffer blir redusert til eksisterende bakgrunnsnivå.

10 Miljøovervåking og rapportering

Myndighetenes krav til måling av radioaktivitet i miljøet offshore har begrenset seg til prøvetaking og målinger fra utvalgte plattformer, typisk med relativt store produsert vann-utslipp.

Equinor og oljeindustrien er pålagt å overvåke for radioaktivitet. Det er årlig kontakt med Direktorat for Strålevern og Atomsikkerhet (DSA) for å bestemme prøvetakingsprogram, men det vil ikke være overvåking rundt alle plattformer.

Utslipp av radioaktive stoffer i produsert vann vil bli rapportert i henhold til DSA's "Retningslinjer for rapportering av radioaktive stoffer fra petroleumsvirksomheten" [4].

11 Forebyggende tiltak og beredskapstiltak

Den planlagte aktiviteten innebærer ikke fare for akutte utslipp som kan medføre radioaktiv forurensning.

12 Referanser

- [1] Konsekvensutredning for utbygging, anlegg og drift av Hild. Datert 07.12.2011.
- [2] IAF - Radioökologie GmbH, Test report (Analysis of radionuclides). Order number 110905-01, datert 12.09.2012
- [3] Naturally occurring radioactive material (NORM) in North Sea produced water: environmental consequences. Ketil Hylland og Dag Øistein Eriksen på oppdrag for Norsk Olje og Gass, 19.05.2013.
- [4] Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet, Retningslinjer for rapportering av radioaktive stoffer fra petroleumsvirksomheten"