

Søknad om tillatelse til radioaktiv forurensing

Oppdragsnavn	D411 Direkte avrop - E6 Taraldrud, fjerning av alunskifer byggeplan - Miljø
Prosjekt nr.	1350059257-003
Søker	Statens Vegvesen (SVV)
Dato	03.07.2026
Dokument type	Søknad
Versjon	01
Til	Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA)
Fra	Rambøll Norge AS
Utført av	Lameck Omondi Omolo
Kontrollert av	Anikó H. Øverby, Geir-André Thorstensen og Martin Liungman
Godkjent av	Ingard Jensen

Formål

På bakgrunn av at arbeid i syredannende berg/alunskifer kan medføre en overskridelse av grenseverdi for total aktivitet per år, iht. Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensing og radioaktivt avfall i Vedlegg II, er det utarbeidet en søknad om tillatelse til utslipp av mulig radioaktiv forurensing og håndtering av radioaktivt avfall i forbindelse med anleggsarbeider som skal utføres på Taraldrud i Nordre Follo kommune.

Søknaden omfatter vurdering av tre hovedtema:

- Dagens aktivitetsnivå i massene innenfor tiltaksområdet, basert på undersøkelser gjennomført av Bioforsk (2007-2012), Cowi (2020), og NGI (2015-2021).
- Forventet utlekking og planlagt håndtering av anleggsvann i forbindelse med gjennomføring av tiltak på området.
- Beregnet utlekking fra massene etter gjennomførte tiltak, inkludert risiko for spredning av radioaktive og metallholdige stoffer.

Sammendrag

I forbindelse med tiltak knyttet til håndtering av alunskifer ved Taraldrud på Sofiemyr i Nordre Follo kommune, er Rambøll Norge AS engasjert av Statens vegvesen (SVV) til å utarbeide en søknad til Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA), for vurdering av aktivitetsnivå, utslipp av radionuklider i tiltaksfasen og beregnet utlekking av radionuklider etter gjennomført tiltak.

Søknaden er utarbeidet etter mal fra DSA, som er forurensningsmyndighet i forbindelse med stråling og radioaktiv forurensning i miljøet.

Dagens aktivitetsnivå

Beregnet spesifikk aktivitet i massene er lavere enn grensene gitt i forskriften for alle nuklidene.

Spesifikk aktivitet (Bq/g) er heller ikke overskredet for hver av de vurderte isotopene; ^{238}U (U-nat), ^{235}U , ^{232}Th (Th-nat) og ^{40}K .

Beregnet totale mengder uran, thorium og ^{40}K i svartskifermassene ved Taraldrud i Nordre Follo kommune.

Radionuklide	Mengde svartskifer (g)	Spesifikk aktivitet (Bq/g)	Total aktivitet (Bq)	Total aktivitet (GBq)	Grenseverdi (Bq/g, vedlegg II)
Uran	36000000000	0,73	2,64E+10	26,43	1
Thorium		0,04	1,43E+09	1,43	0,1
^{40}K		1,11	4,00E+10	40,0	10
SUM			6,78E+10	67,8	

Anleggsfase

Det er foreslått grenseverdier i tiltaksperioden for uran og thorium på hhv. 30 µg/l og 0,5 µg/l i anleggsvann som slippes ut til Snipetjernsbekken.

Beregninger av aktivitet viser at grenseverdi for spesifikk aktivitet ikke overskrides, men grenseverdien for total aktivitet overskrides. Det søkes derfor om tillatelse til utslipp av maksimum 13,8MBq naturlig forekommende uran per år i perioden med arbeider i åpen byggegrop.

Utslipp det søkes tillatelse for, per år:

Nuklide	Spesifikk aktivitet		Total aktivitet	
	Beregnet aktivitet (Bq/g)	Grenseverdi (Bq/g)	Beregnet total aktivitet (Bq/år)	Grenseverdi (Bq/år)
U-nat	0,0008	0,1	13,8E+06	100

Utlekking etter tiltak

I bekken oppstrøms tiltaksområdet er uran-konsentrasjonen i gjennomsnitt 2,6 µg/l. Det er utført prøvetaking av vann i bekken fra åtte punkter mellom november 2024 og august 2025. Prøvene ble analysert både som filtrert og oppsluttet, og resultatene viser konsentrasjoner av uran som varierte mellom 1,1 og 14 µg/L. Undersøkelser i 2020 og 2023 av vann i de eksisterende rensedammene viste uran-konsentrasjoner på 50-750 µg/l, men målingene fra 2024-2025 viser på 1,6-11 µg/l uran.

Rensedammen er forventet å redusere utslipp av både partikulært bundne radionuklider (sedimentasjon) og radionuklider løst i vann [1]. Den skal sikre helårs rensing av sigevann fra alunskiferfyllingen i nord, slik at spredning av sur avrenning, metaller og eventuelle radioaktive stoffer til Snipetjernbekken reduseres i tråd med myndighetspålegg og tiltaksplan.

Rensedammen er estimert å ha en renseeffekt for uran på ≈88% ved nøytral pH (7) og 70% ved lavere pH (<7). Rensedammen vil ha en betydelig effekt på faktiske utslipp til Snipetjernbekken, men dette er avhengig av at rensedammen driftes og vedlikeholdes som prosjektert.

Denne søknaden er basert på beregnede tall og mengder, og selv om grunnlaget er godt vil det fortsatt være en usikkerhet knyttet til mengde bergmasser, og særlig til mengder/konsentrasjoner i anleggsvann.

Utslipp og håndtering av anleggsvann vil ikke ha konsekvenser for naboer eller virksomheter i nærheten. Miljørisikovurdering av radioaktiv stråling fra anleggsdriften viser at tiltaket kan gjennomføres med akseptabel risiko for det ytre miljøet.

Innhold

1	Opplysninger om foretaket	5
1.1	Beskrivelse av området og virksomheten, jf. § 36-2 i forurensingsforskriften	5
1.2	Relevante dokumenter	8
1.3	Opplysninger om kompetanse	9
1.4	Opplysninger om skjerming og sikkerhetsutstyr	9
1.5	Opplysninger om internkontroll og HMS	9
2	Opplysninger om radioaktiv forurensing og forebygging av forurensing	10
2.1	Totalkemiske analyser	10
2.2	Syredannende potensial	11
2.3	Grunnlag for beregninger av aktivitet	13
2.4	Beregning av aktivitet i massene	14
2.5	Beregning av aktivitet i utslipp av rensset anleggsvann	17
2.5.1	Vurdering av grenseverdier for thorium og uran i anleggsvann	17
2.5.2	Beregning av aktivitet (Bq/g)	18
2.6	Beregning av aktivitet i utlekking etter tiltak	20
2.6.1	Vannkvalitet før oppstart av grunnarbeider	20
3	Opplysninger om håndtering av alunskifer og masser som potensielt radioaktive - tiltak mot spredning	22
3.1	Generelt	22
3.2	Vannhåndtering	22
3.3	Etablering av renseanlegg	23
4	Opplysninger om arbeidsmiljø	24
5	Miljøriskovurdering av utslipp av radioaktive stoffer	25
5.1	Vurdering av miljørisiko fra radioaktiv stråling fra anleggsdrift	25
5.1.1	Akseptkriterier og risikomatrix for utslipp av radioaktive stoffer fra anleggsområdet	25
5.1.2	Vurdering av miljørisiko ved anleggsdrift	27
6	Opplysninger om miljøovervåking	29
6.1	Naboer og allmennheten	29
6.2	Miljø	29
7	Opplysninger om forebyggende tiltak og beredskapstiltak for tiltaksgjennomføringen	30
8	Referanser	31
	Vedlegg	32

1 Opplysninger om foretaket

Navn på virksomhet	Statens vegvesen		
Foretaksnummer	971032081		
Besøksadresse:	Innspurten 11C, 0663 Oslo		
Epost	firmapost@vegvesen.no		
Kontaktpersoner			
Rolle	Navn	Telefon	e-post
Prosjektsjef	Thorstein Hymer	405 53 426	thorstein.hymer@vegvesen.no
Søknadsansvarlig	Lameck Omondi Omolo	970 61 485	lameck.omolo@ramboll.no
Søknad gjelder	Ny tillatelse		

1.1 Beskrivelse av området og virksomheten, jf. § 36-2 i forurensingsforskriften

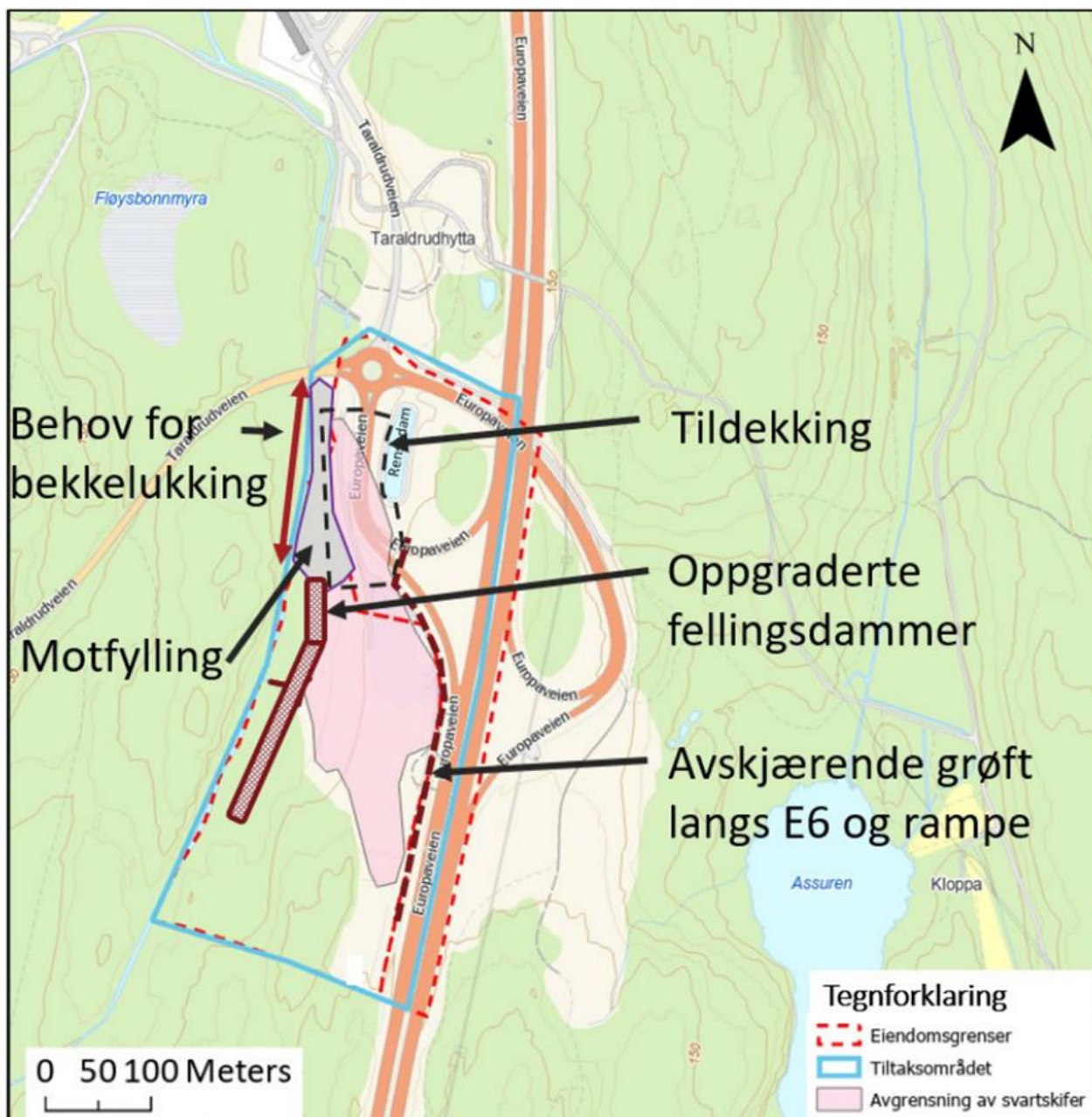
Ved Taraldrudkrysset på E6 i Nordre Follo kommune er det gjennom en rekke undersøkelser påvist fyllmasser forurenset av alunskifer. Det er estimert at de deponerte skifermassene utgjør et volum på omtrent 50 100 m³. Skiferen er delvis dekket av inerte masser med varierende tykkelse. Noe av skiferen ligger under påkjøringsrampa til E6, som er viktig for å sikre fremkommeligheten til Politiets nasjonale beredskapssenter, lokalisert omtrent 600 meter nord for tiltaksområdet. I 2006 ble det avdekket sur avrenning med forhøyede konsentrasjoner av tungmetaller, inkludert uran, i Snipetjernbekken, som er nærmeste resipient til de deponerte skifermassene. For å hindre spredning av forurensning, ble det i 2008 etablert fellingsdammer parallelt med Snipetjernbekken.

Statens vegvesen (SVV) er eier av eiendommen på gnr./bnr. 3020-157/2 og Åsland Næringspark Eiendom AS (ÅNE) er eier av eiendommen gnr./bnr. 3020-105/4 på Taraldrud. De to eiendommene er registrert i grunnforurensingsdatabasen til Miljødirektoratet som **lokalitet 432**, med lokalitetstype deponi og påvirkningsgrad 3, ikke akseptabel forurensning og behov for tiltak. Det aktuelle arealet hvor det antas å være forurenset grunn er estimert til 39 000 m², og er vist med rosa farge i Figur 1.

Totalt volum svartskifer på området er beregnet til 50 100 m³, der 32 199 m³ ligger på gnr./bnr. 105/4 hvor ÅNE er grunneier, og 18 000 m³ ligger på gnr./bnr. 157/2 hvor SVV er grunneier. Massene på eiendommen til ÅNE (**delområde sør**) anslås å tilsvare 64 200 tonn svartskifer, og tilsvarende for SVV (**delområde nord**) er 36 000 tonn svartskifer [2]. Skiferen er delvis dekket av inerte masser med varierende tykkelse.

I løpet av det siste tiåret har SVV og ÅNE utarbeidet flere risikovurderinger og tiltaksplaner relatert til håndteringen av skifermassene på Taraldrud. I desember 2023 mottok SVV og ÅNE et pålegg fra Miljødirektoratet og DSA om å gjennomføre tiltak i forurenset grunn på Taraldrud [3]. Pålegget krever ikke fjerning av alunskiferen, da de etablerte fellingsdammene har vist seg å være tilstrekkelig effektive til å begrense spredningen av forurensning. Det konkluderes med at etablering og vedlikehold av fellingsdammer (Figur 3), i tillegg til begrensning av vanngjennomstrømning gjennom de syredannende massene, er tilstrekkelige tiltak for å hindre spredning av forurensning.

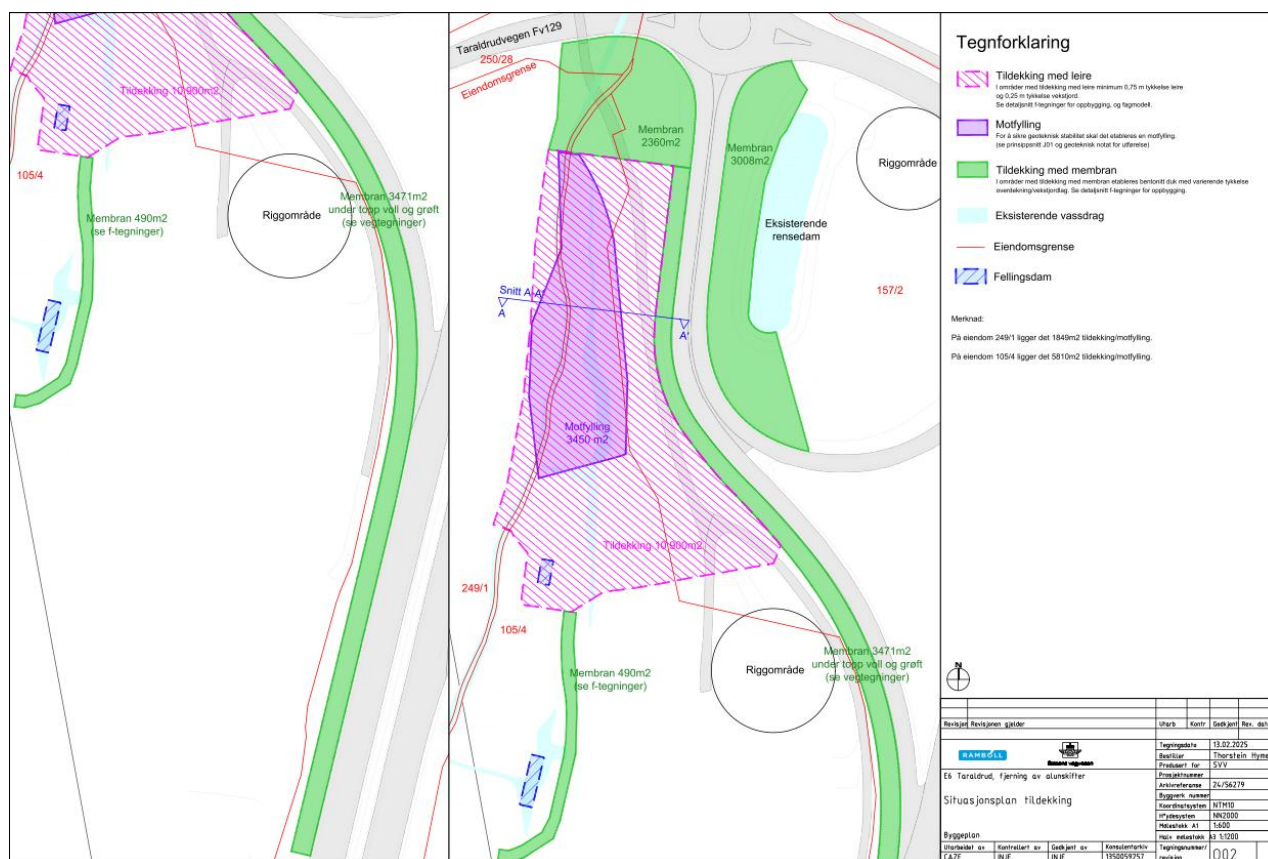
For å tilfredsstille kravene fra Miljødirektoratet og Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA), befinner prosjektet seg i designfasen der vi planlegger de nødvendige tiltakene. Status for tiltakene i forhold til Markaloven og relevante planmyndigheter er foreløpig ikke fullt ut avklart. Rambøll anbefaler bekkelukking fordi det sikrer geoteknisk stabilitet, begrenser vanngjennomstrømning, minimerer forurensning, og gir langvarig holdbarhet. Bekkelukkingen vurderes også positivt for miljøgeologi, hydrogeologi, naturmangfold og drikkevann.



Figur 1. Oversiktskart over Taraldrudkrysset på E6 i Nordre Follo kommune som viser utbredelse av påvist alunskifer, og eiendomsgrensen der Statens vegvesen (gnr./bnr. 157/2) er grunneier i nord og Åsland Næringspark (gnr./bnr. 105/4) er grunneier i sør.

Foreslåtte tekniske løsninger og tiltak omfatter:

- **Tildekking:** Eksisterende forurensning skal dekkes med tette sjikt (leire eller bentonitt membran) for å hindre videre utvasking, se Figur 2.
- **Avskjærende grøfter:** Grøfter langs E6 skal graves og tildekkes for å redusere overvann til de forurensete massene.
- **Bekkelukking:** Bekken (Snipetjernbekken) skal legges i rør forbi området for å sikre geoteknisk stabilitet og redusere vanntransport mellom forurensete masser og bekken.
- **Fellingsdammer:** Etablere effektive fellingsdammer med kapasitet og drift-/vedlikeholdskrav for å håndtere eventuelle mindre lekkasjer.
 - **Fellingsdam nord:** Lukket, frostfri rensløsning med fleksibel pumpeløsning og mulighet for utbytting av filtermateriale. Fellingsdammen vil motta sigevann fra nordre del av alunskiferfyllingen.
 - **Fellingsdam sør:** Oppgraderes med fast, permeabelt dekke i bunnen og mot sidene. Tett, avskjærende grøft etableres for å begrense overflatevann som renner til dammen.



Figur 2 Situasjonsplan for tildekking av området og plassering av fellingsdammer, ved Taraldrudkrysset i Nordre Follo kommune.



Figur 3. Bildet til venstre viser området med fellingsdammene i 2009, bildet er tatt av Øst plan AS. Bildet til høyre viser deler av området med fellingsdammene slik det fremstår i dag, bildet er tatt av Rambøll i 2024.

1.2 Relevante dokumenter

For prosjektet er følgende dokumenter å regne med i grunnlaget for denne utslippssøknaden:

- Teknisk notat – Beregning for utslipp av radionuklider 20210283-05-TN [2]
- E6-Taraldrud-YML-RAP-002-rev01 - Tiltaksplan for forurenset grunn [4]
- E6-Taraldrud-YML-RAP-004 - Ytre Miljø Plan [5]
- E6-Taraldrud-M-RAP-001 -Program for vannovervåking [6]
- E6-Taraldrud-TVF-RAP-00 - Tverrfaglig oppsummering av undersøkelser og foreslåtte tiltak [7]
- 20160766-01-R Geokjemisk kartlegging og volumestimat av svartskifer [8]
- E6 Taraldrud alunskifer tiltaksplan. Koordinert tiltaksplan for forurenset grunn på eiendommene gnr./bnr. 105/4 og 157/2 på Taraldrud [9]
- Teknisk notat – Valgte tiltak som imøtekommer pålegg 20210283-08-TN [10]
- Teknisk notat- Risikovurdering for utlekking av alunskifer på Taraldrud 20210283-04-TN [11]
- Teknisk notat – Hydrogeologisk simulering av grunnvannstrømning og utlekking fra svartskiferfylling 20210283-02-R [12]
- E6-Taraldrud-YML-RAP-005- Plan for revegetering og skjøtsel [13]
- E6-Taraldrud-VA-RAP-002 - Funksjonsbeskrivelse fellingsdam nord [14]
- E6-Taraldrud-VA-RAP-003 - Prosjektforutsetninger Bekkelukking [15]
- Utredning av flomfare i forbindelse med bekkelukking [16]

1.3 Opplysninger om kompetanse

Søknaden gjelder utslipp til vann og håndtering av syredannendeberg som stedvis klassifiseres som radioaktivt avfall, på bakgrunn av påvist uraninnhold. Strålevernforskriften § 17 stiller ingen krav til strålevernkoordinator for Statensvegvesens virksomhet ifm. graving og håndtering av potensielt syredannende bergarter på E6 Taraldrud prosjektet.

Byggherreorganisasjonen, med tilknyttet kompetanse fra Rambøll, har tilstrekkelig kompetansen innen strålevern til å kunne vurdere, prosjektere og følge opp håndteringen av svartskifer og utslipp av rensset anleggsvann.

1.4 Opplysninger om skjerming og sikkerhetsutstyr

Arbeidet med graving i berg- og løsmasser med forhøyet innhold av uran vil foregå i kortere perioder, det er derfor ikke vurdert som nødvendig med skjerming og sikkerhetsutstyr utover normale HMS-tiltak for slikt arbeid. Alle arbeidene vil foregå i friluft, slik at eksponering for radongass vil være neglisjerbar.

Alle arbeidstakere som skal jobbe direkte med slike masser skal informeres om innholdet av radionuklider. Bedriftshelsetjeneste i de respektive bedrifter som jobber på anlegget skal informeres om personell som skal jobbe med slike masser over lengre perioder, og personellet skal tilbys personlige dosimetre for overvåking av strålingseksponering.

1.5 Opplysninger om internkontroll og HMS

Rambøll er ISO 9001 og 14001 sertifisert, og arbeider i henhold til eget kvalitetssystem som omfatter utarbeidelse av, og bidrag til utarbeidelse av relevante prosjektspesifikke dokumenter. Spesifikk risikovurdering i prosjektet skal utarbeides av entreprenør før arbeidene starter. Denne vil inkludere arbeider med svartskifer, håndtering av anleggsvann og tiltak som reduserer helse- og miljørisiko. Rambøll vil påse at denne utarbeides og kvalitetssikres.

Enkelte tiltak og forutsetninger er også beskrevet i tiltaksplan for forurenset grunn [4]. Dette omfatter oppstartsmøte før grunnarbeider iverksettes, der det informeres om tiltaksplanen og hensyn som må tas i forbindelse med gravingen for å sikre trygge arbeidsforhold og håndtering av massene. HMS informasjon og oppfølging må ta hensyn til at det arbeides med alunskifermasser med blant annet høyt innhold av svovel og uran, og at forvitret alunskifer kan gi etseskader på hud. Entreprenør må derfor ta særlige forholdsregler for å minske direkte hudkontakt med massene. Det skal være tilgjengelig stasjon for å vaske seg og å skifte arbeidsklær før anleggsområdet forlates, blant annet før lunsjpauser.

2 Opplysninger om radioaktiv forurensing og forebygging av forurensing

Med bakgrunn i Miljødirektoratets veiledere M310/2015 [17] og M2105 [18] har NGI gjennomført en kartlegging av syredannende bergarter for hele tiltaksområdet.

Det ble gravd til sammen 16 sjakter av NGI [9] i 2017, på arealet hvor det antas, basert på flybilder og tidligere utførte sjakter, at det kan ha vært lagt ut svartskifer. Det ble tatt ut blandprøver av antatt skifermasser fra alle sjaktene. I tillegg ble det tatt vannprøver der det kom inni sjaktene. Det ble gjort geokjemiske analyser på skiferprøvene påfulgt av en geokjemisk identifisering av skifertype og karakterisering av syredannende potensial og radioaktivitet.

Den geokjemiske karakterisering viser at det er påtruffet syredannende svartskifer i 14 av 16 sjaktene. Hull 1-16) som er undersøkt ved feltarbeid. Kun prøver fra Hull 1 og øvre del i Hull 2 (hull 2a) viser Elnesskifer og kalkrik leirskifer, som er skifre uten syredannende potensial. I hull 4 ble det ikke funnet skifermasser. Hovedvekten av skifermassene klassifiseres som alunskifer. Det er imidlertid innslag av Hagaberg- og Galgeberg skifer i to av sjaktene (Hull 5 og 15). Disse skifertypene er også syredannende, men med et noe lavere potensial.

Prøveresultatene er vurdert etter de veilederne. Undersøkelsene og vurderingene er dokumentet i følgende rapportene ([19, 20, 11]). Flere av skiferprøvene har uraninnhold over grensen for radioaktivitet avfall (omtales videre i kapittel 2.3). En oversikt over alle analyserte prøver vises i Tabell 1.

Tabell 1. Oversikt over prøver ved Taraldrudkrysset i Nordre Follo kommune, som ut fra en visuell vurdering ble sendt til kjemisk analyse [9].

Prøvenavn	Uran	Svovel	Nikkel	Kobber	Krom	Vanadium	Barium	Molybden	TIC %	TOC %	AP	NP:AP	Formasjon
Hull 1	6,38	3500	129	48,1	213	144	772	2,65	1,91	0,312	10,94	14,5518	Elnessformasjon
Hull 2a	47,7	6080	14,4	14,5	9	84,9	555	20,1	10,7	1,41	19,00	46,92795	Kalkrik leirskifer
Hull 2b	145	53800	215	147	68,4	867	1380	299	0,463	7,31	168,13	0,229483	Alunskiferformasjon
Hull 5	52	19100	98,1	75,3	116	717	1930	171	0,719	5,98	59,69	1,003799	Galgeberg/Hagabergformasjonen
Hull 7	145	53300	140	156	59,1	670	1710	248	0,04	6,88	166,56	0,020012	Alunskiferformasjon
Hull 8	113	50500	255	114	53,2	1080	1420	243	0,024	7,28	157,81	0,012673	Alunskiferformasjon
Hull 11	130	47900	197	142	70,9	918	1570	268	0,026	7,61	149,69	0,014474	Alunskiferformasjon
Hull 15	91,6	19800	137	64,1	169	411	1110	104	4,54	2,09	61,88	6,114234	Galgeberg/Hagabergformasjonen
Hull 16	44,2	16800	25,5	23	77	993	1470	215	0,045	9,06	52,50	0,071426	Alunskiferformasjon

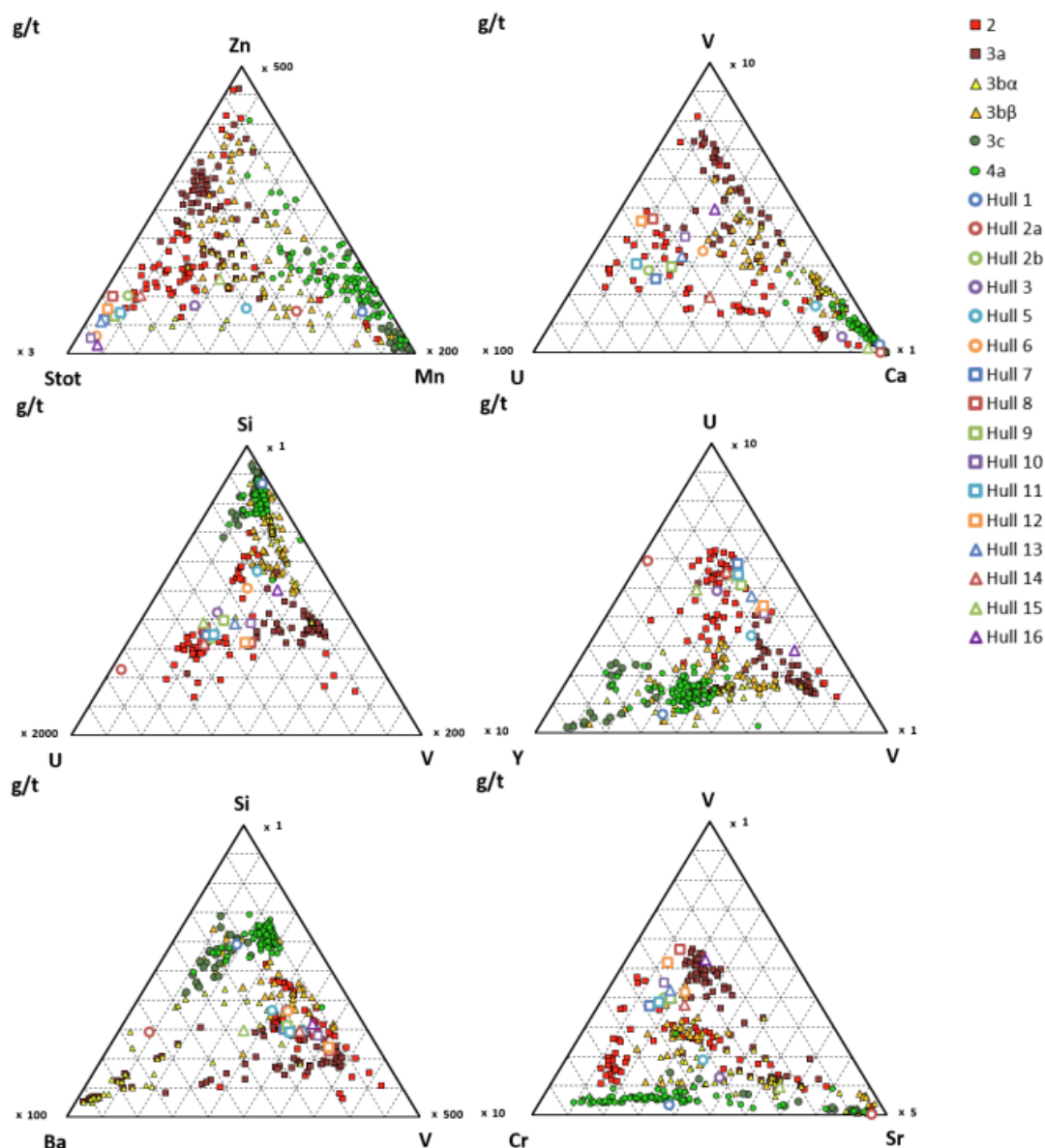
Overskudssvartskifer som skal tas ut skal leveres til godkjent mottak for syredannende berg med tillatelse fra DSA.

2.1 Totalkjemiske analyser

Figur 4 viser seks utvalgte trekantdiagrammer som er brukt til identifikasjon av de ni ulike skiferprøvene som ble sendt til totalkjemisk analyse hos ALS.

Basert på sammenligningen av prøvene fra Taraldrud med referansedatabase av de ulike svartskiferhorisontene i Oslofeltet oppnås følgende resultat for prøvene fra Taraldrud:

- Hull 2b, 7, 8, 11 og 16 - Alunskiferformasjonen (etasje 2 og 3a). Potentielt syredannende
- Hull 1 – Elnessformasjonen (etasje 4a). Ikke potensielt syredannende
- Hull 2a – Kalkrik leirskifer, ikke potensielt syredannende
- Hull 5 og 15 – galgeberg-/Hagabergformasjonen (etasje 3ba og 3bβ). Potentielt syredannende



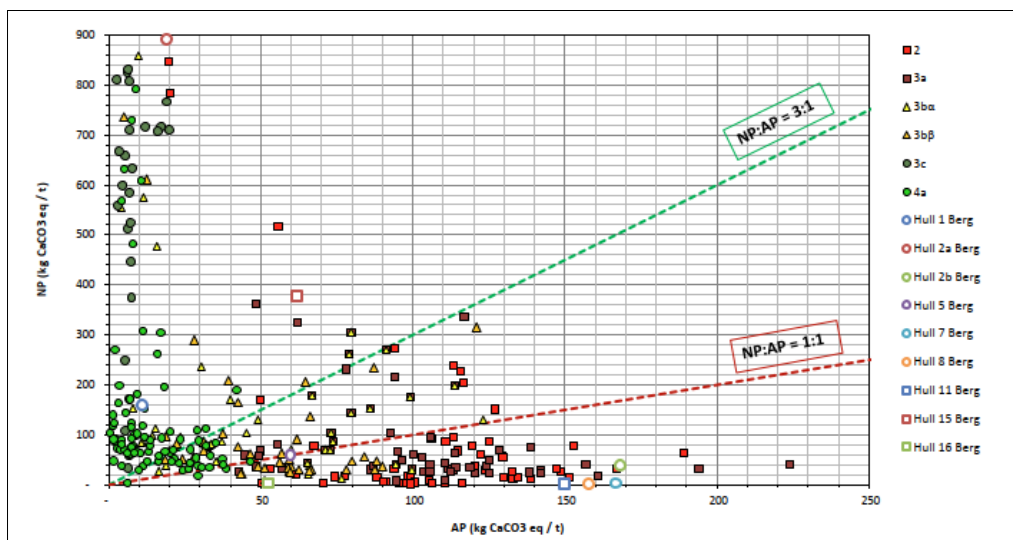
Figur 4. Analyseresultater med relativt innhold av flere elementer i prøven sammenlignet med analyser av referanseprøver fra svarte leirskiferhorisonter i Oslo-området. Prøvene fra Taraldrud er vist som åpne sirkler, kvadrater og triangler (Hull1-16) [20].

2.2 Syredannende potensial

Syredannelses potensial i en svart leirskifer bestemmes ved å plote syredannende potensial (AP) mot nøytraliserende potensial (NP). Dette er en statisk test, basert på totalkonsentrasjonene av svovel og totalt uorganisk karbon (TIC) i prøvene.

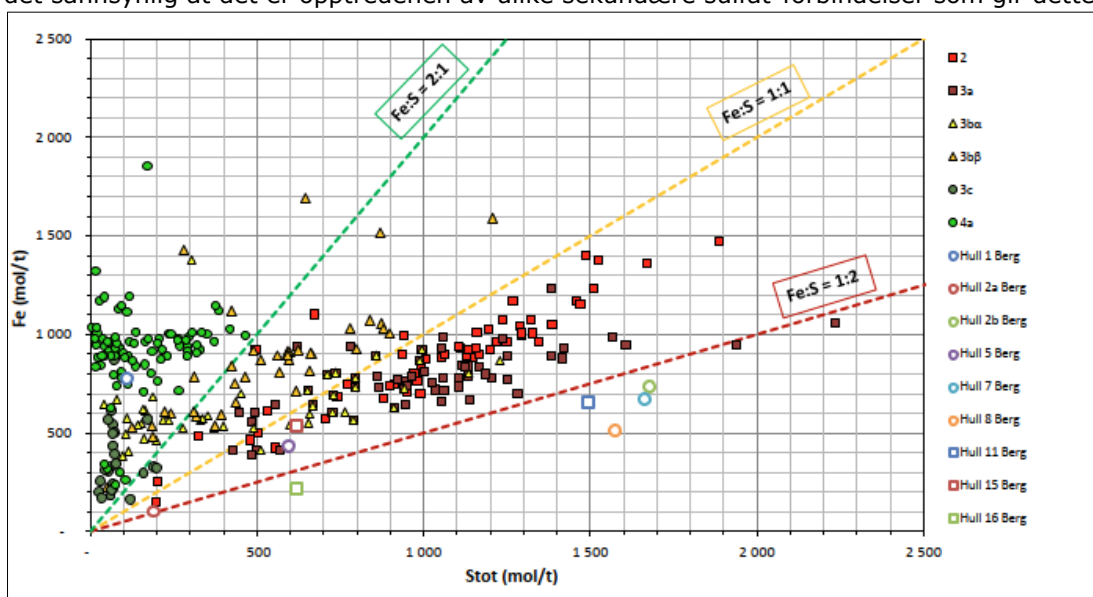
Videre kan forholdet mellom jern (Fe) og svovel (S) indikere om man kan knytte innhold av tungmetaller til sulfider og/eller silikater. Et overskudd av jern i forhold til svovel indikerer at en del av tungmetallene i prøvene er bundet i silikater eller oksider. Tungmetaller bundet i silikater eller oksider er mindre utsatt for utlekking ettersom disse mineralene ikke oksideres og er derfor relativt tungløselige. Disse mineralene vil imidlertid også kunne gå i oppløsning dersom de utsettes for væsker med svært lav pH.

Fra Figur 5 ser man at prøvene fra Hull 2b, 5, 7, 8, 11 og 16 alle ligger under linjen for NP:AP = 1:1 og indikerer at prøvene har betydelig syredannelsespotensial. Dataene fra Taraldrud sammenfaller også med data fra de skiferhorisontene de er assosiert med på bakgrunn av klassifiseringen som er utført. Prøvene fra Hull 1 og 2a ligger begge godt over NP:AP = 3:1 og besitter således en betydelig nøytraliseringskapasitet, og antas derfor ikke å kunne produsere sur avrenning.



Figur 5. AP-NP diagram hvor forskjellige soner er indikert. Prøvene fra Taraldrud er vist som åpne sirkler og kvadrater. De andre punktene er referanseprøver fra svarte leirskiferhorisonter i Oslo-området (horisontene 2, 3a, 3ba, 3bB og 4a) [2].

Figur 6 viser forholdet mellom jern (Fe) og svovel (S) i referanseprøver i ALS-analyserte prøver fra Taraldrud. Prøvene fra Hull 2b, 7, 8, 11 og 16 ligger alle under linjen for Fe:S = 1:2 og indikerer at svovel her finnes i andre mineraler enn jernsulfider og silikater. Basert på prøvenes forvitrede natur er det sannsynlig at det er opptredenen av ulike sekundære sulfat-forbindelser som gir dette utslaget.



Figur 6. Fe vs S-total (i mol/t). Prøvene fra Taraldrud er vist som åpne sirkler og kvadrater. De andre punktene er referanseprøver fra svarte leirskiferhorisonter i Oslo-området (horisontene 2, 3a, 3ba, 3bB og 4a) [2].

2.3 Grunnlag for beregninger av aktivitet

Tabell 2 er utsnitt fra veileder M-2105 «Håndtering av potensielt syredannende svartskifer» [18]. Tabellen gir en oppsummering av gjeldende lovverk hva angår radioaktivitet i svartskifer og svartskiferholdige løsmasser. Radon er ikke en problemstilling i prosjektet da det ikke skal bygges rom med varig opphold på lokaliteten.

Tabell 2. Utklipp fra veileder M-2105 [18] som oppsummerer relevant regelverk for syredannende berg og løsmasser opp mot Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall.

Forskrift	Reguleringsområde	Grenseverdier
Strålevernforskriften § 6, 6. ledd	Radonkonsentrasjoner bør holdes så lave som praktisk mulig og innenfor anbefalte grenser. Grensene gjelder for innendørs rom for varig opphold.	Tiltaksgrense 100 Bq/m ³ Øvre grenseverdi 200 Bq/m ³
Byggteknisk forskrift (TEK17)	Ivaretar radonkravene fra DSA. Krever at bygning med rom for varig opphold skal bygges med radonsperre mot grunnen og være tilrettelagt for trykkreduserende tiltak i grunnen under bygningen, som kan aktiveres når radonkonsentrasjonen i inneluften overstiger 100 Bq/m ³ .	
Forskrift om radioaktiv forurensning og avfall, Vedlegg I a, vedlegg I b, vedlegg II	Deponi for farlig avfall kan ta imot radioaktivt avfall som har en total aktivitet <10 Bq/g (≈800 mg U/kg) uten spesielle tillatelser. Deponi for ordinært avfall som ønsker mottak og håndtering av svartskifer, må alltid søke DSA. For utslipp over grenseverdiene må det søkes om utslippstillatelse fra DSA.	Radioaktivt avfall: 1 Bq/g U-nat* Deponipliktig radioaktivt avfall: 10 Bq/g U-nat* Utslippsgrense U-nat*: 100 Bq pr år Utslippsgrense ²³⁸ U: 1000 Bq pr år

* U-nat er i forskrift om radioaktiv forurensning og avfall (2010) definert som ²³⁸U i likevekt med gitte datternuklider.

Masser med en spesifikk radioaktivitet på > 1Bq/g fra ²³⁸U i naturlig uran (U-nat) defineres som radioaktivt avfall, og skal håndteres i henhold til Avfallsforskriftens bestemmelser om radioaktivt avfall. Grenseverdien for hva som karakteriseres som radioaktivt avfall er satt til en spesifikk aktivitet på 1Bq/g for både U-nat og Th-nat, og 10 Bq/g for ⁴⁰K. Når det er flere uavhengige radionuklider til sted brukes summasjonsformelen: dersom summen av forholdet mellom spesifikk aktivitet og grenseverdi til hvert element er større eller lik 1 regnes massene som radioaktivt avfall. For naturlig uran tilsvarer 1 Bq/g ca. 80 mg/kg, og for thorium tilsvarer 1 Bq/g ca. 246 mg/kg.

Aktiviteten er beregnet ved hjelp av den målte konsentrasjon av uran, thorium og kalium i analyserte prøver og konverteringsverdier gjengitt i rapport utgitt av Det internasjonale atomenergibyrået [21]. Konverteringsverdiene er vist i Tabell 3.

Tabell 3. Omregningsfaktorer fra konsentrasjon til spesifikk aktivitet for U, Th og K.

Konverteringsverdiene gir strålebidraget til de aktuelle isotopene i Bq per kilogram bergmasse.

Grunnstoff	Konsentrasjoner	Aktivitet	Isotop
Uran	1 mg/kg	12,35 Bq/kg	²³⁸ U eller ²²⁶ R
Thorium	1 mg/kg	4,06 Bq/kg	²³² Th
Kalium	10 ⁴ mg/kg	313 Bq/kg	⁴⁰ K

Virksomheter som skal motta eller deponere potensielt syredannende bergarter som regnes som radioaktivt avfall, eller som har utslipp av radioaktive stoffer over grenseverdi må ha tillatelse til dette fra DSA. For naturlig uran er grenseverdien for utslipp satt til 0,1 Bq/g (becquerel per gram) eller totalt 100 Bq per år, se Tabell 4.

Tabell 4. Grenseverdier fra forskrift om radioaktiv forurensning og avfall, vedlegg II, Tilførsel av radioaktive stoffer som alltid trenger tillatelse.

Radionuklide	Spesifikk aktivitet (Bq/g)	Total aktivitet i anleggsfasen (Bq/år)
U-nat (Definert som aktiviteten til ²³⁸ U i naturlig uran)	0,1	100
²³⁵ U	1	1000
Th-nat (Definert som aktiviteten til ²³² Th i naturlig Thorium)	0,1	100
⁴⁰ K	10	100 000

2.4 Beregning av aktivitet i massene

Uran-, kalium- og thoriumkonsentrasjoner målt i prøver fra **delområde nord** på Taraldrud er vist i Tabell 5. Flertallet av de analyserte prøvene ligger under grenseverdiene og er derfor ikke å betrakte som radioaktivt avfall dersom masse graves opp og fjernes fra området. For syredannende masser er det allikevel et krav om at massene skal på deponi med tillatelse fra DSA, ettersom utlekkingen av radioaktivitet fra slike masser kan overskrive grenseverdiene for utslipp selv om massene ikke er definert som radioaktivt avfall. Tabell 5 under viser målte konsentrasjoner av uran, thorium og kalium fra utvalgte prøver i forbindelse med grunnundersøkelse utført av NGI mellom 2015-2021 [9].

Tabell 5. Målte konsentrasjoner av uran, thorium og kalium for delområde nord (gnr/bnr. 3020-157/2) ved Taraldrud i Nordre Follo kommune, og beregnede aktivitetskonsentrasjoner og radioaktivitet summert iht. summasjonsformelen i forskriften om radioaktiv forurensing og avfall [22]. Røde verdier viser beregnet radioaktivitet som overstiger grenseverdien på 1Bq/g.

PrøveID	Uran	Uran	Thorium	Thorium	Kalium (stabilt)	⁴⁰ K	Summasjonsformel grenseverdi er for U-nat, U-235, Th-nat og K-40 summert *
	(mg/kg)	(Bq/g)	(mg/kg)	(Bq/g)	%	(Bq/g)	
Hull 15	91,6	1,13	9,1	0,04	2,84	0,89	1,26
Hull 16	44,2	0,55	6,5	0,03	4,37	1,37	0,71
Sjakt 27 (4-4,3m)	60,7	0,75	12	0,05	4,43	1,39	0,94
Sjakt 28 (1-2m)	35,8	0,44	6,7	0,03	4,31	1,35	0,6
Sjakt 28 (2-3,6m)	53,6	0,66	6,2	0,03	3,59	1,12	0,8
Sjakt 29 (2-3m)	18,6	0,23	2	0,01	0,5	0,16	0,25
Borhull 31 (4,7m)	50,3	0,62	10,7	0,04	4,37	1,37	0,8
Borhull 32 (4,1m)	66,5	0,82	7,3	0,03	3,61	1,13	0,96
Borhull 33 (4,7m)	32,6	0,4	8,5	0,03	3,59	1,12	0,55
Borhull 33 (6,6m)	56,8	0,7	6,9	0,03	1,81	0,57	0,79
P1 Skifer	136	1,68	14,2	0,06	4,08	1,28	1,86
P3 Skifer	7,22	0,09	18,8	0,08	4,63	1,45	0,31
P5 Skifer	13,3	0,16	15,5	0,06	4,09	1,28	0,36
P6 utfelling skifer	39,3	0,49	8,9	0,04	4,18	1,31	0,65
P6 frisk Skifer	181	2,24	13,6	0,06	3,78	1,18	2,41
Gjennomsnitt	59,2	0,73	9,8	0,04	3,61	1,13	0,88
Grenseverdi		1		1		10	

*Aktivitet summert iht. Summasjonsformelen (Forskrift om radioaktiv forurensing og avfall), dvs normalisert til grenseverdien i tabellen. Massene regnes som radioaktivt avfall når denne summen er >1 [11]. Sum gj.snitt $=0,88 < 1$ og massene vurderes samlet sett å ligge under grenseverdien, og klassifiseres dermed ikke som radioaktivt avfall i henhold til vedlegg II.

2.4.1.1 Uran

Innholdet av uran er den vesentligste bidragsyteren til radioaktivitet i svarte leirskifre. Naturlig uran består av radionuklidene ²³⁸U (99,27% av massene), ²³⁵U (0,72%) og ²³⁴U (0,0057%) [22]. Ved konvertering fra masse til Bq er det vanlig å kun ta utgangspunkt i ²³⁸U, siden denne isotopen enkelt kan måles.

Konsentrasjoner av uran i svartskiferprøvene fra delområde nord på Taraldrud varierer fra 7,2 til 181 mg/kg tørrstoff (Tabell 5). Gjennomsnittsverdien på den spesifikke aktiviteten fra prøvene for ^{238}U er 0,73 Bq/g.

Total aktivitet fra uran i svartskifermassene (36 000 tonn), er beregnet til **26,3 GBq**.

2.4.1.2 Thorium

Naturlig thorium har en lengre halveringstid og dermed lavere spesifikk aktivitet enn uran. Det er flere naturlig forekommende thoriumisotoper, men disse er enten en del av nedbrytingskjeden til ^{238}U eller ^{232}Th , og det er derfor tilstrekkelig å beregne mengdene av disse kjedene. Th-nat er i Forskrift om radioaktiv forurensing og avfall definert som ^{232}Th i likevekt med sine døtre, og grenseverdien for radioaktivt avfall er 1 Bq/g.

Det er begrensede mengder av thorium i prøvene fra Taraldrud, men konsentrasjoner fra 2,0 til 18,8 mg/kg TS (Tabell 5). Gjennomsnittsverdien på den spesifikke aktiviteten fra prøven i Tabell 5 for ^{232}Th er 0,04 Bq/g.

Total aktivitet fra thorium i svartskifermassene i delområde nord (36 000 tonn), er beregnet til **1,4 GBq**.

2.4.1.3 Kalium

Kalium 40 (^{40}K) er en radionuklide som utgjør 0,012% av kaliumgrunnstoffer [21]. Resten av kalium ^{39}K (93,3%) og ^{41}K (6,7%) er stabilt. I prøvene fra Taraldrud varierer kaliumkonsentrasjonen fra 0,5 til 4,6% tørrstoff, Tabell 5.

Fra Tabell 3 har vi at 1% K i bergmassen tilsvarer 313 Bq/kg. Dette er aktiviteten av ^{40}K -nuklidene: 10g K/kg = 313 Bq/kg fra ^{40}K .

Gjennomsnitt spesifikk aktivitet for ^{40}K i svartskiferprøvene fra delområde nord på Taraldrud er 1,13 Bq/g: Total aktivitet fra ^{40}K i svartskifermassene (36 000 tonn) er beregnet til **40,7GBq**.

2.4.1.4 Beregnet total aktivitet

Volum av svartskifer på SVV sin eiendom er beregnet til cirka 18 000 m³ (36 000 tonn). For å beregne total radioaktivitet i massene (Tabell 6), benyttes dette sammen med gjennomsnittlig spesifikk aktivitet (Bq/g) fra Tabell 5.

Tabell 6. Totale mengder uran, thorium og ^{40}K i svartskifermassene på SSVs eiendom på Taraldrud i Nordre Follo kommune, og beregnet total aktivitet [2].

Radionuklide	Kg	MBq	GBq
Uran	2 130	26 430	26,43
Thorium	352	1 431	1,43
^{40}K	1476	40 699	40,7
SUM	-	68 436	68,4

Når masser inneholder mer enn en radionuklide, skal de summeres i henhold til summasjonsformelen som er beskrevet i Forskrift om radioaktiv forurensing og avfall. For svartskifermassene på SVV sin

eiendom er denne summen i snitt 0,88 (Tabell 5), altså lavere enn grensa på 1, og kun 3 av 15 prøver er over grenseverdien.

Beregnet spesifikk aktivitet i massene er lavere enn grensene gitt i forskriften for alle nuklidene. Spesifikk aktivitet (Bq/g) er heller ikke overskredet for hver av de vurderte isotopene; ^{238}U (U-nat), ^{235}U , ^{232}Th (Th-nat) og ^{40}K (Tabell 7).

Tabell 7. Totale mengder uran, thorium og ^{40}K i svartskifermassene ved Taraldrud i Nordre Follo kommune [11].

Radionuklide	Mengde svartskifer (g)	Spesifikk aktivitet (Bq/g)	Total aktivitet (Bq)	Total aktivitet (GBq)	Grenseverdi (Bq/g, vedlegg II)
Uran	36000000000	0,73	2,64E+10	26,43	1
Thorium		0,04	1,43E+09	1,43	0,1
^{40}K		1,11	4,00E+10	40,55	10
SUM			6,78E+10	67,85	

Selv om de er under grensen for radioaktivt avfall, skal syredannende bergarter uansett på deponi med tillatelse fra DSA ettersom de kan lekke ut mengder med radionuklider som overskrider utslippsgrensene.

2.5 Beregning av aktivitet i utslipp av renset anleggsvann

2.5.1 Vurdering av grenseverdier for thorium og uran i anleggsvann

Det foreligger ingen norske veiledere som sier noe om konsentrasjonsgrenser/tilstandsklasser for thorium og uran i Norge, hverken for drikkevann, avløpsvann eller industrivann. Forslag til grenseverdier for disse stoffene har derfor blitt utarbeidet basert på praksis og erfaring fra tidligere prosjekter med arbeider i svartskifer. Forslagene til grenseverdier er konservative, og har i hovedsak basert seg på drikkevannkriterier fra USA (USEPA) og verdens helseorganisasjon (WHO). Se Tabell 8 for verdier og begrunnelse.

Tabell 8. Forslag til grenseverdier for stoffene thorium og uran ved utslipp av renset anleggsvann til resipient Snipetjernsbekken, prosjekt ved Taraldrud i Nordre Follo kommune.

Stoff	Grenseverdi	Begrunnelse
Thorium	0,5 µg/l	Kilde: Det er ikke funnet nasjonale eller internasjonale grenseverdier for thorium i drikkevann eller andre vannforekomster. Vurdering: Stoffet er sterkt bundet til tungt løselige mineraler og det forventes ikke å påvise stoffet høye konsentrasjoner. Analyser i tidligere utførte prosjekter har påvist thorium i enkelte prøver av renset anleggsvann, med maksimum konsentrasjon på 1,65 µg/l. Foreslått utslippsgrense vil basere seg på forventet utslipp av suspendert stoff til resipienten, og vil angis som en konsentrasjon. Endelig konsentrasjon i resipient beregnes ut ifra lavvannføring (NEVINA) og en estimert konsentrasjon av 0 µg/l thorium i bekken. Utslippsvannet prosjekteres å inneholde <50 mg/l SS (suspendert stoff), hvorav 9,8 mg/kg SS er thorium [8]. Utslipet vil da få en

		konsentrasjon på $<0,49 \mu\text{g/l}$. Uansett vannføring (evt. fortynning) vil anleggsrelatert konsentrasjon i bekken da bli $<0,5 \mu\text{g/l}$. Tiltaksspesifikk grenseverdi settes til 2,5 ganger deteksjonsgrensen til thorium ($<0,2 \mu\text{g/l}$) basert på forventede maksutslipp og manglende internasjonale grenseverdier.
Uran	30 $\mu\text{g/l}$	Kilde: US Environmental Protection Agency (Drinking water standards and health advisories table, 2007 [23]). Drikkevann: 30 $\mu\text{g/l}$ Kilde: WHO (Guidelines for Drinking-water Quality, 2017 [24]). Drikkevann: 30 $\mu\text{g/l}$ Vurdering: Anbefalt utslippsgrense vil basere seg på tåleevnen til resipienten, og vil angis som en total mengde/tidsenhet. I praksis vil dette kunne oversettes til en kombinasjon av utslippsvolum og konsentrasjon. Tåleevnen beregnes ut ifra lavvannføring (NEVINA) og en målt gjennomsnittskonsentrasjon av 2,6 $\mu\text{g/l}$ uran i bekken. Utslipet prosjekteres å inneholde $<50 \text{ mg/l SS}$ (suspendert stoff), hvorav 59,2 mg/kg SS er uran [8]. Utslipet vil da få en konsentrasjon på $<2,96 \mu\text{g/l}$. Uansett vannføring (evt. fortynning) vil anleggsrelatert konsentrasjon i bekken da bli $<2,96 \mu\text{g/l}$. Grenseverdi settes derfor til 30 $\mu\text{g/l}$, samme som for drikkevann.

2.5.2 Beregning av aktivitet (Bq/g)

Svartskifer, og særlig alunskifer, har naturlig forhøyede konsentrasjoner av uran med sine datternuklider. Naturlig forekommende uran består av ^{238}U , ^{235}U og ^{234}U . De to første starter hver sin radioaktive kjede med flere radioaktive datternuklider før de ender opp som stabilt bly (^{206}Pb og ^{207}Pb), mens ^{234}U er en av døtrene til ^{238}U . De tre isotopene desintegrerer ved α -stråling med halveringstider på henholdsvis $4,468 \cdot 10^9$ år (^{238}U), $7,04 \cdot 10^8$ år (^{235}U) og $2,455 \cdot 10^5$ år (^{234}U). I naturen er det et gitt forhold mellom disse tre urannuklidene, og de tilsvarer 99,27 % (^{238}U), 0,72 % (^{235}U) og 0,0054 % (^{234}U) av massen til uran. I naturlig uran er aktiviteten til ^{238}U og ^{234}U like høy, ettersom disse er i sekulær likevekt. ^{235}U bidrar med 2,2 % av urans radioaktivitet, og ^{238}U og ^{234}U bidrar med 48,9 % hver.

Thorium forekommer også naturlig i svartskifer. Alle thoriumisotoper er radioaktive. Naturlig forekommende thorium består nesten utelukkende av ^{232}Th med halveringstid $1,405 \cdot 10^{10}$ år. Dessuten finnes spormengder ($1,34 \cdot 10^{-8}$ prosent) av ^{228}Th , som har halveringstid 1,91 år og er i radiokjemisk likevekt med ^{232}Th . ^{232}Th desintegrerer med alfastråling til ^{228}Ra . Den radioaktive transformasjonen fortsetter gjennom ni ledd med i alt seks alfa- og fire betadesintegrasjoner, og ender opp som stabilt bly (^{208}Pb).

I forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall [25] er U - nat definert til å være ^{238}U i likevekt med sine døtre. I denne søknaden forholder vi oss til grenseverdiene for U-nat. Disse gjelder for modernukliden (^{238}U) alene, men strålebidraget fra datterproduktene er tatt hensyn til i fastsettelsen av aktivitetsgrensen fra modernukliden.

For thorium er det ikke utført samme beregning av aktivitet da bidraget er svært lite i forhold til uran. Målt radioaktivitet fra fire borkjerner tatt ut i tilknytning til prosjekt nytt regjeringskvartal viser dette

tydelig. Målt radioaktivitet i disse kjernene viser et bidrag fra ^{232}Th -serien på mellom 2-3 % av ^{238}U -serien.

I denne søknaden er det beregnet total aktivitet og spesifikk aktivitet knyttet til utslipp av rensset anleggsvann med innhold av naturlig uran. Total aktivitet er samlet radioaktivitet sluppet ut årlig, og angis i becquerel (Bq). Spesifikk aktivitet er radioaktivitet per masseenheter og angis i Bq/l og Bq/g. Total aktivitet oppgis ofte i megabecquerel (MBq), som tilsvarer 1 000 000 Bq.

Anleggsperioden som omfatter grunnarbeider med åpen byggegrop og eksponert alunskifer, er forventet å vare til 2026. Det er i denne perioden forventet behov for rensning og utslipp av alunskiferpåvirket anleggsvann til bekken.

For vurdering av aktivitet er det utført beregninger der utslippet konstant ligger på foreslått grenseverdi på 30 µg/l. Det presiseres at dette er et «worst-case» scenario, og er svært lite sannsynlig. Det er tatt utgangspunkt i estimert tilsig av overvann til byggegrop over en seks måneders periode der vann vil være eksponert for alunskifer. Dette tilsvarer en årlig utslippsmengde på 8810 m³/år. Se Tabell 9 for utregning.

Dette tilsvarer en antatt totalmengde uran per år på:

$$(30 \text{ µg/l} * 50 \text{ m}^3/\text{døgn} * 365 \text{ døgn/år} * 1000 \text{ l/m}^3) / 1000000 = \underline{547,5 \text{ g/år ved uraninnhold på 30 µg/l}}$$

Total aktivitet og spesifikk aktivitet er regnet ut etter følgende formel:

$$\text{Radioaktivitet (Bq)} = \frac{m}{m_w} * N_A * \frac{\ln(2)}{t_{1/2}}$$

Der: m=masse i gram

m_w = molekylærvekt i gram

N_A = Avogadros konstant ($6.02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

$t_{1/2}$ = halveringstid til isotopen i sekunder

Tabell 9 viser teoretisk mengde i utslippet av de forskjellige isotopene av uran, ^{238}U , ^{235}U og ^{234}U , samt total aktivitet og spesifikk aktivitet i utslippet per år. Dette gjelder ved et konstant uraninnhold i rensset anleggsvann på 30 µg/l.

Det forutsettes at en liter vann tilsvarer 1000 gram.

Tabell 9. Beregning av total aktivitet (Bq/år) og spesifikk aktivitet (Bq/l og Bq/g) for utslipp av rensset anleggsvann til resipient, med et konstant uraninnhold på 30 µg/l.

Isotop	U-238	U-235	U-234	Totalt
Masse (%)	99,2745	0,72	0,0055	
Masse pr/år (gram)	543,5278875	3,94	0,03	547,5
Halveringstid (år)	4,47E+09	7,04E+08	2,46E+05	
Halveringstid (sek.)	1,41E+17	2,22E+16	7,74E+12	
Total aktivitet (Bq pr år)	6,76E+06	3,11E+05	6,82E+06	1,39E+07
Spesifikk aktivitet (Bq pr l påslipp)	3,92E-01	1,80E-02	3,95E-01	8,05E-01
Spesifikk aktivitet (Bq pr g påslipp)	3,92E-04	1,80E-05	3,95E-04	0,000805476

Beregning basert på påslippsmengde per år, og konstant innhold på 30 µg/l uran, viser at spesifikk aktivitet (Bq/g) for utslippet er godt under grenseverdien på 0,1 Bq/g (**0,0008 Bq/g**).

Beregning av totalaktivitet viser en overskridelse av grenseverdien på 100 Bq/år. Konstant innhold på 30 µg/l uran i utslippsvannet gir en total aktivitet på 13,9 MBq per år.

Det søkes derfor om tillatelse til utslipp av maksimum **13,9 MBq per år**. Det presiseres at dette er et «worst-case»-scenario, der det konstant slippes ut rensset anleggsvann med et uraninnhold på 30 µg/l. I realiteten er det forventet betydelig lavere utslipp enn dette.

2.6 Beregning av aktivitet i utlekking etter tiltak

2.6.1 Vannkvalitet før oppstart av grunnarbeider

Vannkvaliteten på lensevannet ut fra anleggsområdet er foreløpig ikke kjent. Basert på erfaringer fra tidligere prosjekter vil vannkvaliteten variere en del ut fra hvilke arbeider som utføres, kjemiske sammensetning i massene, samt oppholdstid på vannet i byggegropp. Undersøkelser i 2020 og 2023 av vann i de eksisterende rensedammene viste uran-konsentrasjoner på 50-750 µg/l, men målingene fra 2024-2025 viser på 1,6-11 µg/l uran.

I bekken oppstrøms tiltaksområdet er uran-konsentrasjonen i gjennomsnitt 2,6 µg/l. Det er utført prøvetaking av vann i bekken fra åtte punkter mellom november 2024 og august 2025. Prøvene ble analysert både som filtrert og oppsluttet, og resultatene i Tabell 10 viser på konsentrasjoner av uran som varierte mellom 1,1 og 14 µg/L.

Tabell 10. Målte urankonsentrasjoner i perioden november 2024 til august 2025, i Snipetjernsbekken ved Taraldrud i Nordre Follo kommune.

Dato	Prøvemerkning	Vk1	Vk2	Vk3	Vk4	Vk5	Vk6	Vk-Rd-N	Vk-Rd-S
	Prøvemerkning 2	Oppstrøms	Første påvirkningspunkt	Nedstr første fellingsdam	Nedstr siste fellingsdam	Nedstr området	Influensområde	Utløp rensedam Nord	Utløp rensedam Sør
nov.24	µg/l	2,2	2,6	3,9	4,2	5,2	4,3	4,4	4,9
des.24	µg/l	1,1	1,2	1,5	1,6	1,9	1,5	1,6	1,6
jan.25	µg/l	1,5	1,8	2,1	3,2	2,9	2,2	2,5	2,1
feb.25	µg/l	3,1	4,3	6,2				6,1	
mar.25	µg/l	2,6	3,1	4,2	4,8	4,5	4,6	4,1	4,4
apr.25	µg/l	2,6	3,2	5,6	4,1	4,3	4,4	4,3	4,2
mai.25	µg/l	5,7	7,7	11	11	11	14	11	11
jun.25	µg/l	2,4	2,8	3,6	3,7	3,5	3,8	3,5	3,5

jul.25	µg/l	2,5	3,1	3,7	3,7	3,7	4,1	3,6	3,7
aug.25	µg/l	3,2	4,2	5,2	5,4	5,4	6,1	5,1	5,7
Gjennomsnitt	µg/l	2,69	3,4	4,7	4,63	4,71	5	4,62	4,56
Maks	µg/l	5,7	7,7	11	11	11	14	11	11

3 Opplysninger om håndtering av alunskifer og masser som potensielt radioaktive - tiltak mot spredning

3.1 Generelt

Det er utarbeidet tiltaksplaner av både NGI [9] og Rambøll [4] for forurenset grunn i tiltaksområdet.

Generelt i anleggsfasen forebygges spredning av forurensing ved å:

- Følge tiltaksplanene for alunskifer og forurenset grunn utarbeidet av NGI og Rambøll, utarbeidet instruks og øvrige krav fra miljømyndighet
- Syredannende skifer skal ikke blandes med rene masser
- Bruke minst mulig vann i arbeid med alunskifer
- Redusere mengde vann som kommer i kontakt med alunskifer så langt det er mulig
- Overvåke og iverksette tiltak om nødvendig
- Ha god beredskap for hendelser som kan forårsake spredning av forurensing

3.2 Vannhåndtering

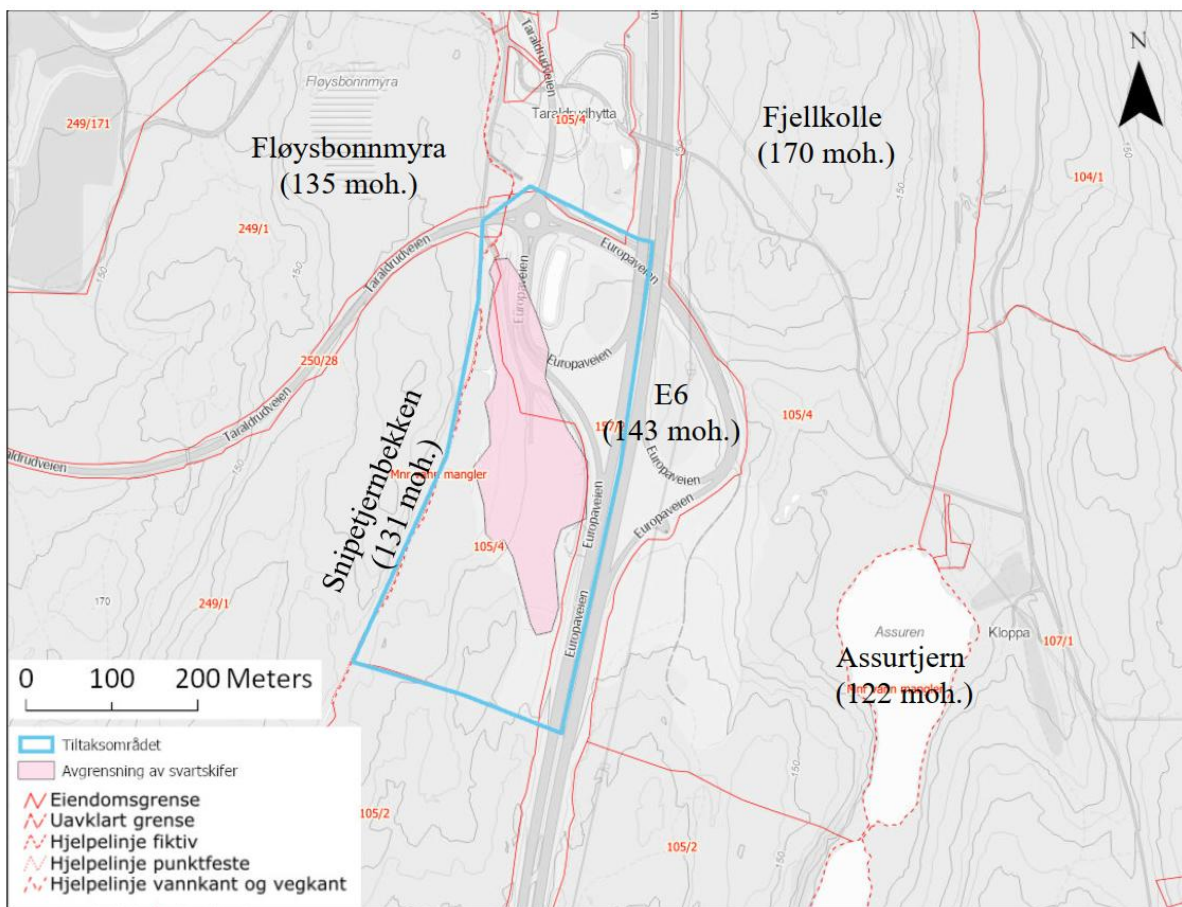
Svartskiferfyllingen på Taraldrud ligger vest for E6 ved avkjørselen til Sofiemyr i Nordre Follo kommune. Den nærmeste resipienten til fyllingen er Snipetjernsbekken. Bekken går fra Snipetjern på kote 132,2 til Grytetjern på kote 127. Grytetjern munner ut i Grytebekken som fra dammene vest for Kongeveien danner Greverudbekken. Greverudbekken renner ut i Gjersjøen ved Slorene. Slorene er et naturvernområde. Gjersjøen er drikkevannskilde for Nordre Follo og Ås kommune.

Snipetjernsbekken har generelt lite fall gjennom området og passerer svartskiferfyllingen på ca. kote 131 moh. Et oversiktskart over området med omtrentlig avgrensning av svartskifer er vist i Figur 7.

Mengden vann som påvirkes av syredannende berg- og/eller løsmasser, samt løsmasser med forhøyet uraninnhold skal minimeres. Det vil uansett bli behov for håndtering av vann i anleggsgjennomføringen. Byggegrøper i svartskifer vil i utgangspunktet forsegles fortløpende, men det kan allikevel oppstå behov for håndtering av anleggsvann med forhøyet innhold av radionuklider.

Renset anleggsvann fra anleggsarbeidene, samt eventuelt innsig av grunnvann og overflatevann skal ledes til renseanlegget. Renseanleggets viktigste funksjoner er å holde tilbake partikler og justere pH. De suspenderte partiklene skal sedimenteres i anlegget for å redusere partikkelutslipp til Snipetjernsbekken/resipient.

Overvann som er innom anleggsområder skal samles opp, renses og prøvetas før utslipp. Vannet skal blant annet analyseres for innhold av uran, thorium og kalium.



Figur 7. Oversiktskart over Taraldrud med angitt høyde på nøkkelområder, eiendomsgrenser, tiltaksområdet og omtrentlig avgrensning av svartskiferfyllingen

3.3 Etablering av renseanlegg

Entreprenør må før grunnarbeidene starter opp etablere et egnet renseanlegg, tilpasset håndtering av urensset anleggsvann påvirket av alunskifer og estimerte vannmengder. Det anbefales at renseanlegget settes opp slik at fellingsmidler kan benyttes ved behov, og at et filteroppsett inkluderer kullfilter som renseteknikk, i tillegg til sedimentasjonskamre. Prosessen i anlegget må i tillegg omfatte pH-justering. Beskrivelse og krav til etablering av renseanlegg vil også inkluderes i revidert tiltaksplan for forurenset grunn.

Vannets kvalitet inn i renseanlegget vil bestemme mengde og type fellingsmidler som eventuelt må tilsettes for å felle ut de ønskede forurensningsstoffene, og hvor fort kullfilteret mettes. Anlegget tømmer med sugebil eller kobles fra og tømmer med krokbil når filtermasse er mettet. Kullfilter og sedimenterte masser skal håndteres og leveres som masser påvirket av alunskifer, det vil si til mottak med tillatelse fra DSA.

Entreprenør skal utføre daglig kontroll av anlegget etter instruks fra leverandør, og føre daglige sjekklister inkludert avlesning av vannmengder passert gjennom renseanlegget per døgn. Vannmengde og målt urankonsentrasjon benyttes for å beregne totalt utslipp av radioaktivitet.

4 Opplysninger om arbeidsmiljø

Arbeidet på tiltaksområdet skal foregå i dagsone og eksponering av personell for stråling, særlig radongass, vil være neglisjerbar. Vurdering av og eventuell klassifisering av arbeidsplass jf. strålevernforskriften §30, inndeling av yrkeseksponerte arbeidstakere jf. Strålevernforskriften § 31 og dosegrenser jf. Strålevernforskriften § 32 vurderes som ikke aktuelt for denne søknaden.

Personellet som skal jobbe med alunskifer over tid, skal følge gjeldende HMS-tiltak for arbeid med forurensset grunn og opplyses om at de jobber med høye radionuklider. Personell som ønsker det, bør tilbys persondosimetre som arbeidshygieniske tiltak.

5 Miljørisikovurdering av utslipp av radioaktive stoffer

Det er gjennomført en miljørisikovurdering av utslipp av radioaktive stoffer og påvirkningen dette kan ha på biota i nærhet til anleggsarbeidet og utslippspunktene. Gjennomført miljørisikovurdering beskriver identifiserte risikoer og problemstillinger, eksisterende barrierer samt risikoreduserende tiltak.

5.1 Vurdering av miljørisiko fra radioaktiv stråling fra anleggsdrift

5.1.1 Akseptkriterier og risikomatrise for utslipp av radioaktive stoffer fra anleggsområdet

I denne vurderingen er benyttet en 5-delta 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 risikomatrise.

Følgende kategorisering av sannsynlighet og konsekvens er benyttet, se Tabell 11. Det er foretatt en enkel kvalitativ vurdering av sannsynlighet og konsekvens før tiltak basert på tre ulike risikokategorier.

Tabell 11. Risikomatrix som viser sannsynlighet, konsekvens og risiko

Konsekvens Sannsynlighet		Ubetydelig	Lav	Moderat	Alvorlig	Svært alvorlig
Miljø		Lite alvorlig Miljøskade, miljørelatert helsepåvirkning eller påvirkning på vernet objekt. Ikke målbar skade etter strakstiltak	Mindre alvorlig Miljøskade, miljørelatert helsepåvirkning eller påvirkning på vernet objekt. Naturlig restaureringstid <1 år	Alvorlig Miljøskade eller miljørelatert helseskade. Vesentlig skade på vernet objekt. Naturlig restaureringstid 1-3 år	Meget alvorlig eller langvarig miljøskade eller miljørelatert helseskade. Vesentlig skade på vernet objekt. Naturlig restaureringstid 3-10 år	Svært alvorlig eller irreversibel/langvarig miljøskade eller miljørelatert helseskade. Ødeleggelse av vernet objekt. Naturlig restaureringstid >10 år
Svært stor sannsynlighet (91% til 100%)	> 10 ganger per år	Høy	Høy	Kritisk	Kritisk	Kritisk
Stor sannsynlighet (66% til 90%)	1-10 ganger per år	Moderat	Høy	Høy	Kritisk	Kritisk
Moderat sannsynlighet (36% til 65%)	1 gang hvert 1-5 år	Lav	Moderat	Høy	Kritisk	Kritisk
Liten sannsynlighet (11% til 35%)	1 gang hvert 5-10 år	Lav	Lav	Moderat	Høy	Kritisk
Meget liten sannsynlighet (0%-10%)	Sjeldnere enn en gang per 10 år	Lav	Lav	Moderat	Høy	Høy

Tabell 11 over viser behov for risikoreduserende tiltak avhengig av risikokategorien som hendelsen havner i.

Tabell viser at det gjenstår en hendelse med høy risiko etter sannsynlighetsreduserende tiltak er implementert. Hendelsen er knyttet til utilstrekkelig eller feil i forsegling/håndtering av masser som potensielt kan lede til langsiktig utlekking av radionuklider til miljøet. Svartskifer og håndtering av slike masser har stort fokus i prosjektet. Statens veivesen kontrollingeniør vil ha grundig oppsyn med slike arbeider for å sørge for at de utføres tilstrekkelig. Årsaken til at risikoen står igjen som høy, er at konsekvensene ved utilstrekkelig forsegling er potensielt alvorlige, og konsekvensreduserende tiltak er vanskelig for konstruksjoner under bakkenivå.

5.1.2 Vurdering av miljørisiko ved anleggsdrift

Anleggsvann som har vært i kontakt med syredannende berg vil kunne inneholde radioaktive nuklider, både som løste ioner og suspendert stoff. Svartskifer fra Alunskifer- og Tøyen formasjonen er en svart skifrig bergart som let lar seg knuse. Arbeid i en slik bergart vil derfor kunne føre til produksjon av mye finstoff fra graving. Finstoffet vil kunne blande seg med anleggsvannet i byggepropa og noe av dette vil følge med det rensede anleggsvannet ut fra anlegget. Tabell 12 viser resultatene fra utført miljørisikovurdering. Risikoene er vurdert og foreslåtte tiltak er implementert i tiltaksplan for forurenset grunn [4].

Tabell 12. Identifiserte hendelser med vurdert risiko

Hendelse/tilstand/risiko	Aktivitet/krav/sted/fagområde	Årsaker	Konsekvenser	Sannsynlighet	Konsekvens	Risiko
Påtreffer mye større mengder/alunskifer/masser med høyere radioaktivitet enn antatt/planlagt for	Anleggsarbeid	Ikke 100% dekning på analyser	Kan medføre feil håndtering pga. økt behov for mellomlagring/feil mellomlagring og tidspress.	Stor	Lav	Høy
Utilstrekkelig renseløsning/utslipp av vann med forhøyet innhold av radionuklider fra anleggsområder	Anleggsarbeid	Underdimensjonert renselanlegg, renseløsning ikke tilstrekkelig for å oppnå ønsket renseseffekt	Økologisk skade på resipient (ref)	Liten	Lav	Lav
Nærmiljø eksponeres for støv fra anleggsarbeider	Anleggsarbeid	Manglende støvtiltak, dårlig planlagte sprengsarbeider	Spredning av svartskiferstøv til personer og nærmiljø	Moderat	Alvorlig	Høy
Tilførsel av radionuklider til jordbruksområder	Anleggsarbeid	Feil massehåndtering. Støving fra anleggsarbeider. Utslipp av vann fra anleggsområder.	Spredning av radionuklider til nærmiljø. Kontaminering av jordbruksområdet/matt	Meget liten	Ubetydelig	Lav
Forurensning av Gjersøen som er drikkevannskilden til mer enn 50 000 husstander i Oppegård og området rundt	Anleggsarbeid	Feil massehåndtering	Spredning av radionuklider til kilden og nærmiljø.	Moderat	Alvorlig	Høy
Påtreffer større mengder med høyere radioaktivitet enn antatt/planlagt	anleggsarbeid	ENT må foreta kontrollprøvetaking/supplerende prøvetaking i byggeperioden iht. tillatelse fra statsforvalteren. Krav til utarbeidelse av massehåndteringsplan. ENT må føre regnskap over mellomlagrede masser til enhver tid	Det er ikke planlagt mellomlagring av svartskifer eller potensielt syredannende løsmasser, men det vurderes å opprette egnede mellomlagringsområder som kan benyttes ved behov	Moderat	Ubetydelig	Lav
Utilstrekkelig renseløsning/utslipp av vann med forhøyet innhold av radionuklider fra anleggsområder	Anleggsarbeid	Overvann skal avkjøres fra åpne byggeproper. Oppfølging av renselanlegg og utslipp (prøvetaking), krav om tilstrekkelige renseløsninger	Kontinuerlig oppfølging av renselanlegg i drift (prøvetaking og overvåking), stopp av utslipp dersom det oppdages konsentrasjoner over akseptverdi	Meget liten	Ubetydelig	Lav

Forurensing av drikkevannsbrønner	Anleggsarbeid	Kartlegging av urankonsentrasjoner i drikkevannsbrønner før tiltak (brønner er allerede etablert i alunskiferområder) overvåking av drikkevann i anleggsperioden	Ingen	Meget liten	Ubetydelig	Lav
-----------------------------------	---------------	--	-------	-------------	------------	-----

Masser er planlagt å gjenbruke lokalt på områder med tilsvarende bakgrunnsverdier. Overskuddsmasser skal leveres til godkjent mottak som forurensede masser.

6 Opplysninger om miljøovervåking

Snipetjernsbekken er den øvre delen av vannforekomsten Greverudbekken (005-51-R), og er eneste resipient som ligger innenfor tiltaksområdet. Bekken har vært overvåket av SVV v/Rambøll siden 2024. Bekken renner inn i Grytetjernet ca. 1 km nedstrøms tiltaksområdet, og renner deretter videre ned mot drikkevannskilden Gjersjøen.

Vannovervåking vil fortsette gjennom anleggsperioden og i driftsfasen. Det er utarbeidet et eget driftsprogram som ivaretar overvåking og kontroll. I pålegg fra Miljødirektoratet og DSA skal massene ikke gi negative miljøeffekter i Snipetjernsbekken.

I tillegg til klassifiserings- og tiltaksspesifikke parameterer, skal prøvene analyseres for uran for å kontrollere at utslippsgrense er overholdt. Ved overskridelser skal utslipp stanses og tiltak iverksettes.

6.1 Naboer og allmennheten

Arbeidet med syredannende svartskifer foregår på et avstengt område. Siden den direkte strålingen fra berget er lav, er det ingenting i denne søknaden som innebærer endringer for naboer, allmennheten eller andre virksomheter i området.

6.2 Miljø

Når det gjelder omkringliggende (ytre) miljø, vil utslipp til avløpsnett kunne ha konsekvenser lokalt i nærheten av utslippspunktet. Det forventes ikke høye konsentrasjoner av miljøgifter løst i vann, men det kan være forurensning bundet til partikler som renseanlegget ikke klarer å holde igjen, dersom vannmengdene / partikkelmengdene er veldig store eller hvis renseanlegget ikke fungerer godt nok. For å ivareta HMS for vann- og avløpsetatens ansatte, ledningsnettet samt opprettholde god kvalitet på slammet som brukes som gjødsel og jordforbedringsmiddel i landbruket, har VAV satt en rekke grenseverdier for anleggsvannet og for utslippshastigheten [9].

7 Opplysninger om forebyggende tiltak og beredskapstiltak for tiltaksgjennomføringen

Tiltaksplan for forurenset grunn [4] beskriver forebyggende tiltak og beredskap. Følgende er et utdrag fra planen.

Entreprenøren skal utarbeide egen beredskapsplan for ytre miljø (uhell, utslipp til vann, funn av ukjent grunnforurensning). I driftsorganisasjonen må det etableres nødvendig beredskap med hensyn på teknisk svikt av utstyr, samt tiltak for justering av renseeffekt i vannrenseanlegget.

Det skal være organisert beredskap med varslingsrutiner mm. i tilfelle uforutsette utslipp skulle skje. Beredskapen må beskrive avbøtende tiltak knyttet til de ulike hendelsene. Det skal legges opp til en beredskap som sikrer god vinterdrift.

En kort oppsummering av de forebyggende tiltakene:

- Strenge rutiner for massehåndtering og mellomlagring av masser
- Avskjæring av overflate og grunnvann før det når byggegrop
- Oppsamling, rensing og prøvetaking av anleggs vann
- Krav om oppfølging fra miljørådgiver med geologisk kompetanse og tilstrekkelig kunnskap om syredannende skifer og løsmasser
- Krav om tiltak for å minimere støv fra grunnarbeider

8 Referanser

- [1] Rambøll Norge AS, «E6-Taraldrud-VA-RAP-003_004_Driftsinnstruks_renseløsninger,» 2025.
- [2] NGI, «Vedlegg H. Beregning for utslipp av radionuklider,» 2022.
- [3] *Pålegg om tiltak i forurenset grunn på Taraldrud I Nordre Follo kommune*, 2023.
- [4] Rambøll , «E6-Taraldrud-YML-RAP-002-rev01 - Tiltaksplan for forurenset grunn».
- [5] Rambøll, «E6-Taraldrud-YML-RAP-004 - Ytre Miljø Plan,» 2024.
- [6] Rambøll, «E6 - Taraldrud-M-RAP-001 Program for vannovervåking,» 2024.
- [7] Bioforsk, «Alunskiferdeponiet på Taraldrud i Ski kommune. Forslag til tiltaksplan,» 20212.
- [8] NGI, «20160766-01-R Geokjemisk kartlegging og volumestimat av svartskifer,» 2017.
- [9] NGI, «Koordinert tiltaksplan for forurenset grunn på eiendommene gnr./bnr. 105/4 og 157/2 på Taraldrud,» 2022.
- [10] NGI, «Valgte tiltak som imøtekommer pålegg,» 2023.
-]
- [11] NGI, «Vedlegg D. NGIs risikovurdering for utlekking av alunskifer på Taraldrud,» 2022.
-]
- [12] NGI, «Vedlegg F. Hydrogeologisk simulering av grunnvannstrømning og utlekking fra svartskiferfylling,» 2022.
-]
- [13] Rambøll Norge AS, «E6-Taraldrud-YML-RAP-005- Plan for revegetering og skjøtsel,» 2024.
-]
- [14] Rambøll Norge AS , «E6-Taraldrud-VA-RAP-002 - Funksjonsbeskrivelse fellingsdam nord,» 2024.
-]
- [15] Rambøll Norge AS, «E6-Taraldrud-VA-RAP-003 - Prosjektforutsetninger Bekkelukking,» 2024.
-]
- [16] Rambøll Norge AS, «Utredning av flomfare i forbindelse med bekkelukking,» 2024.
-]
- [17] NGI, «M-385. Deponering av syredannende bergarter. Grunnlag for veileder,» 2015.
-]
- [18] NGI, Håndtering av potensielt syredannende svartskifer, 2022.
-]
- [19] NGI, «Taraldrud - Grunnforurensing svartskifer. Geokjemisk kartlegging og volumestimat av svartskifer,» 2017.
-]
- [20] NGI, «Taraldrud deponi - Kartlegging av utbredelse av alunskifer. NGI teknisk notat nr. 20150875-01-TN,» 2016.
-]
- [21] IAEA, «Guidelines for Radioelement Mapping Using Gamma Ray SPectometry Data,» 2003.
-]
- [22] IRSN, «Natural uranium and the environment, Radionuclide fact sheet.,» 2010.
-]
- [23] US Environmental Protection Agency, « Drinking water standards and health advisories table,» 2007.
-]
- [24] World Health Organization (WHO), «Guidelines for drinking-water quality,» 2017.
-]

- [25 Lovdata, «Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall,» [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2010-11-01-1394>. [Funnet 09 09 2025].
- [26 International Atomic Energy Agency (IAEA), «Guidelines for radioelements mapping using gamma ray spectrometry data,» 2003.
- [27 Bioforsk og Asplan Viak, «Alunskiferdeponiet på Taraldrud i Ski kommune. Forslag til tiltaksplan,» 2012.
- [28 NGI, «Vedlegg A. Oppsummering av virksomheten på området (Landsbrukskontoret i Follo, 2006),» 2022.
- [29 NGI, «Vedlegg E. NGIs tekniske notat. Grunnforholdsmodell,» NGI, 2022.
- [30 NGI, «Vedlegg G. Stabilitet ved utgraving for fjerning av svarskeer,» 2022.
- [31 Miljødirektoratet, «M-1288 Vannovervåking: Identifisering av nærstasjoner,» 2019.
- [32 Norsk klimaservicesenter , «Norsk klimaservicesenter,» [Internett]. Available: <https://seklima.met.no/observations/>. [Funnet 09 09 2025].
- [33 Nibio, «Kilden,» [Internett]. Available: <https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&zoom=0&x=284337.75&y=7219344&bgLayer=graatone>. [Funnet 09 09 2025].
- [34 Erstad, Lars-Andre, Leaching of uranium and heavy metals from acid producing black shales - Experiments and modelling study, 2017.
- [35 Klima- og miljødepartementet, «Forskrift om forurensningslovens anvendelse på radioaktiv forurensning og radioaktivt avfall,» 2011.
- [36 Rambøll, «1350045676-RIVA-NOT-010 - OV-beregninger alunskifer anleggsperioden,» 2024.

Vedlegg

1. Tiltaksplan
2. Driftsinstruks etter tiltak