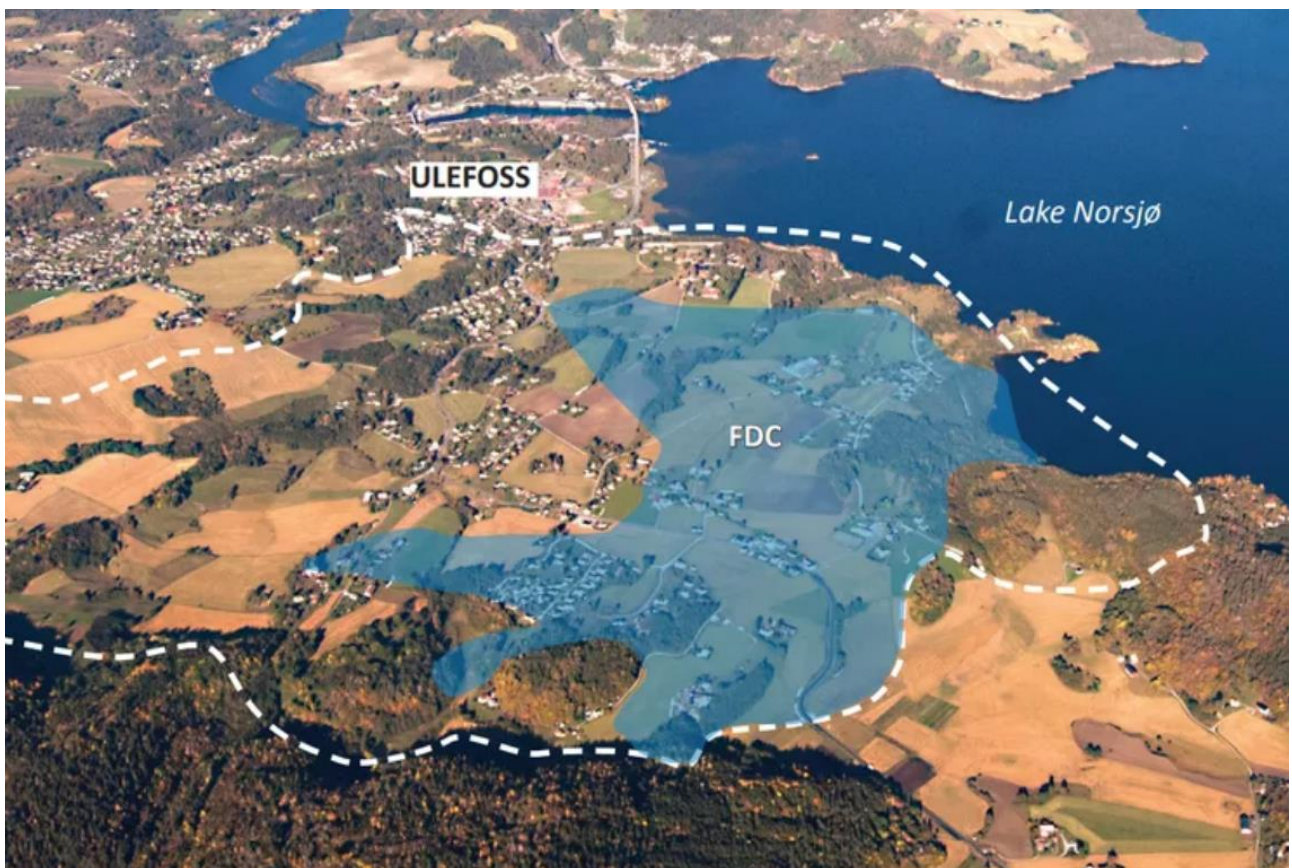


Søknad om tillatelse til radioaktiv forurensning og håndtering av radioaktivt avfall

Prøveuttak i Tuftestollen
Rare Earths Norway AS



Revisjonshistorikk

Rev	Dato	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Godkjent av
00	21.03.2024	Første versjon	Johanna Sjögren og Lars-André Erstad	Alexander Stettin

Vedlegg

Vedlegg 1. Analyseresultat rensset vann fra radionuklider

Vedlegg 2. Beregninger slam

Sweco Norge AS	967032271
Prosjekt	Kommunal planprosess
Prosjektnummer	10236391-001
Kunde	Rare Earths Norway AS
Dato	21.03.2023
Dokumentreferanse	Prøveuttak Tufestollen Rare Earths Norway 21.03.2024

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Opplysninger om foretaket	5
3	Søknaden gjelder	6
4	Historikk og bakgrunn.....	6
5	Beskrivelse av prøveuttak fra Tufstollen	9
	5.1 Uttak av malm	9
	5.2 Avrenning av vann	9
	5.3 Ventilasjon.....	11
	5.4 Mellomlagring.....	11
	5.5 Etter uttak	11
6	Radioaktiv forurensning og forebygging av forurensning.....	11
	6.1 Utslipp til vann	11
	6.1.1 Rensing av vann	11
	6.1.2 Analyseresultat vann fra avrenning i Tufstollen..	12
	6.1.3 Analyseresultat sediment.....	13
	6.2 Utslipp til luft	14
	6.3 Skjerming og sikkerhetsutstyr	15
7	Vurderingsgrunnlag radionuklider	15
	7.1 Beregning av radioaktivitet i vann	16
8	Håndtering av radioaktivt avfall	18
	8.1 Analyseresultat slam fra vannrensing	19
9	Internkontroll.....	19
	9.1 Miljøovervåkning	19
	9.2 Arbeidsmiljø.....	19
10	Konsekvensvurderinger.....	20
	10.1 Konsekvenser for naboer, allmennheten og andre virksomheter i området.....	20
	10.2 Konsekvenser for miljø	21
	10.2.1 Beskrivelse av nærmeste resipient	21
	10.2.2 ERICA Assessment tool – vurdering av økologisk effekt av radioaktiv stråling på resipient.....	22
	10.2.3 Inndata og resultater til ERICA Assessment tool	22
	10.2.4 Vurdering av miljørisiko fra radioaktiv stråling for anleggsdrift.....	23
	10.3 Forebyggende tiltak og beredskapstiltak	25
11	Opplysninger om kompetanse.....	25
12	Referanser	26

1 Innledning

Virksomheter som skal håndtere radioaktivt avfall eller som er ansvarlig for radioaktiv forurensning må søke om tillatelse hos DSA i henhold til § 11 og § 29 i forurensningsloven, jf. § 4 i forskrift 1.11.2010 nr.1394 om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall, og § 16-5 forskrift 1.5.2004 nr. 930 om gjenvinning og behandling av avfall.

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA) kan i medhold av forurensningslovens § 12, kreve ytterligere opplysninger enn de som er beskrevet under, dersom det er nødvendig for behandlingen av saken.

Etter forurensningsforskriftens § 36-3 til § 36-6 skal DSA sørge for at sakens parter og berørte offentlig organer varsles og gis anledning til å uttale seg om søknaden innen en nærmere angitt frist. Dersom avgjørelsen vil få betydning for en ubestemt krets av personer skal forhåndsvarsling skje ved offentlig kunngjøring. Virksomheten bes opplyse om hvem som bør varsles.

Sweco har på oppdrag av Rare Earths Norway (REN) laget en søknad til DSA, hvilken følger under.

2 Opplysninger om foretaket

Navn på virksomhet Rare Earths Norway AS

Foretaksnummer 918 662 049

Adresse Rare Earths Norway AS
c/o Norsk Mineral AS
Eikremsvingen 9
6422 Molde

Internettadresse rareearthsnorway.com

Kontaktperson Trond Watne

Telefonnummer 957 36 723

E-postadresse trond.watne@nomin.no

Organisasjon

Sturla Steinsvik Project Advisor & Chairman of the Board

Trond Watne Chief Geologist

Finn Tore Sylte Business development & Director of the Board

Alf Reistad Head of Communication and Acting CEO

Tore Malo Ødegård CFO

Gaute Magnushommen Geologist

Svetlana Rotaru Project administration

Eirik Bache Stokmo Geologist, project leader

Christian Rainer Technical Advisor

Werner Rehbein Technical advisor

Tor Espen Simonsen Communication Advisor

3 Søknaden gjelder

Søknaden gjelder ny tillatelse for prøveuttak av inntil 6 000 tonn (2 000 m³) malm som inneholder sjeldne jordartselementer (REE) fra under jord, som medfører håndtering av forurensning og avfall. Dette er i pilotskala.

Malmen skal hentes med hjelp av en liten tunnelrigg og hjullaster i en gammel gruvegang. Malmen skal transporteres til et pilotanlegg hvor det skal videreforedles, dette omhandles i separat søknad. Malmen inneholder naturlig strålekilde fra uran og thorium. Håndtering av dette beskrives i søknaden.

Referansenummer DSA fra *Kommentar til høring av søknad om prøveuttak i Tuffestollen på Fen i Nome kommune – Rare Earths Norway AS: 22/01352-2 / 407.*

Møte med DSA, Oslo, 13.11.2023.

4 Historikk og bakgrunn

Rare Earths Norway (REN) ble etablert i 2016 og har to eiere – Hustadlitt AS og Brennebu AS (del av Cappelen Group). Prøveuttaket er lokalisert i Ulefoss, Nome kommune i Vestfold og Telemark (Figur 1).



Senterposisjon: 207156.36, 6616617.01
 Koordinatsystem: EPSG:25833
 Figur 1. Oversiktsbilde over Ulefoss. Kilde: Norgeskart.no

Ulefoss har en lang industri- og gruvehistorie. I nesten 300 år, fra 1657 til 1927, har jernmalm blitt brutt fra den østre delen av det magmatiske Fensfeltet. Det har også blitt brutt niobmalm i Søve gruver, i den vestre delen av Fensfeltet.

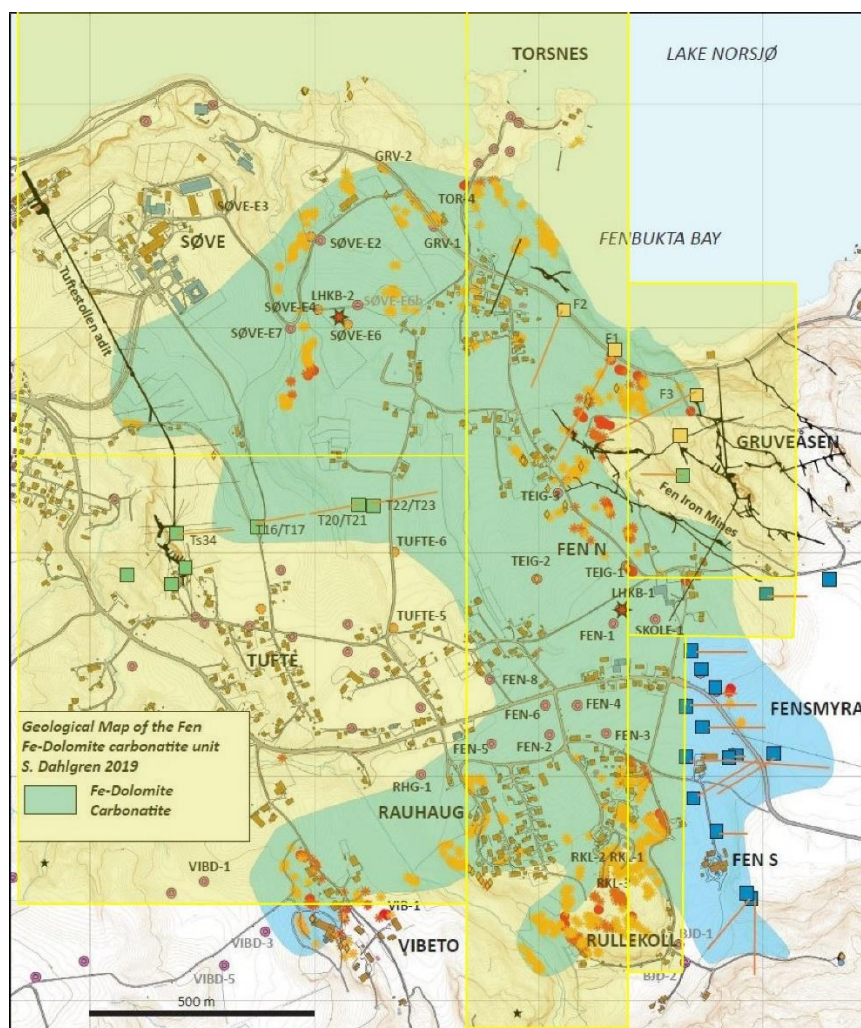
At deler av Fensfeltet er anriktet på sjeldne jordartsmetaller (REE) har vært kjent siden 1955. Flere grupperinger og selskaper har senere gjort undersøkelser,

blant annet NGU/Forskningsgruppe for sjeldne jordarter (1967-1971), Fenco (1980-1985), Fen Minerals, og REE Minerals (2011-).

Regiongeologen i tidligere Buskerud, Telemark og Vestfold fylker har gjennomført et mer omfattende kartleggingsprosjekt (2015-2019) og Norges Geologiske Undersøkelse boret i 2017/2018 to dype hull som viser at mineraliseringene fortsetter mot dypet (> 1 km).

Rare Earths Norway har hatt undersøkelsesretter siden 2016, med første prioritet siden januar 2020.

I 2021 startet REN detaljerte prøveboringer av forekomsten og har nå utvinningsretter som dekker anslagsvis 80-90% av den REE-førende delen av Fensfeltet, se Figur 2.



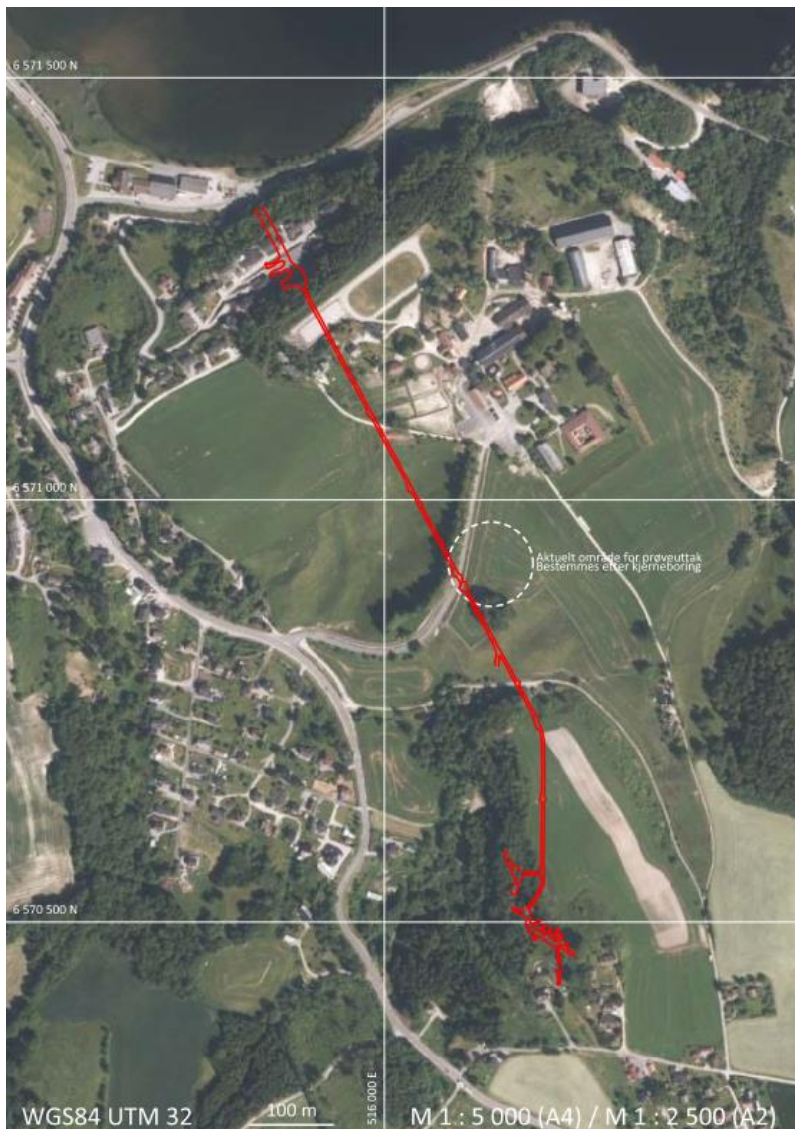
Figur 2. Området i Fensfeltet hvor REN har utvinningsretter vist i gult. Bakgrunnskart fra Dahlgren 2019.

Geokjemiske analyser av kjernene har vist lovende resultater og det er gjennomført vellykkede oppredningsforsøk i mindre skala ved Bergalaboratoriet på NTNU.

Den delen av Fensfeltet som består av jern-dolomitt karbonatitt (rauhaugitt), og som er aktuell for utvinning av sjeldne jordartsmetaller, er i stor grad overdekket

av postglasiale marine sedimenter og består i tillegg av jordbruksland og boligområder. Dette gjør det svært utfordrende å finne områder i dagen som kan egne seg for større prøveuttak. Derfor er det planlagt at prøveuttaket skal skje under jord.

Kartleggingsarbeidet til Regiongeologen har vist at den gamle gruvegangen Tuffestollen (Figur 3), som ble anlagt en gang på 1950-tallet i forbindelse med utvinning av niob, skjærer gjennom utkanten av jern-dolomitt karbonatitten rundt 500 m fra dagen. Gnr/bnr 24/1; 24/126 (kommunekart.com).



Figur 3. Oversiktsbilde av Tuffestollen (rødt) og planlagt område for prøveuttak (vit skravert område).

Tuffestollen er drøyt 1 km lang og har flere strosserom og tverrslag. Innerst (lengst i sør) er det et område som er åpent mot dagen på grunn av en tidligere kollaps i et strosserom. Tuffestollen fremstår som et aktuelt sted for uttak av prøvemateriale, ettersom det ikke vil medføre terrenginngrep i overflaten.

5 Beskrivelse av prøveuttak fra Tufstollen

5.1 Uttak av malm

Før uttaket av malm kan finne sted må stollen spyles, renskes og sikres. Masser fra rensk tenkes plassert i gamle strosserom i sydenden av stollen. Det vil også bli gjennomført kjerneboring fra stollen i det aktuelle området for å bekrefte utbredelsen av mineraliseringen forut for uttaket. Malm skal tas ut gjennom å bruke en liten tunnelrigg for boring av salver, og en liten hjullaster for å bære massene ut til dagen. Derfra transporteres massene på bil til aktuelt lager ved pilotanlegget, dette omhandles i annen søknad.

Totalt uttak er begrenset til 2 000 m³ (6 000 tonn), og vil kunne gjennomføres i flere kampanjer.

5.2 Avrenning av vann

Vann som trenger inn i Tufstollen, enten fra grunnen eller fra området som er åpent mot dagen, drenerer ut av stollen via en drenskum nær inngangen til stollen. Fra den kummen ledes vannet til Norsjø via et utløp som er delvis dykket, se Figur 4. Vannstrømmen ut fra stollen i dag er ca. 5 l/sek, (gjennomsnitt av 13 målinger september 2022-januar 2023), men med noen variasjoner.



Figur 4. Lokalisering av inngang til Tuftestollen og utslippspunkt for avrenning fra stollen. Grønnskavert område er Øra våtmarksområde. Kilde: Multiconsult, 2023.

Prøveuttaket fra Tuftestollen vil kunne påvirke avrenningen fra stollen. Det er planlagt å avskjære avrenningen i stollen oppstrøms alle aktiviteter knyttet til prøveuttaket. Denne avrenningen, som ikke vil være påvirket av prøveuttaket, skal ledes direkte til Norsjø (Multiconsult, 2023).

Vann i stollen nedstrøms denne avskjæringen vil bli påvirket av prøveuttaket mens det pågår. Det vil være spylevann fra boring, og det vil være innstrømmende grunnvann som igjen blir påvirket av aktivitetene nedstrøms avskjæringen. En åpenbar påvirkning i avrenningen nedstrøms prøveuttaket er partikkeltransport. I tillegg til den rent visuelle påvirkningen, kan partiklene inneholde ulike metaller og elementer fra mineraler i berget, noen som kan avgi ioniserende stråling. I tillegg vil avrenningen kunne inneholde rester fra sprengstoff, og det vil kunne oppstå lekkasjer og uhell i forbindelse med bruk av ulike maskiner under prøveuttaket (Multiconsult, 2023).

Både spylevann og vann som renner i stollen nedstrøms avskjæringen, er derfor tenkt ledet til et vannrenseanlegg som fjerner suspendert stoff, olje og radionuklider fra vannet, se avsnitt 6.1.1.

5.3 Ventilasjon

Luften i Tuffestollen inneholder radon. Målte nivåer varierer mellom 4 000 og 5 000 Bq/m³ når dørene til stollen er lukket. Ved åpne dører – og dermed mer gjennomtrekk – synker nivåene til 2 000-3 000 Bq/m³. Siden verdiene er høyere enn retningslinjene fra Arbeidstilsynet (2024) planlegges tiltak med tvungen ventilasjon (dvs. vifter).

5.4 Mellomlagring

Mellomlagring av malm fra Tuffestollen vil skje ved prosessanlegget (pilot) under tak og på tett dekke. Det vil være avrenningskontroll og støvreduserende tiltak om nødvendig. Dette vil bli omhandlet i en separat søknad.

5.5 Etter uttak

Rensing vil foretas når det er aktivitet i Tuffestollen. Etter at uttaket er avsluttet, kan det hende at vannutstrømmingen kan øke noe som en konsekvens av nye bergrom. Det samme gjelder radon. Det er imidlertid vanskelig å anslå effekten, ettersom dette avhenger av oppsprekingsgrad og permeabilitet i bergmassen lokalt. Nye bergrom med tilnærmet samme tverrsnitt vil utgjøre rundt 20% av stollens lengde. En del av avrenningen kommer imidlertid fra strosserommene i syd, ett av disse er åpent mot dagen, andre har svært liten overdekning. Avrenningen fra disse områdene antas derfor å være dominert av tilsig fra overflaten. Et beste gjett er at tiltaket vil kunne øke avrenningen av grunnvann med mellom 10 og 20 %.

6 Radioaktiv forurensning og forebygging av forurensning

Virksomheten kan medføre utslipp til luft og vann. Fast avfall vil samles opp og håndteres på riktig måte. Det er vurdert at forurensning til grunn ikke vil skje. Vannet som slippes til Norsjø vil renses.

6.1 Utslipp til vann

I stollen kommer vann til å bli brukt i forbindelse med boring. Vannet ledes gjennom en renseprosess i flere trinn, og så mye som mulig av vannet resirkuleres. En del av vannet må slippes ut etter rensing ved nåværende utslippspunkt i Norsjø.

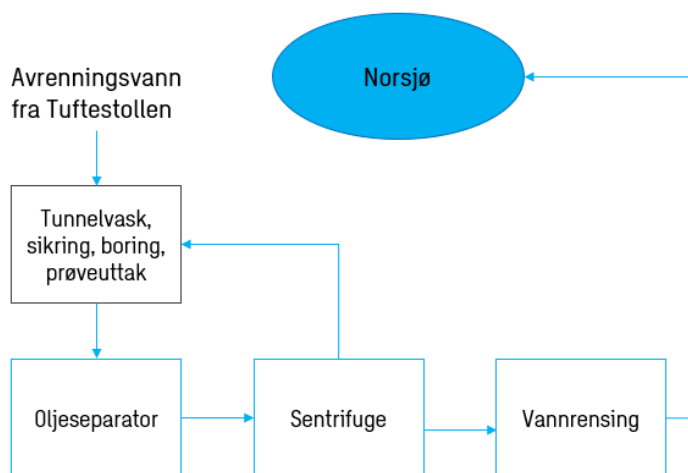
6.1.1 Rensing av vann

For å unngå forurensning kommer vannet til å bli renset i flere rensetrinn før det slippes ut til Norsjø. I så stor grad som mulig vil vannet som brukes i Tuffestollen bli resirkulert, slik at det blir en effektiv bruk av vann og så lite utslipp som mulig. Vannet som slippes ut skal kontrolleres regelmessig ved utslippspunkt.

Vannet ledes først til et sedimentasjonskammer med oljeavskiller, deretter til en dekanteringsentrifuge. Det antas at vannkjemien etter dette vil være tilnærmet lik dagens avrenning med hensyn til metaller/ioner. Deretter ledes vannet til en mobil enhet som skal separere radionuklider fra vannet i større grad gjennom enten selektiv flokkulering og fortykning og/eller ionebytte.

Ved selektiv flokkulering tilsettes polymer sammen med mikrosand slik at radionuklider kan feste seg på partikler i en settlingstank. Det rensede vannet kontrolleres, og hvis det er behov for mer vannrensing kan enda et rensetrinn legges til, som benytter ionebytte. Ionbytte kan også legges til i stedet for flokkulering om dette er mer hensiktsmessig

Etter sentrifugering av vann i Tuffestollen resirkuleres så mye av vannet som mulig tilbake til prosessen, se Figur 5. Det som må slippes ut slippes ut i et utslippspunkt i Norsjø etter at det blitt rensed. Analyseresultat fra rensetester vises i vedlegg 1.



Figur 5. Forenklet prosesskjema over vannrensing i Tuffestollen.

6.1.2 Analyseresultat vann fra avrenning i Tuffestollen

Grunnvann som kommer inn i stollen oppstrøms prøveuttaket ledes direkte til Norsjø uten påvirkning fra tiltaket. Det ble tatt flere prøver av upåvirket avrenning (før tiltak) fra stollen høsten 2022, se Tabell 1 og Tabell 2. Vannstrømmen er målt til ca. 5 l/s, men med variasjoner.

Tabell 1. Analyseresultater for vann fra Tufstollen (IFE, 2023).

Radionuklide	Vannprøve Tufstollen- 2.09.22	Vannprøve Tufstollen- 29.09.22	Vannprøve Tufstollen- 24.10.22	Vannprøve Tufstollen- 17.11.21
	(mBq/L)	(mBq/L)	(mBq/L)	(mBq/L)
²¹⁰ Po	11 ± 16	≤ 40	11 ± 4	≤ 11
²¹⁰ Pb	20 ± 40	20 ± 40	≤ 4	11 ± 11
²²⁸ Th	9,9 ± 1,5	8,6 ± 1,4	32 ± 4	5,4 ± 1
²³⁰ Th	0,7 ± 0,4	1,4 ± 0,6	2,6 ± 0,6	1,9 ± 0,7
²³² Th	0,42 ± 0,26	0,5 ± 0,4	27 ± 4	0,5 ± 0,4
²³⁴ U	1 220 ± 180	1 000 ± 130	1 690 ± 240	1 500 ± 300
²³⁵ U	22 ± 4	20 ± 4	30 ± 5	23 ± 6
²³⁸ U	520 ± 80	430 ± 60	640 ± 90	580 ± 120
²²⁶ Ra	19 ± 8	26 ± 10	23 ± 6	16 ± 7
²²⁸ Ra	*	*	*	*

*²²⁸Ra rapporteres etter inngroing av ²²⁸Th

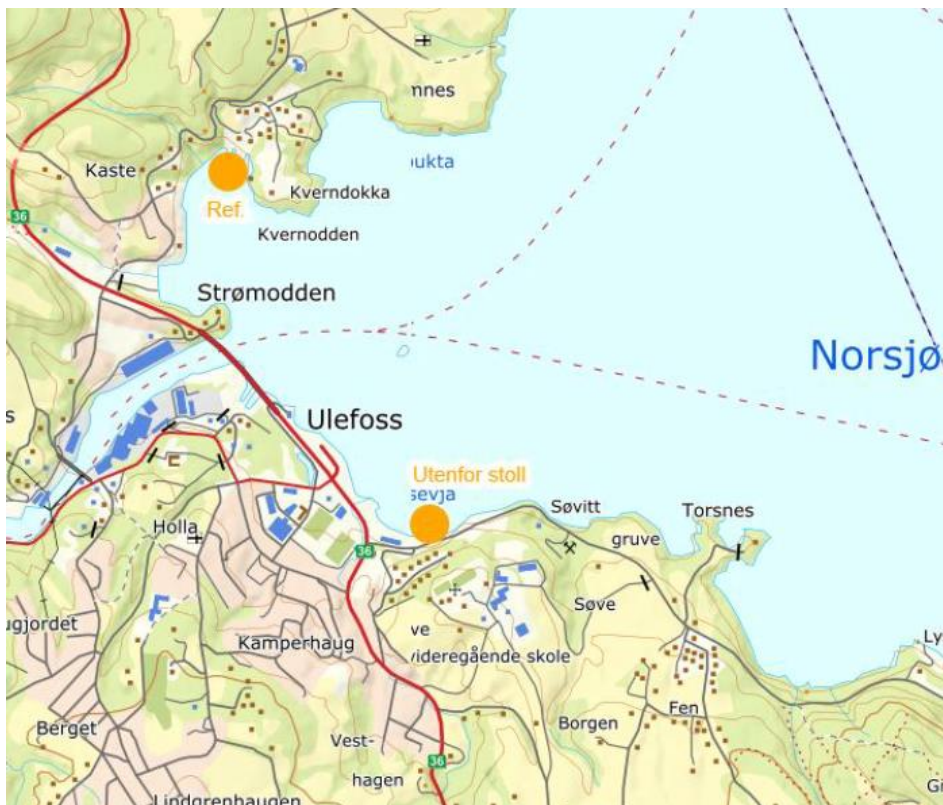
Tabell 2. Spesifikk aktivitet for ²²⁸Ra i avrenningsvann fra Tufstollen (IFE, 2024).

Radionuklide	Vannprøve Tufstollen 02.09.22	Vannprøve Tufstollen 29.09.22	Vannprøve Tufstollen 17.11.21
	(mBq/L)	(mBq/L)	(mBq/L)
²²⁸ Ra	150 ± 50	210 ± 50	200 ± 50

Som vises i Tabell 1 og Tabell 2 finnes det radionuklider i vannet som allerede renner ut av Tufstollen og har gjort det under lang tid (siden 1950-tallet)

6.1.3 Analyseresultat sediment

Det ble tatt sedimentprøver fra to lokaliteter i Norsjø, en 10-20 m utenfor utløpet av dreneringen fra Tufstollen og en fra en antatt upåvirket referansestasjon, se Figur 6.



Figur 6. Lokalisering av prøvetakingspunkter for sedimentprøver. Multiconsult, 2023.

Analyseresultat fra de to prøvene vises i Tabell 3. Det ble også tatt en prøve av substrat fra Tuftestollen. Dette antas å ligne det slam som blir igjen i vannrensprosessen.

Tabell 3. Analyseresultater for sediment fra Norsjø.

Radionuklide	Sediment Ringsevja, utenfor utslippspunkt (Bq/kg)	Sediment Ref punkt (Bq/kg)	Substrat fra Stollen (Bq/kg)
²¹⁰ Po	100 ± 40	300 ± 70	280 ± 80
²¹⁰ Pb	50 ± 18	230 ± 40	230 ± 40
²²⁸ Th	40 ± 4	75 ± 16	419 ± 29
²³⁰ Th	43 ± 11	56 ± 13	90 ± 12
²³² Th	43 ± 11	57 ± 13	290 ± 25
²³⁴ U	160 ± 22	149 ± 22	178 ± 27
²³⁵ U	4,1 ± 1,2	4,4 ± 1,4	4,9 ± 1,4
²³⁸ U	91 ± 13	105 ± 16	145 ± 22
²²⁶ Ra	51 ± 4	76 ± 6	205 ± 13
²²⁸ Ra	58 ± 7	54 ± 8	390 ± 28

6.2 Utslipp til luft

Utslipp til luft vil skje ved Tuftestollen i form av ventilasjon, men det er antatt å ikke være forurenset. Det finnes radon i Tuftestollen i dag og den må ventileres

ut slik at akseptable nivåer i forhold til arbeidsmiljø oppnås (Arbeidstilsynet, 2024). Ved ventilering vil en fortykning av radongassen som kommer ut av Tuffestollen skje.

6.3 Skjerming og sikkerhetsutstyr

I henhold til internkontrollforskriften har arbeidsgiver plikt til å gjennomføre tiltak der arbeidsmiljøet med bakgrunn i kartlegging og risikovurdering ikke er fullt forsvarlig. Valg av tiltak for å redusere radonnivået må vurderes basert på målinger av radioaktivitet i arbeidsområder i stollen. På dette tidspunktet er ikke nivåer for forventet radioaktivitet kjent, målinger må utføres ved oppstart av arbeider og underveis i arbeidene i Tuffestollen.

I byggherrens SHA-plan for prosjektet vil det stilles krav om at entreprenør utfører regelmessige målinger av ventilasjonseffektivitet og luftforurensning i innåndingsluften i arbeidsområder i stollen. Tiltak skal utføres etter behov og i henhold til forskrift om utførelse av arbeid §27-9. I tillegg skal bestemmelser for yrkeseksponering for ioniserende stråling, kapittel IV i Strålevernforskriften etterleves.

Strålevernforskriften angir at virksomheten skal sørge for at all stråleeksponering holdes så lav som praktisk mulig og at dosegrenser beskrevet i strålevernforskriften §32 ikke overskrides. Effektiv dose for yrkeseksponerte arbeidstakere skal ikke overstige 20 mSv per år. Ved yrkeseksponering i kategori A (ref. strålevernforskriften §31 og §33) skal personell systematisk overvåkes med persondosimetri.

Aktuelle tiltak for å redusere konsentrasjonen av radioaktivitet ved arbeider i gruve er ventilasjon, endring av trykkforhold (overtrykksventilasjon) og eventuelt tetting. Der det er vanskelig å redusere radonkonsentrasjonen til lavere nivåer er også redusert oppholdstid og personlig verneutstyr aktuelle tiltak for å redusere eksponeringen. Personlig verneutstyr (maske) kan redusere inhalasjonen av radondatterprodukter, og dermed begrense stråledosen fra radon til lungene.

7 Vurderingsgrunnlag radionuklider

I denne søknaden har vann og suspendert finstoff blitt vurdert som tilførsel i henhold til vedlegg II i *Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall* (Lovdata, 2023) og slam (sediment) har blitt vurdert som material som evt. må deponeres.

Grense for hva som er deponeringspliktig radioaktivt avfall er gitt i vedlegg I bokstav b til *Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall* (Lovdata, 2023). Grensene er gitt per nuklide.

Dersom materialet består av flere ulike radionuklider, kreves tillatelse dersom summen av forholdet mellom spesifikk aktivitet for hver radionuklide og den tilsvarende verdien i tabellen, eller summen av forholdet mellom aktivitet for hver radionuklide og den tilsvarende grenseverdien, er større eller lik 1. Det er virksomhetens forventede, totale avfall i løpet av et år som skal legges til grunn ved virksomhetens vurdering av deponeringsplikten:

$$\sum_k \frac{C_k}{C_{e,k}} \geq 1 \text{ og } \sum_k \frac{A_k}{A_{g,k}} \geq 1$$

C_k = spesifikk aktivitet for radionuklide k og $C_{e,k}$ = grenseverdi for spesifikk aktivitet til radionuklide k , A_k = aktivitet for radionuklide k og $A_{e,k}$ grenseverdi for aktivitet til radionuklide k .

Virksomheter som medfører tilførsel av radioaktive stoffer med en total aktivitet per år, eller spesifikk aktivitet som er større er lik grenseverdiene i vedlegg II i *Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall* (Lovdata, 2023) må alltid ha tillatelse jf. § 3 annet ledd.

Dersom tilførselen består av flere ulike radionuklider, kreves tillatelse dersom summen av forholdet mellom spesifikk aktivitet for hver radionuklide og den tilsvarende verdien i tabellen, eller summen av forholdet mellom aktivitet for hver radionuklide og den tilsvarende grenseverdien, er større eller lik 1:

$$\sum_k \frac{C_k}{C_{e,k}} \geq 1 \text{ eller } \sum_k \frac{A_k}{A_{e,k}} \geq 1$$

Der C_k = spesifikk aktivitet for radionuklide k og $C_{e,k}$ = grenseverdi for spesifikk aktivitet til radionuklide k , A_k = aktivitet for radionuklide k og $A_{e,k}$ grenseverdi for aktivitet til radionuklide k .

7.1 Beregning av radioaktivitet i vann

Gjennomsnittskonsentrasjoner av de forskjellige radionuklidene vises som både mBq/L og Bq/g da det antas at 1 liter vann veier 1 kg, se Tabell 4.

Tabell 4. Gjennomsnittskonsentrasjoner fra de fire målingene.

Gjennomsnittskonsentrasjoner fra fire målingstilfeller		
Radionuklid	mBq/L	Bq/g
Po_210	11,875	1,2E-05
Pb_210	13,25	1,3E-05
Th_228	13,975	1,4E-05
Th_230	1,65	1,7E-06
Th_232	7,105	7,1E-06
U_234	1352,5	1,4E-03
U_235	23,75	2,4E-05
U_238	542,5	5,4E-04
Ra_226	21	2,1E-05

Med en vannstrøm på 5 liter/sek i gjennomsnitt under året og 1 liter = 1 kilogram så renner det ut $1,57 \cdot 10^{11}$ gram ($157\,680\,m^3$) vann ur Tuffestollen per år. For at beregne total aktivitet brukes *Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall, vedlegg II* og ekvasjon (2).

$$\sum_k \frac{A_k}{A_{e,k}} \geq 1 \quad (2)$$

A_k = aktivitet for radionuklide k og $A_{e,k}$ grenseverdi for aktivitet til radionuklide k. I Tabell 5 vises stråling fra vannet som renner ut av Tufstollen per år basert på vannmengde, og grenseverdi for total aktivitet.

Tabell 5. Stråling fra vannet som renner ut av Tufstollen per år basert på vannmengde, og grenseverdi for total aktivitet.

Stråling fra vannet som renner ut av Tufstollen per år og grenseverdi for total aktivitet		
Radionuklid	Bq	Grenseverdi Bq/år
Po_210	1,87E+06	1 000
Pb_210	2,09E+06	1 000
Th_228	2,20E+06	1 000
Th_230	2,60E+05	1 000
Th_232	1,12E+06	100
U_234	2,13E+08	1 000
U_235	3,74E+06	1 000
U_238	8,55E+07	1 000
Ra_226	3,31E+06	1 000

Summert etter ekvasjon (1) for total aktivitet blir det $3,25 \cdot 10^5$. Den spesifikke aktiviteten beregnes med ekvasjon (3), også fra *Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall, vedlegg II*.

$$\sum_k \frac{C_k}{C_{e,k}} \geq 1 \quad (3)$$

Der C_k = spesifikk aktivitet for radionuklide k og $C_{e,k}$ = grenseverdi for spesifikk aktivitet til radionuklide k. Den spesifikke aktiviteten har blitt beregnet med følgende data, se Tabell 6.

Tabell 6. Konsentrasjon og grenseverdi for spesifikk aktivitet.

Konsentrasjon og grenseverdi for spesifikk aktivitet		
Radionuklid	Bq/g	Grenseverdi Bq/g
Po_210	1,19E-05	1
Pb_210	1,33E-05	1
Th_228	1,40E-05	0,1
Th_230	1,65E-06	0,1
Th_232	7,11E-06	0,1
U_234	1,35E-03	1
U_235	2,38E-05	1
U_238	5,43E-04	1
Ra_226	2,10E-05	1

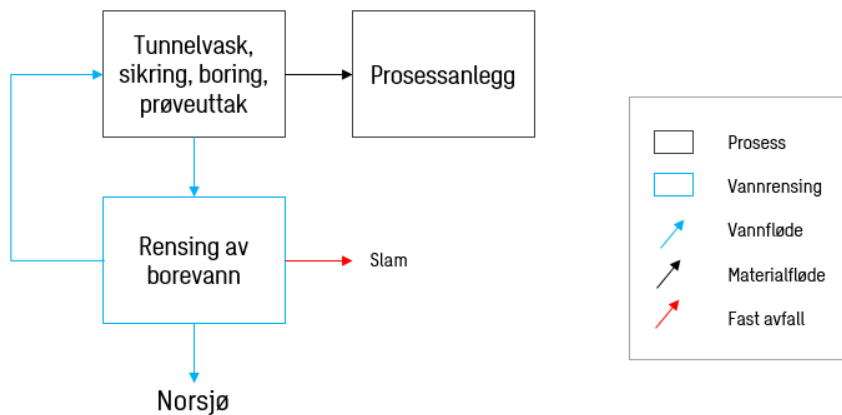
Summert etter formel (3) for spesifikk aktivitet er resultatet **0,0022**.

Oppsummert innebærer dette at siden totale aktiviteten er over 1, se ekvasjon (1), må en søknad om tillatelse til radioaktiv forurensning og håndtering av radioaktivt avfall utarbeides og sendes til DSA (dette dokument). I dette tilfelle er det grunnet at volumet vann er stort og innebærer at den totale aktiviteten blir mer enn 1 selv om den spesifikke aktiviteten er langt under 1. Merk også at beregningen er gjort på vann som renner ut av Tufstollen i dag, før prøveuttak og uten vannrensing.

8 Håndtering av radioaktivt avfall

For at ikke forurense grunnen med radioaktive stoffer kommer fast avfall fra vannrensingen å prøvetas slik at det håndteres på riktig måte og går til godkjent deponi. Analysering kan være med håndholdt instrument, for eksempel XRF, som kalibreres mot labbresultater. Avfallet fra Tufstollen kommer til å være fast, men fuktig, og er samlet opp i vannrenseanlegget. Det dreier seg om noen få tonn, ca. 8-12 tonn mest sannsynlig. Avfallet kan oppbevares i for eksempel big bags inne i Tufstollen og siden transporteres til godkjent deponi, etter prøvetaking.

De forskjellige avfallsstrømmene vises i et forenklet prosesskjema i Figur 7.



Figur 7. Forenklet prosesskjema med avfall og vann.

Malm fra Tuffestollen transporteres til prosessanlegget. Dette omhandles i separat søknad.

8.1 Analyseresultat slam fra vannrensing

Det er målt totalhalter av uran og thorium i slam fra vannrenseforsøk med vann fra Tuffestollen. Dette kan regnes om som radioaktivitet. Se vedlegg 2 for analyseresultat og beregninger.

9 Internkontroll

Uttaket fra Tuffestollen vil bli gjennomført av en entreprenør. Denne er ikke opphandlet enda. REN har et overordnet ansvar for at arbeidsmiljølovens bestemmelser følges opp.

9.1 Miljøovervåkning

REN følger myndighetenes krav og veiledninger med henblikk på prøvetaking av produsert vann og faste stoffer og analyse og rapportering av disse og et miljøovervåkningsprogram skal utarbeides før uttak av malm i Tuffestollen starter.

Miljøovervåkningsprogrammet har flere hensikter, blant annet at det finnes mye å lære av pilotprosjektet da man kan kjøre kampanjer og raskt stoppe og ta litt ekstra prøver hvis det trengs.

9.2 Arbeidsmiljø

Det er indentifisert to risikokilder gjeldende stråling; radon og stråling fra malmen.

Før oppstart av arbeidene og underveis i arbeidet i Tuffestollen skal det utføres målinger av luftkvalitet. Både støv, avgasser etter sprengningsarbeider og radonnivå skal måles av entreprenør. Arbeidet etter sprengning gjenopptas etter ventilasjonspause, evt. når luftmålinger viser akseptabelt nivå. Måling av radon skal gjøres med aktiv målemetode som er direktevisende, slik at det kan registreres hvordan radonkonsentrasjonen endrer seg over tid.

Aktive måleinstrumenter har kortere responstid enn passive og kan blant annet benyttes for å se effekten av ventilasjon eller om miljøet i tunnelen endrer seg. Dersom arbeidsplassen klassifiseres som kontrollert eller overvåket område etter Strålevernforskriften § 30, skal yrkeseksponerte i kategori A/kontrollert område overvåkes med persondosimetri. I overvåket område/kategori B skal virksomheten sørge for at yrkeseksponerte får sin dose fastlagt – se bestemmelser i Strålevernforskriften § 33.

Ved arbeider i Tuffestollen kommer de som er der at ha tilstrekkelig og godkjent verneutstyr slik at eksponeringsrisiken minimeres.

10 Konsekvensvurderinger

I dette avsnitt gis et sammendrag av konsekvensvurderinger av virksomheter.

10.1 Konsekvenser for naboer, allmennheten og andre virksomheter i området

Avstanden til nærmeste bolig fra Tuffestollen er ca. 50 m sør for åpningen ved Norsjø (og 30 m høyere). Nærmeste næringsvirksomhet ligger ca. 60 m nordvest for åpningen til Tuffestollen. I perioden for prøveuttaket vil det bli noe mer tung trafikk mellom Tuffestollen og prosessanlegget. Dette vil kun skje hverdager under arbeidstid og vil bli begrenset til en kort periode slik at påvirkningen på allmenheten blir mye begrenset.

Uttaksområdet og utførselsvei ligger under grunnen, strekker seg over flere eiendomsgrenser og omfattes av følgende plangrunnlag på bakkenivå, se Tabell 7.

Tabell 7. Eiendommer som ligger ovenfor Tuffestollen.

Eiendom	Plan	Formål
24/1 (område for uttak)	Kommuneplan for Nome 2020-2030.	LNFR
24/1	Kommuneplan for Nome 2020-2030.	Offentlig og privat tjenesteyting
24/149	Bakkehamna/Kannada - Endring	Boliger
24/1	Kommuneplan for Nome 2020-2030.	Idrettsanlegg
24/126	Bakkehamna/Kannada	Offentlig friområde
24/136	Bakkehamna/Kannada	Boliger
24/137	Bakkehamna/Kannada	Boliger
0/0	Bakkehamna/Kannada	Kjørevei
24/132	Bakkehamna/Kannada	Boliger

Det er målt radon i Tuffestollen. Radon er en tung gass og vil fortynnes i friluft når den ventileres ut. Derfor er det vurdert at den ikke kommer til å påvirke

boligene som ligger høyere enn inngangen til Tuffestollen eller næringsvirksomheten utenfor.

10.2 Konsekvenser for miljø

Konsekvenser for miljø er for dette tiltaket til største del påvirkning på resipienten.

10.2.1 Beskrivelse av nærmeste resipient

Nærmeste resipient til Tuffestollen er Norsjø. Norsjø er drikkevannskilde for Nome og Skien kommune, med et volum på ca. 5,1 km³. Innsjøen tilhører Telemarksvassdraget og er registrert i Vann-nett.no med Vannforekomst-ID 016-6-L som «svært stor, kalkfattig, klar». Den er klassifisert med økologisk tilstand «god» (høy presisjon) og kjemisk tilstand «dårlig» (middels presisjon) og med risiko for å ikke oppnå god miljøtilstand.

Den største påvirkningen på Norsjø kommer fra «diffus avrenning fra fulldyrket mark».

Utslippspunktet for vann fra gruva vil være direkte utenfor inngangen til Tuffestollen, se Figur 8.



Figur 8. Kart som viser Tuffestollens plassering, samt utslippspunkt fra gruvegang i relasjon til Øra våtmarksområde. Kilde: Miljøstatus/Norgeskart.

Utslppsområdet ligger innenfor Øra våtmarksområde, som er registrert som en svært viktig naturtype og er regulert med hensynssone i kommuneplanen. Området er et deltaområde og oppholdsområde for storørret og et viktig område for fugl.

Tidlig på 1900-tallet var våtmarksområdet Øra et stort deltaområde, der Eidselva munner ut. Øra har siden blitt fylt ut i mer enn hundre år og blitt brukt som søppelplass for Ulefoss (Skienvassdrager, 2022).

10.2.2 ERICA Assessment tool – vurdering av økologisk effekt av radioaktiv stråling på resipient

Det er gjennomført en miljørisikovurdering av utslipp av radioaktive stoffer og påvirkningen dette kan ha på biota i nærhet til anleggsarbeidet og utslippspunktene. For å vurdere konsekvens av radioaktivt opptak i biota er beregningsverktøyet ERICA Assessment tool benyttet.

ERICA Assessment Tool er et verktøy som beregner den økologiske effekten av radioaktiv stråling i terrestrisk, ferskvanns- og marint miljø. Verktøyet beregner transporten av radionuklider i miljøet, estimerer doser til biota fra intern og ekstern distribusjon av radionuklider og klassifiserer doseratene som organismene mottar som enten neglisjerbar, potensiell bekymring eller bekymringsverdig.

I beregningsverktøyet er vurderingen delt inn i tre nivåer hvor nivå 1 er en konservativ tilnærming hvor man trenger lite input-data. Ved nivå 1 benytter programvaren den oppgitte aktiviteten til aktuelle isotoper og sammenligner med den mest utsatte referanseorganismen. Dersom nivå 1 viser at strålingen kan ha en negativ effekt på biota er det nødvendig å gå videre til nivå 2 og eventuelt nivå 3. Dette er mer stedsspesifikke risikovurderinger som trenger mer input-data.

10.2.3 Inndata og resultater til ERICA Assessment tool

Analyseresultater fra vannet som renner ut av Tufstollen ved fire tidspunkter er vist i Tabell 1 og Tabell 2 i avsnitt 6.1.2.

For å kunne beregne påvirkningen på det akvatiske livet i området kring utslippspunktet har en fortynningsfaktor blitt beregnet. Et begrenset område som er antatt til 10 x 10 m og som har et gjennomsnitts dybde på 2 m er teoretisk målt ut. Dette blir 200 m³.

Den nærmeste målte vannføringen fra Eidselva er Hogga dam, ca. 167 km oppstrøms for Norsjø. Der er medianvannføringen for det seneste året 7,54 m³/sek. Ut ifra det teoretiske volumet ved utslippspunktet tar det ca. 26,5 sekunder for dette vannet at bli byttet ut.

Det renner ut ca. 5 liter per sekund fra Tufstollen, og på 26,5 sekunder har det kommet ut 132,6 liter vann fra Tufstollen. Dette medfører at fortynningsfaktoren er 1508, og dermed skal mediananalyseresultatene i Tabell 1 og Tabell 2 divideres med 1580 for at inkludere fortykning og dermed beregne risikoen for et større område enn bare rett ved utslippspunktet. De verdier for var eneste radionuklide som bruktes i ERICA Assessment tool vises i Tabell 8.

Tabell 8. Beregnede verdier fra vannprøver som tar hensyn til fortynningsfaktor samt analyseresultater fra sedimentprøver ved utslippspunktet som har blitt lagt in i ERICA Assessment tool.

Radionuklide	Median analyseresultat vann (Bq/L)	Analyseresultat sediment utenfor utslippspunkt (Bq/kg)
	Inkl. fortynningsfaktor	
Po_210	7,29E-06	100
Pb_210	1,03E-05	50
Th_228	6,13E-06	40
Th_230	1,09E-06	43
Th_232	3,32E-07	43
U_234	9,02E-04	160
U_235	1,49E-05	4,1
U_238	3,65E-04	91
Ra_226	1,39E-05	51
Ra_228	1,33E-04	58

Resultatet fra ERICA Assessment tool etter nivå 1 vises i Tabell 9. Resultatet viser at risikoen for negativ påvirkning på planter og dyreliv er lav. Det er derfor ikke gjort videre vurderinger i nivå 2 eller 3.

Tabell 9. Beregnet relativ risiko for de analyserte radionuklidene som renner ut av Tufstollen i dag til Norsjø.

Isotoper	Relativ risiko	Begrensende referanseorganisme
Po_210	1,17E-01	Insect larvae
Pb_210	1,68E-03	Insect larvae
Th_228	3,67E-02	Vascular plant
Th_230	5,89E-03	Vascular plant
Th_232	5,29E-03	Vascular plant
U_234	2,66E-02	Insect larvae
U_235	6,34E-04	Insect larvae
U_238	1,35E-02	Insect larvae
Ra_226	3,16E-01	Insect larvae
Ra_228	7,78E-02	Insect larvae

10.2.4 Vurdering av miljørisiko fra radioaktiv stråling for anleggsdrift

Akseptkriterier og risikomatrix for utslipp av radioaktive stoffer fra Tufstollen i denne vurderingen er det benyttet en 5-delt skala for gradering av sannsynlighet og konsekvenser knyttet til ulike hendelser. Resulterende risiko er inndelt i tre kategorier – lav – middels – høy og illustrert ved bruk av en

risikomatrix se tabell 1 og tabell 2 for sannsynlighetskategorier, konsekvenskategorier og tiltaksklasser.

Følgende kategorisering av sannsynlighet og konsekvens er benyttet, se Tabell 10 og Tabell 11.

Tabell 10. Kategorisering av sannsynlighet.

Kategorisering av sannsynlighet		
Sannsynlighet		Beskrivelse
1	Meget liten	Vil kunne skje under helt spesielle omstendigheter. Uvanlig hendelse som vanskelig kan forutses. Vil i teorien kunne skje i prosjektperioden.
2	Lite	Vil kunne skje under sjeldne omstendigheter. Forholdet er kjent i bransjen. Vil kunne skje under uheldige omstendigheter i prosjektperioden hvis man ikke har fokus på det.
3	Moderat	Vil kunne skje under flere omstendigheter. Forholdet er godt kjent i bransjen. Vil kunne skje av og til i prosjektperioden hvis man ikke har fokus på det.
4	Stor	Vil kunne skje under mange omstendigheter. Forholdet er godt kjent i bransjen. Vil kunne skje flere ganger i prosjektperioden dersom man ikke har fokus på det.
5	Svært stor	Vil kunne skje under svært mange omstendigheter.

Tabell 11. kategorisering av konsekvens for ytre miljø og eksempel for utslipp til jord og vann.

Kategorisering av konsekvens for ytre miljø og eksempel for utslipp til jord og vann			
Konsekvens		Beskrivelse	
1	Ubetydelig	Gjenoppretting av miljøforstyrrelse < 1 måned.	Små miljøskader. Ikke registrerbart i resipient.
2	Lav	Gjenoppretting av miljøforstyrrelse < 1 år.	Miljøskader. Registrerbar skade, som krever restaureringstid <1 år etter at opprydningstiltak er utført.
3	Moderat	Gjenoppretting av miljøforstyrrelse 1 - 3 år.	Betydelige miljøskader. Krever restaureringstid 1-3 år etter at opprydningstiltak er utført.
4	Alvorlig	Gjenoppretting av miljøforstyrrelse 3 - 10 år.	Alvorlige og langvarige miljøskader. Lokale konsekvenser med
5	Svært alvorlig	Gjenoppretting av miljøforstyrrelse > 10 år.	Svært alvorlige og langvarige miljøskader. Regionale og lokale konsekvenser med restaureringstid >10 år

Det er foretatt en enkel kvalitativ vurdering av sannsynlighet og konsekvens før tiltak. Risikoene er vist i Tabell 12.

Tabell 12. Kvalitativ vurdering av sannsynlighet og konsekvens før tiltak.

		Konsekvens				
		1. Ubetydelig	2. lav	3. Moderat	4. Alvorlig	5. Svært alvorlig
Sannsynlighet	1. Meget liten					
	2. Liten		Utslipp av urensset vann og partikler fra prøveuttaket			
	3. Moderat					
	4. Stor					
	5. Svært stor					

Som vises i Tabell 12 er den identifiserte risikoen utslipp av urensset vann og partikler fra prøveuttaket til Norsjø vurdert til lav.

10.3 Forebyggende tiltak og beredskapstiltak

Renseanlegget som skal benyttes i Tufstollen vil ha jevnlig oppsikt og hvis det skjer noe så stoppes renseanlegget og aktiviteten i tunellen. Reservepumpe og reservekontainer vil være på plass for å ha kapasitet til å lagre ekstra vannmengde. Prøver vil tas jevnlig på vannet for å sikkerstille god rensegrad.

11 Opplysninger om kompetanse

REN har egen stråvernskoordinator (Trond Watne, med faglig støtte av IFE) som er kjent med kravene i stråvernforskriften, avfallsforskriften og gjeldende lover og regler for arbeid med radioaktivitet. Stråvernskoordinator har følgende kurser:

- Kurs i stråvern og avfallsbehandling for norm (22-23/1 2020, kursholder IFE)
- Brukerkurs – åpne radioaktive kilder (31/1-2/2 2022, kursholder Radipro AS)

Før arbeider begynner i Tufstollen kommer kompetansen for de som skal arbeide der at sikkerstilles med tanke på radon og helserisikoer.

12 Referanser

Arbeidstilsynet, 2024. Elektronisk. Hentet:

<https://www.arbeidstilsynet.no/tema/straling/radon/radon-under-jord/> 20.02.2024

IFE, 2023. *Institutt for energiteknikk.* Vurdering av radioaktive stoffer fra vann og sediment fra Tuffestollen. Datert 24.02.2023

IFE, 2023. Resultater på analyse av ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{228}Th , ^{230}Th , ^{232}Th , ^{234}U , ^{235}U og ^{238}U i vann- og sedimentprøver. Datert 12.05.2023

Lovdata, 2023. Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall. FOR-2010-11-01-1394

Multiconsult, 2023. Oppsummering av førkartleggingen av avrenningen fra Tuffestollen. Datert 13.03.2023.

Skienvassdraget, 2022. Våtmarksområdet på Øra. Elektronisk. Hentet: <https://skienwassdraget.no/turer/geologi-stien-pa-ulefoss/vatmarksområdet-pa-ora> 13.12.2023.